



Augusto Fernández Guardiola

Integración del sentido del tiempo



Estamos modulados por la duración de los días y nos hemos acostumbrado a medir el tiempo por los cambios de luz. Nuestros primeros instrumentos para ello fueron los relojes de sol. Los cambios de las estaciones y su repetición nos permitieron adquirir la idea de los años y comenzar a evaluar la duración de nuestras vidas. Aprendimos a calcular mentalmente la duración de los eventos y nos dimos cuenta de la importancia de esto al reconocer que tenía un valor de supervivencia, que nuestra conducta tenía más éxito a medida que calculábamos mejor los intervalos.

Con el tiempo y el desarrollo de los relojes mecánicos nuestro esquema general se estableció así: siglos, años, meses, días, horas, minutos y segundos. Ciencias como la física, la química, la astronomía, la arqueología, nos fueron enseñando tiempos distintos, magnitudes que escapaban a lo que podíamos aprender a través de nuestros cinco sentidos y que solamente podían ser medidos mediante la instrumentación digital, los más cortos o con ecuaciones, los más largos. Los fisiólogos tuvimos la necesidad de medir milisegundos, al descubrir el impulso nervioso y las uniones (sinapsis) entre las células ner-

viosas. Más tarde se encontraron fenómenos que duran mucho menos y se implementaron dispositivos electrónicos capaces de medir nanosegundos (10^{-9} segundos) y aún tiempos más breves aunque estos fenómenos no se repitan. No poseemos la capacidad natural de medir con exactitud intervalos por abajo de los segundos y menos de las distancias de los años-luz.

Pero hay algo más. Nuestra percepción del tiempo se integra en circuitos cerebrales cuya actividad fluctúa circádicamente. Pasamos cada día por periodos de vigilia atenta, vigilia sin atención, somnolencia y sueño. No es de extrañar que nuestra conciencia del tiempo transcurrido varíe a lo largo de nuestra vida.

El motivo de estas variaciones es diverso, pero una de ellas se relaciona con el espacio y esto tendría mucho que ver con las artes, sobre todo con la arquitectura, la pintura y la escultura. En 1968 Eugenio Minkowski publicó un libro titulado *Le temps vécu*, (*El tiempo vivido*), donde reunió sus ideas y trabajos clínicos sobre el concepto del tiempo, que había sido su preocupación durante cerca de cincuenta años. Minkowski, como conclusión de un enorme trabajo clínico en el que enfocó con determinación el problema del tiempo, defiende la idea de que el tiempo y el espacio son inseparables, es decir, aboga por la espacialización del tiempo y la temporalización del espacio, en cuanto a la actividad mental del hombre, particularmente del enfermo mental. Sus ideas sobre la espacialización del tiempo subjetivo han tenido una verificación experimental brillante con los efectos *Tau* y *Kappa* descritos por Cohen. Estos efectos se hacen evidentes si en un campo sensorial, por ejemplo la espalda, se trazan los ángulos de un triángulo equilátero y más tarde se estimulan con un punzón romo. Al hacerlo con intervalos iguales, el sujeto tendrá la sensación de un triángulo con los lados iguales, pero si cambiamos tiempos, por ejemplo, haciendo más largo el intervalo entre el segundo y tercer ángulo, el sujeto experimenta un cambio espacial, sintiendo un triángulo isósceles.

Quisiera insistir sobre este aspecto de la espacialización del tiempo y vincularlo a la arquitectura, por ejemplo a las pirámides americanas y egipcias llenas de dispositivos y orientaciones, de relojes de sol circádicos y anuales. O al arte gótico, cuyas altas y esbeltas torres que se pierden en el cielo nos recuerdan que cuando miramos hacia afuera en el espacio estamos percibiendo hacia atrás en el tiempo.



¿Cómo medimos el tiempo transcurrido?

Quisiera dejar bien claro que el problema de la estimación subjetiva del transcurso del tiempo es absolutamente crucial. En la percepción que tienen los seres vivos del tiempo intervienen ritmos endógenos. Éste sería un sexto sentido que ha recibido menos atención que la vista o el oído y que, sin embargo, puede tener una importancia fundamental para la sobrevivencia. No es necesario insistir en el hecho de que ciegos y sordos congénitos han sido grandes artistas, historiadores, músicos y científicos. Pero nadie puede desarrollar un curso de pensamiento y una conducta adecuados si no posee, en mayor o menor grado, la facultad de estimar el tiempo transcurrido y la de poder predecir duraciones futuras. La neurología está llena de ejemplos de cuadros clínicos en los cuales el principal trastorno es precisamente la falta de capacidad para medir subjetivamente el tiempo. Tal sucede en el síndrome de Korsakoff y en la enfermedad de Alzheimer.

El hombre, como todos los seres vivos, mide constantemente periodos de tiempo a través de sus ritmos endógenos *circa*, *infra* o *ultradianos* (según que el periodo de la oscilación dure alrededor de 24 horas, o mucho más o mucho menos). No existe





ningún animal o planta en la escala zoológica que no los tenga. Así como también es rarísimo que una función fisiológica se lleve a cabo sin una ritmicidad determinada. Estos ritmos son hereditarios, propios de cada especie y persisten por periodos en ocasiones muy largos, aun cuando la señal exógena que probablemente les dio origen, haya cesado de actuar. Nuestra vida está modulada por los ritmos endógenos, de los cuales sólo algunos penetran en el campo de la conciencia, pero la mayoría son totalmente inconscientes. Las medidas de tiempo que alcanzamos con ellos serían parte de una regulación en la cual no participamos conscientemente y que abarca funciones como el hambre, la sed, el sueño. Ahora bien, el tiempo subjetivo, la capacidad de estimar y prever duraciones, es un fenómeno aprendido a través de los años. Esta capacidad es penosamente adquirida en la infancia. Un investigador suizo, Jean Piaget, se preocupó por este aspecto y propuso la hipótesis de que el tiempo subjetivo es un fenómeno adquirido a través de la percepción del espacio y de la velocidad. Diseñó experimentos en los cuales siempre estaban presentes estos parámetros y llegó a la conclusión de que, al comienzo, el niño sólo aprecia lo que sucede antes o después y de que sólo más tarde calcula duraciones, pero siem-

pre en relación con velocidades. El niño tarda unos cinco o seis años (a veces más) para adquirir la capacidad de estimar el tiempo transcurrido. Antes de eso, mirar la circunferencia de un reloj no le dice nada.

Otras hipótesis sobre la capacidad de medir el tiempo vivido o subjetivo afirman que ésta no es producto de una relación sino una experiencia directa. Así, el psicólogo francés Paul Fraisse afirma que el tiempo está en relación con el número de eventos cambiantes que ocurren en un intervalo percibido por el sujeto. La literatura ofrece buenos ejemplos de ello. El modo en que se trata el tiempo puede caracterizar plenamente a un autor. En una revisión reciente de esta cuestión hemos considerado tres formas clásicas de tratar el tiempo:

a) El fluir uniforme, más o menos acelerado del tiempo. Ejemplos notables son Tolstoi (*La guerra y la paz*) y Thackeray. Sus obras son algo así como un recuerdo maravilloso, temporalmente lógico y compactado con medida.

b) El tiempo irregular, a veces rápido y de pronto muy lento. Los mejores representantes de este estilo serían Dickens (*Grandes ilusiones*) y Dostoievski.

c) El tercer estilo sería el del movimiento lento, en ocasiones lentísimo. Es en cierto modo una protesta contra la esclavitud del tiempo real. Es curioso constatar cómo esta modalidad de tratar el tiempo surge en la literatura cuando se perfeccionan los relojes y se mide cada vez mejor el tiempo real. Este estilo se caracteriza por un tratamiento minucioso de pequeños espacios de tiempo, lo que los alarga inmensamente. Este método es la consecuencia lógica de tratar el "flujo de la conciencia". Sus representantes supremos son: Thomas Mann (*La montaña mágica*), James Joyce (*Retrato del artista adolescente*, *Ulises* [donde el autor tuvo la revolucionaria osadía de escribir un extenso volumen, toda una novela, acerca de un día en la vida de un irlandés]),

Virginia Woolf (*Orlando*) y Marcel Proust (*En busca del tiempo perdido*).

En la literatura existen dos aspectos fundamentales en cuanto al tiempo. Uno es un tratamiento especial de los acontecimientos, que puede o no ser un reflejo del tiempo real, pero sin que el autor señale explícitamente tener una preocupación por el tiempo en sí. El otro se refiere a un interés real en la idea del tiempo: de ello quizá los mejores ejemplos sean Thomas Mann en *La montaña mágica* y John Boynton Priestley en *Los Cawley y el tiempo*. En *La montaña mágica*, Mann ma-





neja tres conceptos del tiempo en diversos personajes. Nafta: el tiempo y la percepción de personas y objetos son una ilusión; Settembrini: la gente y los objetos tienen una existencia real. El fluir del tiempo no es una ilusión, sino una experiencia en sí. Mann nos explica su concepto del tiempo a través de Hans Castorp: es un tiempo en espiral (la aguja de un gramófono sobre el disco).

El capítulo VII de *La montaña mágica* es un recuento de las ideas modernas sobre el tiempo; en él, Mann se pregunta si el tiempo sigue fluyendo en una lata de conserva, en la cual los procesos de cambio están detenidos, premonición de la idea sobre los acontecimientos y el tiempo. Un círculo es el tiempo monótono; la espiral es acción, vida. En cierto modo el concepto del tiempo de Mann es semejante al de Paul Fraisse en cuanto al papel de los acontecimientos, al número de las cosas que pasan; en el “peso” que le damos al tiempo.

Mann hace la siguiente observación:

[...] los años ricos en acontecimientos pasan mucho más lentamente que los años pobres, vacíos y ligeros, que el viento barre y se van volando[...] los grandes espacios de tiempo, cuando su curso es de una monotonía ininterrumpida, llegan a encogerse en una medida que espanta mortalmente al corazón.

Podríamos clasificar a la literatura que trata sobre el tiempo en dos tipos: aquellas obras en las que los sucesos y acontecimientos tienen lugar en un tiempo que puede ser variable, pero que no es la preocupación básica del autor, quien se centra en los sucesos en sí; y aquellas obras en las que la preocupación es el tiempo como tema central del discurso. Estas últimas son más raras y a ellas pertenecen las obras de la investigación en astrofísica (Stephen Hawking), filosóficas (Henri Bergson), clínicas (Eugenio Minkowski) o de ciencia ficción (H.G. Wells).

Con el surrealismo apareció en la literatura la tendencia a dislocar el tiempo; una vez más, a considerarlo como algo esclavizante, cuyas reglas inexorables tendían a coartar la libertad y la creación verdadera, impedían llegar a la emoción literaria que sólo se puede alcanzar cuando desmenuzamos los sucesos y los describimos en un contexto que nada tiene que ver con el tiempo real.

Sin duda, entre los escritores que comenzaron a relatar las experiencias de sus personajes en relación con el tiempo, el más significativo fue Marcel Proust. Éste, que estaba ligado a Bergson por parentesco político, estuvo indudablemente influido por las ideas sobre el tiempo de este gran filósofo, que a la sazón estaba muy de moda en París. De su obra se desprende que “el paraíso perdido” se puede recuperar, está ahí. La rememoración involuntaria no sólo evoca escenas, sensaciones y personas olvidadas, sino que les da un nuevo significado, una hondura simbólica, una extraña belleza que no tuvieron antes. No en vano dio por título al último volumen de su obra *El tiempo recobrado*, y nos dice:

la memoria, al introducir el pasado en el presente, sin modificarlo, tal como era cuando fue presente, suprime precisamente esa gran dimensión del tiempo con arreglo a la cual se realiza la vida.

¡Qué cerca estuvo San Agustín, muchos siglos antes, cuando mencionó que para nosotros sólo existe el presente y que sólo podemos hablar de un pasado-presente, un presente-presente y un futuro-presente! Se ha acusado a Proust de ser excesivamente minucioso, de relatar los hechos con un detalle tal que el tiempo parece paralizarse; mi instrumento —nos dice él— no es el microscopio, sino un telescopio dirigido hacia el tiempo. El gran descubrimiento de Proust fue que los hechos pasados son una fuente inagotable de felicidad, si tenemos la paciencia, la habilidad y el tiempo para recrearlos.

Cabe aquí pensar en la relación de la memoria con el tiempo y preguntarnos qué sucederá dentro de miles de años, cuando la memoria de los hombres tenga una cantidad de datos infinitamente mayor de la que puede ocupar la memoria de un hombre actual. La humanidad está recibiendo un entre-



namiento intensivo en la memorización de experiencias. Hemos conocido nuestra historia y nuestro origen sólo muy recientemente. ¿Cómo será dentro de miles y miles de años? Si todavía existe, la humanidad tendrá una larga historia, y si no seguiremos quemando bibliotecas y archivos y pulverizando ciudades, esa historia universal, fácilmente asequible, perfectamente conservada electrónicamente (los hechos originales, junto con sus críticas y respuestas, a través de los años), será tan extensa que su estudio ocupará gran parte de la vida de muchas personas. Podemos pensar que el cerebro humano, siendo como es, un órgano plástico, poseerá entonces una memoria formidable. Individuos dotados de semejantes cerebros y probablemente más longevos recordarán muchísimo más de lo que Proust pudo haber recordado al recobrar el tiempo perdido. Esto abre una esperanza, si lo que pudiéramos llamar "el método Proust" se divulga y populariza, si verdaderamente se enseña en las escuelas una especie de cronometría, además de la geometría, y se ejercita la capacidad de recordar lo que pasó y no se deja que esto suceda solamente por casualidad o en los sueños.

Tiempo, memoria y predicción

Las funciones necesarias para la integración del concepto de tiempo en la conciencia son la memoria y la capacidad de predicción. Sin estas dos funciones el futuro no tendría sentido y el pasado sería ignorado. El ser viviría en continuos presentes inconexos, como probablemente lo hagan los idiotas. Al respecto, recuerdo especialmente un caso de esclerosis tuberosa que estudiamos guiados por el doctor Dionisio Nieto. Era una joven que vivió algunos años en el manicomio de la Castañeda, y cuya única actividad era contemplar su mano derecha fijamente, como si a cada instante la descubriera por primera vez.

La memoria del tiempo transcurrido se pone en evidencia en las experiencias de habituación sensorial en animales. Este fenómeno consiste en la disminución o abolición de la respuesta producida por un estímulo sensorial cuando, para el animal, ésta deja de poseer un significado por su repetición monótona y, sobre todo, periódica. Este proceso conductual se acompaña de depresión, hasta la desaparición, de las respuestas eléctricas provocadas por los estímulos en las vías sensoriales del animal (potenciales evocados). El animal se "acostumbra" y se vuelve indiferente al estímulo. Lo interesante aquí es el hecho de que el animal es capaz de volver a responder al estímulo (reapareciendo la actividad eléctrica cerebral evocada por él) cuando se cambia la frecuencia de estimulación, es decir, el intervalo entre un estímulo y el siguiente. En el curso de una experiencia de este tipo (Fernández-Guardiola y colaboradores, 1967) observamos que si se suspende un solo estímulo después de una larga serie de ellos (aplicando un destello luminoso cada cuatro segundos durante una hora), el animal vuelve a responder

En el año de 1929, Hans Berger realizó los primeros estudios electroencefalográficos sistemáticos en el hombre. La actividad que se registra en el electroencefalograma (EEG) es el resultado de la suma de las minúsculas corrientes eléctricas que se generan en las neuronas de la corteza cerebral. El EEG se caracteriza por una actividad oscilatoria en la cual se pueden discriminar y cuantificar claramente su frecuencia y su amplitud (esta última varía entre 0.5 y 100 μ V). Con base en el análisis de la frecuencia del EEG se han descrito cuatro ritmos que se han correlacionado de forma muy precisa con diferentes estados funcionales en los individuos adultos:

Ritmo alfa (a) tiene una frecuencia de 8 a 12 ciclos por segundo, una amplitud media que crece y decrece de forma periódica. Es muy conspicuo en las regiones occipitales cuando el individuo está relajado y con los ojos cerrados.

Ritmo beta (b) tiene una frecuencia mayor a 12 ciclos por segundo y es de baja amplitud. Es la actividad dominante cuando el individuo realiza alguna tarea intelectual o tiene los ojos abiertos.

Ritmo theta (q) tiene una frecuencia entre 4 y 8 ciclos por segundo, es de mayor amplitud que el ritmo a. Se presenta en las etapas iniciales del sueño y en algunos estados patológicos.

Ritmo delta (d) tiene una frecuencia de 0.5 a 4 ciclos por segundo, es de gran amplitud. Se presenta en el sueño profundo y en estados patológicos.

El EEG constituye una poderosa herramienta de diagnóstico clínico que es particularmente útil en los casos de coma, en diversas formas de epilepsia y para evaluar la maduración cerebral. En contra de la idea que se ha popularizado, el hecho de que un individuo adulto normal permanezca predominantemente en uno u otro ritmo no tiene ningún valor intrínseco.

J.B.

inmediatamente al estímulo subsiguiente (se deshabitúa) y se producen una reacción de orientación y potenciales eléctricos evocados. Este hecho demuestra que durante la habituación sensorial no todas las células de una modalidad dada se deprimen, sino que, por el contrario, algunas permanecen detectando la duración del intervalo entre los estímulos, pues responden produciendo una activación generalizada en el momento en que no se cumple la aparición sincrónica de un nuevo estímulo. Aquí tenemos que admitir una medida preconsciente o inconsciente de las duraciones, cosa que contradice formalmente la creencia tan difundida sobre la atemporalidad de los fenómenos del inconsciente.

Para comprobar esta hipótesis realizamos experiencias en humanos, sujetos voluntarios a los que sometimos a largas series de estímulos totalmente al azar (estocásticos) y periódicos (isócronos). Con el objeto de que la estimulación tuviera siempre un significado y de que los efectos de la habituación fuesen mínimos, establecimos una situación de tiempo de reacción simple. Al mismo tiempo se registraba el electroencefalograma (EEG). Los resultados muestran que la situación isócrona produce una facilitación de la respuesta, menor variancia y un promedio de tiempo de reacción menor. El registro poligráfico y el EEG pusieron en evidencia que en el transcurso de la estimulación isócrona se desarrolla un estado de expectación que se traduce en atenuación del ritmo electroencefalográfico alfa, aceleración cardíaca, mantenimiento de la respuesta galvánica de la piel y aumento de la respuesta eléctrica a los estímulos por parte de la corteza visual. En esta situación aparecen también respuestas de tipo predictivo, es decir, que se inician antes de la aparición de los estímulos. Esto nunca tiene lugar, desde luego, cuando la estimulación es de tipo estocástico.

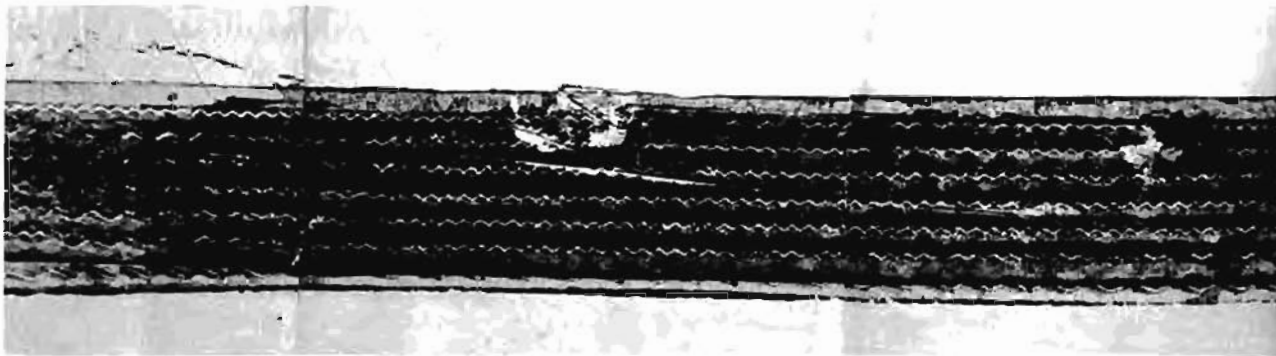
En trabajos posteriores se exploró la velocidad de respuesta de individuos cuando la estimulación se realizó con intervalos fijos de diez segundos, pero introduciendo en el programa de estimulación isócrona algunos estímulos al azar, desde luego no esperados por el sujeto, en los segundos del uno al nueve. Los resultados permitieron trazar una curva de expectación que crece de forma exponencial. Fue notable la



diferencia entre los segundos uno y dos, durante los cuales un estímulo produce una respuesta sumamente lenta, lo que sugiere un estado de desactivación inmediato a la respuesta, que pudiera coincidir con la sincronización cerebral postejecución de los experimentos de condicionamiento. También se encontró que el tiempo de reacción en el segundo nueve era mucho más corto y parecido al diez (óptimo), que el de los segundos seis-siete-ocho.

Estos experimentos demostraron que los sujetos aprendían la duración del intervalo y podían recordarlo. Cuando eran interrogados se obtuvieron las más variadas respuestas. Unos contaban segundos mentalmente, otros lo hacían vocalmente, otros más imaginaban figuras geométricas que crecían progresivamente en el número de lados. Hubo quien contaba sus movimientos respiratorios, pero la mayoría expresó que simplemente "sentía" el intervalo.

Para valorar la duración de la fijación en la memoria de este intervalo se exploró, con los mismos medios poligráficos, la relación que pudiera existir entre los tiempos de reacción (que reflejan la predicción del fin del intervalo) y la estimación del tiempo, es decir, de la duración del intervalo, en ausencia de estímulos. Para esto los sujetos deben responder con rapidez, apretando un botón, ante los estímulos visuales que aparecen una vez cada, por ejemplo, diez segundos, durante diez minutos, e inmediatamente estimar estos mismos intervalos, apretando el botón durante dos minutos, en ausencia de toda estimulación. Estas se-





ries de estimulación, tiempos de reacción y estimación del intervalo se repiten cuatro veces durante cincuenta minutos. De esta forma se puede no solamente establecer si hubo aprendizaje, sino hacer un estudio de correlación entre el tiempo de reacción y la estimación del tiempo. Es decir, entre un proceso que ya sabemos que depende del estado general de alerta y atención, coincidente con ritmos eléctricos cerebrales rápidos y el tiempo subjetivo. Podemos afirmar lo anterior porque la estimación del tiempo, medida por la producción voluntaria de un intervalo, es la expresión invoca del tiempo subjetivo.

Es necesario repetir que la medida del tiempo subjetivo, la estimación del intervalo en estos experimentos, es un proceso aprendido. Los sujetos aprenden la duración de un intervalo que tiene límites netos (una situación de estimulación visual intensa y su respuesta motora) y después intentan reproducirlo. Tanto en la situación de estímulo-respuesta, como en la de producción del intervalo, es posible registrar diversas variables por medios poligráficos y establecer correlaciones múltiples. Las variables registradas en nuestros experimentos, como ya hemos señalado, se refieren al sistema nervioso autónomo (respuesta galvánica de la piel o reflejo psicogalvánico, amplitud y frecuencia de los movimientos respiratorios y frecuencia cardíaca); otras reflejan actividad motora y procesos centrales somáticos (la contracción de los músculos flexores del antebrazo, que precede en más de 50 milisegundos al pulsado del botón por el dedo, o sea al tiempo final de

reacción). Particular empeño pusimos en el análisis del electroencefalograma. Puesto que nuestra situación experimental está acotada por límites precisos, nos interesó investigar si dentro de estos límites de diez segundos aparecían y se repetían patrones de combinaciones de los ritmos cerebrales (delta, theta, alfa, beta; ver recuadro) registrados en las regiones occipitoparietales de ambos hemisferios cerebrales.

La capacidad de experimentar el transcurso del tiempo es semejante a la capacidad de ver u oír; es, pues, una función sensorial, un sentido. Su desaparición en el adulto es más disruptiva que la ceguera o la sordera. Lo mismo que otras modalidades de percepción, es un proceso aprendido que se utiliza como un elemento importante en el control del comportamiento. La única diferencia con los sentidos clásicos es que no conocemos, por el momento, cuál es su receptor.

LECTURAS RECOMENDADAS

De la Fuente, R. y cols., *Biología de la mente*, Fondo de Cultura Económica y El Colegio Nacional, 1998.

Fernández-Guardiola, A., Ayala, F., Kornhauser, S., "EEG, heart rate and reaction time in humans: Effect of variable vs fixed interval repetitive stimuli," *Physiology and behavior*, Vol. 3, 1968, pp. 231-240.

Fernández Guardiola, A., "El sentido del tiempo subjetivo", en: Blank de Cerejido, F. (Ed.), *Del tiempo, Cronos, Freud, Einstein y los genes*, Folios Ediciones, México, 1983, pp 85-113

Fraisse, P., *The psychology of time*, Harper and Row, Nueva York, 1963.

Hoagland, H., "The physiological control of judgment of duration. Evidence for a chemical clock," *Journal of General Psychiatry*, 1933, pp. 267-272.

Mann, T., *La montaña mágica (Der Zauberberg)*, The Modern Library, New York, 1992, p. 775.

Piaget, J., "Time perception in children", en: *The voices of time*, JT Fraser (Ed.) Braziller inc., New York, 1966.

Proust, M., *A la recherche du temps perdu* (y también *Remembrance of things past*), Random House, New York, 1982.

Augusto Fernández Guardiola es profesor emérito de la Facultad de Psicología de la UNAM e investigador del Instituto Mexicano de Psiquiatría.



