



# Neuropsicología de la percepción humana del tiempo

*Neuropsychology of human perception of time*

**Saul Martínez-Horta**

Unidad de Trastornos del Movimiento, Servicio de Neurología, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, España

## Resumen

La percepción del tiempo juega un papel central dentro del conjunto de procesos que rigen la construcción de la realidad que experimentamos. A pesar de ser un fenómeno cotidiano, seguimos sin disponer de un modelo que lo explique en su totalidad. Pero tanto las aproximaciones basadas en modelos neurocognitivos como el estudio de la función normal y alterada del sistema nervioso nos han permitido conceptualizar y entender muchos de los mecanismos necesarios para que el ser humano sea capaz de experimentar, estimar y comprender el tiempo. En este trabajo se desarrollan de manera unificada algunos de los modelos neurocognitivos esenciales para comprender los procesos que rigen la percepción del tiempo, se describe la arquitectura neuronal implicada en la percepción del tiempo y los procesos que de ella dependen y, finalmente, se revisa la fenomenología más compleja o atípica con la que las alteraciones de la percepción del tiempo se pueden presentar en un contexto clínico.

**Palabras clave:** Tiempo. Percepción. Distorsión temporal. Neuropsicología.

## Abstract

*Time perception plays a central role within the set of processes that govern the construction of the reality we experience. Despite being an everyday phenomenon, we still lack a comprehensive model that explains it entirely. However, both neurocognitive model-based approaches and the study of the normal and altered function of the nervous system have allowed us to conceptualize and understand many of the mechanisms necessary for humans to experience, estimate, and comprehend time. In this review, we develop a unified framework for some of the essential neurocognitive models to understand the processes underlying time perception; we describe the neuronal architecture involved in time perception and the processes it relies on; and, finally, we examine the more complex or atypical phenomenology in which alterations of time perception may manifest in a clinical context.*

**Keywords:** Time. Perception. Time distortion. Neuropsychology.

**Autor de correspondencia:**  
Saul Martínez-Horta  
E-mail: smartinezho@santpau.cat

Fecha de recepción: 24-06-2023  
Fecha de aceptación: 01-07-2023  
DOI: 10.24875/KRANION.M23000060

Disponible en internet: 21-09-2023  
Kranion. 2023;18:116-21  
[www.kranion.es](http://www.kranion.es)

## INTRODUCCIÓN

La experiencia subjetiva de la realidad depende de cómo distintos procesos participan en la construcción de nuestro mundo interno mediante la atribución de significado a todo aquello que impacta sobre nuestros sistemas de registro sensorial<sup>1</sup>. Uno de los componentes indisociables de nuestra percepción de la realidad es la forma en que experimentamos el tiempo.

La percepción del tiempo define la experiencia subjetiva de cómo los seres humanos interpretamos y sentimos la duración de un determinado suceso y cómo ubicamos los eventos vividos en un segmento particular de nuestra historia<sup>2</sup>. Esta capacidad para percibir, estimar, recordar y ser conscientes del tiempo define un elemento central del conjunto de procesos con los que dotamos de significado a la realidad<sup>3</sup>. Los primeros signos de desarrollo de la percepción del tiempo ya existen a una edad temprana, perfeccionándose durante la adolescencia y desplegándose de forma plena durante la edad adulta<sup>4,5</sup>. Pero, a pesar de ser un acto cotidiano, el conocimiento relativo a los sistemas que contribuyen a la percepción humana del tiempo es relativamente limitado<sup>6</sup>.

De un modo similar a como hoy en día conceptualizamos otras dimensiones de la percepción humana, la sensación subjetiva de paso del tiempo también resulta fácilmente distorsionada por múltiples factores<sup>1,7</sup>. La distorsión en la percepción del tiempo no define necesariamente un estado patológico, sino una característica inherente a la percepción humana. Sin embargo, determinadas anomalías en la estimación del tiempo pueden también ser consecuencia de cambios patológicos en el sustrato neurobiológico que contribuye a este proceso<sup>1</sup>. Cuando ello deriva en distorsiones significativamente alejadas de la fenomenología de la distorsión cotidiana y benigna, entonces hablamos de alteraciones de la percepción del tiempo<sup>2</sup>. Este tipo de distorsiones han sido objetivadas en distintas condiciones patológicas, contribuyendo al desarrollo de modelos más sofisticados relativos a este proceso. En cualquier caso, seguimos sin disponer de un modelo universal y definitivo que explique de manera precisa la relación entre el funcionamiento del sistema nervioso y la experiencia del tiempo.

## MODELOS NEUROCOGNITIVOS DE LA PERCEPCIÓN DEL TIEMPO

La aproximación conceptual a los procesos que rigen la percepción y la estimación del tiempo que ha predominado durante las últimas décadas se basa en la supuesta existencia de un sistema neuronal equivalente a un reloj central interno cuya frecuencia de conteo sustentaría la estimación del paso del tiempo<sup>8</sup>; no obstante, sin contemplar la participación de otros componentes esta aproximación resulta demasiado simple como para explicar la percepción del tiempo y sus distorsiones.

Los modelos neurocognitivos actuales asumen que determinadas redes neuronales mantienen una actividad oscillatoria regular a lo largo del tiempo, actuando como un mecanismo esencial de conteo del reloj interno<sup>7,9</sup>. Pero esta aproximación requiere toda una serie de componentes que permitan entender la secuencia de procesos que transforman los cambios en la actividad oscillatoria de una red en una percepción de tiempo<sup>10</sup>. Uno de los modelos más aceptados es la Teoría de la expectativa escalar (TES), cuyo desarrollo da continuidad a las primeras aproximaciones mecanicistas relativas a los modelos basados en un reloj u oscilador temporal interno<sup>11,12</sup>. La TES se fundamenta en la interacción de un conjunto de componentes esenciales, cada uno de los cuales participaría en tres procesos necesarios para estimar y percibir el tiempo (Tabla 1, Fig. 1).

Acorde a la TES, el componente de «marcapasos» refiere a una propiedad neuronal que emite pulsos/oscilaciones regulares a una determinada frecuencia constante. El inicio de un evento determinaría que el componente «interruptor» diese paso al acceso de los pulsos/oscilaciones al componente «acumulador», donde se irían registrando los pulsos emitidos. La «cantidad» de oscilaciones regulares representadas en este acumulador se emplearía para estimar el intervalo de tiempo acumulado como unidades de pulsos almacenados. La finalización del evento daría lugar a la activación del componente de memoria de trabajo, que se compararía con la información disponible en el componente de memoria de referencia de las escalas temporales, donde estarían contenidas las representaciones de los intervalos de tiempo conocidos o las expectativas temporales<sup>13</sup>. La decisión o estimación del tiempo sería consecuencia de la comparación entre las unidades almacenadas en el acumulador y las unidades esperadas acorde a la referencia de las escalas temporales.

Atendiendo al necesario desarrollo conceptual en torno a la sensación y conciencia del tiempo, más recientemente se han incorporado componentes como la memoria, la atención o la toma de decisiones al marco teórico de la TES<sup>13,14</sup>. En este sentido, resulta especialmente relevante el Modelo de puerta atencional, que propone que la atención juega un papel fundamental en la percepción del tiempo mediando directamente la relación marcapasos-acumulador y memoria. Haciendo analogía con el papel que juega la atención en la memoria mediante el efecto que ejerce sobre la profundidad del procesamiento de la información, la codificación, el almacenamiento y la calidad de la información incorporada en la memoria, la atención tendría aquí un rol esencial a efectos de facilitar el acceso de los pulsos al acumulador<sup>15</sup>. De este modo, sin recursos atencionales que trabajasen sobre los pulsos que incorporar, se perderían pulsos emitidos por el marcapasos, dando lugar a una impresión de contracción del tiempo secundaria a una menor cantidad de pulsos acumulados. En contraposición, la focalización de la atención a un estímulo permitiría

**TABLA 1.** Esquema de los procesos y componentes de la teoría de la expectativa escalar

Proceso	Componentes
Cronometraje	Marcapasos
Almacenamiento	Memoria de trabajo/acumulador
Decisión	Comparador

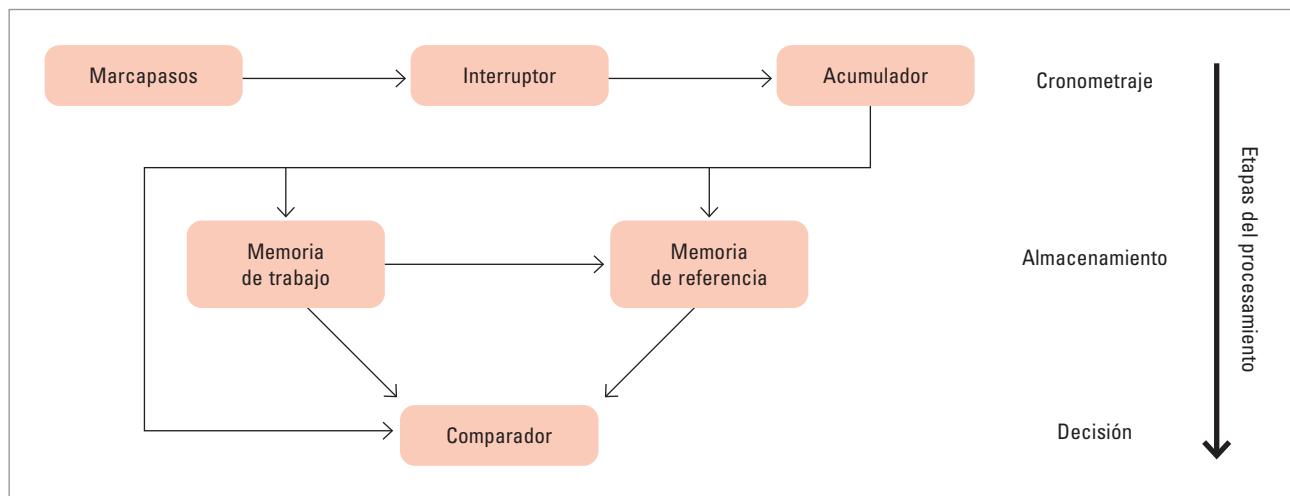


FIGURA 1. Modelo de procesamiento de la información en la teoría de la expectativa escalar (*adaptada de Gibbon et al., 1984<sup>11</sup>*).

tiría que una mayor cantidad de información se codificase en la memoria traduciendo en una percepción del tiempo relativo a ese evento más largo.

Este modelo teórico encaja bien con el Modelo corporeizado de percepción del tiempo. El modelo sugiere que la percepción del tiempo se nutre de la forma en que interactuamos con el mundo y en cómo las experiencias físicas y sensoriales, como el movimiento, la acción y las sensaciones viscerales, influyen en la percepción del tiempo<sup>16</sup>. Así, una actividad física o un estado emocional intenso incrementarían la frecuencia de pulsos del marcapasos derivando en una sobreestimación del tiempo, mientras que un proceso con gran carga cognitiva podría interferir la atención dirigida al marcapasos, dando lugar a una percepción del tiempo reducida<sup>6</sup>. Sobre esta idea merece la pena introducir el concepto de *buffer* o almacén interoceptivo como sistema necesario para almacenar sensaciones internas y sus características (p. ej., duración) relacionadas con eventos en particular<sup>17</sup>.

## ARQUITECTURA NEURONAL DE LA PERCEPCIÓN DEL TIEMPO

Una parte esencial del fenómeno relativo a la percepción del tiempo tiene que ver con la interacción de distintas áreas corticales con los sistemas que configuran el marcapasos o reloj interno, junto con los sistemas que a su vez interactúan con este marcapasos (p. ej., memoria de trabajo, atención, memoria a largo plazo, etc.)<sup>18</sup>.

La corteza prefrontal juega un papel esencial en los procesos de acceso y recuperación de la información relativa a eventos y, por ello, en tanto que existe una clara dependencia entre memoria, estimación y percepción del tiempo, la corteza prefrontal y toda la arquitectura fronto-subcortical participa activamente en la apreciación del tiempo<sup>19</sup>. La corteza prefrontal también sustenta el mantenimiento y la alternancia del foco atencional, permitiendo que el conteo de pulsos y la codificación de la información resulten efectivas, del mismo modo que contribuye a los procesos de monitorización, predicción y estimación<sup>20</sup>. Pero, incuestionablemente, uno de los procesos con mayor dependencia prefrontal es el papel que esta región juega en la formación de representaciones mentales y en la organización coherente de dichas representaciones acorde a secuencias temporales.

Determinadas poblaciones de neuronas de los ganglios basales exhiben una actividad oscilatoria rítmica que tiende a sincronizarse con la actividad oscilatoria talámica y cortical, definiendo un hipotético, pero plausible, componente del marcapasos interno<sup>21</sup>. Paralelamente, la actividad oscilatoria de los ganglios basales muestra patrones de sincronización y desincronización con el inicio, el mantenimiento y la finalización de los actos motores y cognitivos, siendo esencial para la anticipación y la estimación de la dimensión temporal que acompaña al movimiento y la cognición. Diversos trabajos han demostrado que los ganglios basales juegan un papel central en el procesamiento de unidades temporales en el orden de

**TABLA 2.** Clasificación y fenomenología de las distorsiones del tiempo y de las anomalías temporales

Distorsión del tiempo	Descripción	Ejemplo
Tipo I	Errores retrospectivos en la valoración del tiempo	Tener la sensación de que el verano del año pasado fue ayer
Tipo II	Incapacidad para evaluar correctamente el paso del tiempo en curso	Sobreestimar o subestimar significativamente las duraciones
Tipo III	Incapacidad para percibir el paso del tiempo en curso («retención»)	No tener idea de cuánto tiempo ha pasado o a qué velocidad está pasando
Tipo IV	Fenómenos de cámara rápida y cámara lenta	Experimentar el tiempo como acelerado o desacelerado en el aquí y ahora
Tipo V	Alteraciones extrañas de la percepción del tiempo	Tener la sensación de que el tiempo se detiene, o se mueve en círculos, o va hacia atrás

Anomalías temporales	Descripción	Ejemplo
Tipo I	Desorientación temporal	No saber qué día es, no saber qué hora es
Tipo II	Experiencia de desfase temporal	No recordar el tramo de tiempo anterior
Tipo III	Taquipsiquia	Experimentar que el tiempo se acelera o se ralentiza, pero en consonancia con el estado mental y físico general de la persona
Tipo IV	Delirio temporal	Estar convencido de que el pasado nunca ha existido, de que el futuro nunca llegará, de que el tiempo es discontinuo
Tipo V	Reduplicación del tiempo	Estar convencido de que se vive simultáneamente en el presente y en otro tiempo
Tipo VI	Agnosia temporal	Incapacidad para comprender el concepto de tiempo y/o cronología
Tipo VII	Experiencia mística del tiempo	Experimentar que se vive en un presente eterno

Adaptada de Blom et al., 2021<sup>32</sup>.

milisegundos o de pocos segundos, viéndose esta función modulada por la disponibilidad dopamínégica, tal como perfectamente ilustra la sobreestimación e infraestimación del tiempo que puede producirse en condiciones de *on* y *off* farmacológico en el contexto de la enfermedad de Parkinson<sup>1,22,23</sup>.

El surco intraparietal lateral y el giro angular son esenciales en la estimación de las órdenes de magnitud, siendo nodos centrales, por ejemplo, para los procesos aritméticos<sup>24</sup>. Pero más allá del papel de la corteza parietal lateral en la estimación de la magnitud numérica, está igualmente implicada en la computación de la magnitud relativa al espacio, el tamaño, la velocidad y el tiempo<sup>25</sup>. En este sentido, posiblemente una de las funciones de la corteza parietal lateral en la estimación del tiempo tenga que ver con su participación en la computación de las soluciones derivadas de las relaciones entre espacio y velocidad de los objetos, donde la idea de «tiempo» es una consecuencia natural esperable de dichas computaciones.

En lo relativo al cerebelo, se cree que de esta estructura dependen dos sistemas implicados en el procesamiento del tiempo: un sistema automático, que actuaría vía circuitos motores cerebelosos y que participaría en el procesamiento de eventos temporales del orden de milisegundos; y un sistema controlado, que relacionaría el cerebelo con regiones frontales y parietales y que sería parte de la arquitectura cerebral dedicada al procesamiento de eventos del orden de minutos<sup>7</sup>.

La memoria episódica tiene una dimensión temporal evidente sobre los recuerdos<sup>26</sup>. El despliegue de sistemas relacionados con el acceso y la recuperación de la memoria episódica, como el *buffer* episódico, requiere la organización y el almacenamiento de los eventos acorde a un instante en el tiempo. Por ello, el hipocampo y determinadas neuronas hipocampales tiene una función esencial en la estimación del tiempo, en el dominio temporal de los recuerdos y en la organización temporal de las secuencias de eventos que los componen<sup>27</sup>.

## FENOMENOLOGÍA DE LAS ALTERACIONES DE LA PERCEPCIÓN DEL TIEMPO EN CONTEXTO CLÍNICO

En la enfermedad de Parkinson, numerosos trabajos han demostrado anomalías en el procesamiento y la estimación del tiempo, evidentes en las alteraciones del inicio y el mantenimiento del ritmo, pero también en la estimación de la duración de los eventos<sup>1</sup>. En la esquizofrenia, especialmente en pacientes tratados con fármacos antipsicóticos, existe también una notable distorsión de la duración de los eventos respecto a controles sanos que encaja en gran medida con las anomalías detectadas en personas con enfermedad de Parkinson y con la asunción de que el tono dopaminérgico contribuye, por exceso al alza y por defecto a la baja, a la tasa de conteo del marcapasos interno<sup>23</sup>. También se han identificado anomalías en la percepción del tiempo en el autismo, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad y la depresión. Toda la evidencia acumulada en torno a este grupo de enfermedades y trastornos puede consultarse en las distintas revisiones que se han publicado al respecto<sup>23</sup>.

En relación con la fenomenología con que pueden manifestarse algunas de las alteraciones más atípicas de la percepción temporal en un contexto clínico existe menos información. Las experiencias de desfase temporal o *time-gap experiences* definen, en la mayoría de los casos, fenómenos totalmente normales donde, tras la formación de un hábito en lo relativo a tareas complejas (p. ej., conducir), se realiza la tarea sin plena conciencia o foco atencional dirigido, dando lugar a distorsiones notables sobre el paso del tiempo. Ocasionalmente, estos fenómenos adquieren matices sobredimensionados, como puede suceder en el contexto de fenómenos de amnesia global transitoria<sup>28</sup>. Las lesiones talámicas, especialmente en el núcleo dorsomedial, y las lesiones parietales derechas pueden asociar el fenómeno conocido como *cronotaxis*<sup>29,30</sup>. En ausencia de otros déficits o en coocurrencia con déficits que no pueden explicar la cronotaxis (p. ej., afasia), los pacientes muestran importantes dificultades para saber la fecha, identificar cuándo sucedió un evento, cuánto tiempo ha durado o está durando la visita o cuánto tiempo es necesario para recorrer una distancia conocida, presentándose el fenómeno no tanto como un fallo de la memoria o de la actualización, sino como una evidente sobreestimación o subestimación del tiempo. Curiosamente, en algunos casos donde, por cuadros mediados por diversas causas, se ha desarrollado un síndrome de Alicia en el país de las maravillas, se han reportado fenómenos tanto persistentes como transitorios de distorsión del tiempo que habitualmente adquieren la forma de dificultades en la capacidad de percibir el paso del tiempo en el momento presente junto a episodios transitorios de fenómenos tipo *quick-motion*, donde tanto el paso del tiempo como los movimientos de uno mismo, de los demás

e incluso el tono de la voz se aceleran dramáticamente como si se tratase de una película a cámara rápida<sup>31,32</sup>. Estos fenómenos de alteración perceptiva de la velocidad también se han comunicado en la migraña en forma de experiencias de velocidad incrementada, pero también al contrario, a cámara lenta<sup>33</sup>. También se han publicado anécdotas clínicas donde ambos fenómenos coexisten a la vez<sup>32</sup>. Finalmente, cabe clasificar las distorsiones del tiempo según el tipo de fenómeno y el tipo de alteración, lo que permite una interesante aproximación a la fenomenología de estos episodios que se sintetiza en la tabla 2.

## CONCLUSIONES

La experiencia del tiempo da sentido y coherencia a la experiencia misma de la realidad, a nuestro mundo externo e interno, al pasado, el presente y el futuro. Al igual que sucede con cualquier otro evento inherente a nuestra condición, resulta imposible atribuir la conciencia sobre el tiempo a una estructura cerebral o a un proceso neucognitivo en particular. Tanto la estimación y la percepción más elemental del paso del tiempo como la integración y la vivencia de la experiencia del tiempo son el resultado de una compleja interacción de sistemas y procesos parcialmente conocidos cuyo funcionamiento hipotetizamos de acuerdo con modelos cognitivos que se despliegan gracias a una compleja interacción de sistemas cerebrales.

Las distorsiones de la percepción del tiempo suceden en contextos de normalidad y en determinados cuadros patológicos, donde ocasionalmente pueden asociar una fenomenología compleja y atípica, pero que es preciso conocer.

Aun sin tener un modelo definitivo que explique cómo se origina la experiencia del tiempo cronológico, se dispone de modelos bien establecidos que permiten disecionar los procesos que contribuyen a dicha experiencia. Desde una perspectiva neuropsicológica, podemos explorar la percepción del tiempo en el contexto clínico más allá de la mera identificación del síntoma o del fenómeno, adentrándonos en la valoración de los procesos cuya disfunción aislada puede explicar la alteración de la percepción del tiempo. En cualquier caso, debemos continuar construyendo modelos más completos y sólidos en torno a los procesos que rigen la percepción del tiempo, así como profundizar en las implicaciones que determinadas manifestaciones relativas a la distorsión del tiempo juegan en la expresión clínica de las enfermedades con que trabajamos.

## FINANCIACIÓN

El presente trabajo no ha recibido ninguna subvención oficial, beca o apoyo de un programa de investigación destinados a la redacción de su contenido.

## CONFLICTO DE INTERESES

El autor no comunica conflicto de intereses en relación con el contenido del trabajo.

## RESPONSABILIDADES ÉTICAS

### Protección de personas y animales

El autor declara que para este trabajo no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

### Confidencialidad de los datos

El autor declara que en este trabajo no aparecen datos de pacientes.

### Derecho a la privacidad y consentimiento informado.

El autor declara que en este trabajo no aparecen datos de pacientes.

### Uso de inteligencia artificial generativa

El autor declara que no ha utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni en la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Allman MJ, Meck WH. Pathophysiological distortions in time perception and timed performance. *Brain*. 2012;135(Pt 3):656-77.
2. Meck WH. Neuropsychology of timing and time perception. *Brain Cogn*. 2005;58(1):1-8.
3. Block RA, Gruber RP. Time perception, attention, and memory: A selective review. *Acta Psychol (Amst)*. 2014;149:129-33.
4. Bahrick LE, Flom R, Lickliter R. Intersensory redundancy facilitates discrimination of tempo in 3-month-old infants. *Dev Psychobiol*. 2002;41(4):352-63.
5. Hillenbrand J, Minifie FD, Edwards TJ. Tempo of spectrum change as a cue in speech-sound discrimination by infants. *J Speech Hear Res*. 1979;22(1):147-65.
6. Di Lernia D, Serino S, Pezzulo G, Pedroli E, Cipresso P, Riva G. Feel the time. Time perception as a function of interoceptive processing. *Front Hum Neurosci*. 2018;12:74.

7. Ivry RB, Spencer RM. The neural representation of time. *Curr Opin Neurobiol*. 2004;14(2):225-32.
8. Meck WH. Selective adjustment of the speed of internal clock and memory processes. *J Exp Psychol Anim Behav Process*. 1983;9(2):171-201.
9. Jantzen KJ, Steinberg FL, Kelso JA. Functional MRI reveals the existence of modality and coordination-dependent timing networks. *Neuroimage*. 2005;25(4):1031-42.
10. Buonomano DV, Laje R. Population clocks: Motor timing with neural dynamics. *Trends Cogn Sci*. 2010;14(12):520-7.
11. Gibbon J, Church RM, Meck WH. Scalar timing in memory. *Ann N Y Acad Sci*. 1984;423:52-77.
12. Treisman M, Faulkner A, Naish PL, Brogan D. The internal clock: Evidence for a temporal oscillator underlying time perception with some estimates of its characteristic frequency. *Perception*. 1990;19(6):705-43.
13. Staddon JE, Higa JJ. Time and memory: Towards a pacemaker-free theory of interval timing. *J Exp Anal Behav*. 1999;71(2):215-51.
14. Brown SW. Time perception and attention: The effects of prospective versus retrospective paradigms and task demands on perceived duration. *Percept Psychophys*. 1985;38(2):115-24.
15. Warden JH, O'Rourke SC, Matchwick C, Min Z, Maeers S. Task switching and subjective duration. *Q J Exp Psychol (Hove)*. 2010;63(3):531-43.
16. Droit-Volet S, Gil S. The time-emotion paradox. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2009;364(1525):1943-53.
17. Craig AD. Emotional moments across time: A possible neural basis for time perception in the anterior insula. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2009;364(1525):1933-42.
18. Harrington DL, Zimbelman JL, Hinton SC, Rao SM. Neural modulation of temporal encoding, maintenance, and decision processes. *Cereb Cortex*. 2010;20(6):1274-85.
19. Genovesio A, Tsujimoto S, Wise SP. Feature- and order-based timing representations in the frontal cortex. *Neuron*. 2009;63(2):254-66.
20. Genovesio A, Tsujimoto S, Wise SP. Neuronal activity related to elapsed time in prefrontal cortex. *J Neurophysiol*. 2006;95(5):3281-5.
21. Meck WH, Benson AM. Dissecting the brain's internal clock: How frontal-striatal circuitry keeps time and shifts attention. *Brain Cogn*. 2002;48(1):195-211.
22. Harrington DL, Castillo GN, Greenberg PA, Song DD, Lessig S, Lee RR, et al. Neurobehavioral mechanisms of temporal processing deficits in Parkinson's Disease. *PLoS One*. 2011;6(2):e17461.
23. Jones CR, Jahanshahi M. Dopamine modulates striato-frontal functioning during temporal processing. *Front Integr Neurosci*. 2011;5:70.
24. Husain M, Nachev P. Space and the parietal cortex. *Trends Cogn Sci*. 2007;11(1):30-6.
25. Fontes R, Ribeiro J, Gupta DS, Machado D, Lopes-Junior F, Magalhaes F, et al. Time perception mechanisms at central nervous system. *Neurol Int*. 2016;8(1):5939.
26. Holscher C. Time, space and hippocampal functions. *Rev Neurosci*. 2003;14(3):253-84.
27. Eichenbaum H. Time cells in the hippocampus: A new dimension for mapping memories. *Nat Rev Neurosci*. 2014;15(11):732-44.
28. Arena JE, Rabenstein AA. Transient global amnesia. *Mayo Clin Proc*. 2015;90(2):264-72.
29. Spiegel EA, Wycis HT, Orchinik C, Freed H. Thalamic chronotaxis. *Am J Psychiatry*. 1956;113(2):97-105.
30. Espinosa-Rueda J, Lambea-Gil A, Gomez-Iglesias P. Cronotaxis como síntoma guía de un infarto talámico medial. *Rev Neurol*. 2022;75(12):383-5.
31. Weidenfeld A, Borusiak P. Alice-in-Wonderland Syndrome—a case-based update and long-term outcome in nine children. *Childs Nerv Syst*. 2011;27(6):893-6.
32. Blom JD, Nanuashvili N, Waters F. Time distortions: A systematic review of cases characteristic of Alice in Wonderland Syndrome. *Front Psychiatry*. 2021;12:668633.
33. Beh SC, Masrour S, Smith SV, Friedman DI. Clinical characteristics of Alice in Wonderland Syndrome in a cohort with vestibular migraine. *Neurol Clin Pract*. 2018;8(5):389-96.