



El cerebro y la percepción del tiempo*

Mónica Anaid Ramírez Aguilar

Especialidad en Neuropsicología

Universidad Nacional Autónoma de México.

Resumen: La percepción del tiempo es una función fundamental que requiere la actividad neural de varios sistemas cerebrales. La habilidad de percibir el tiempo se ha asociado al funcionamiento de un reloj interno así como con áreas cerebrales específicas. Dentro de la investigación de la percepción del tiempo la edad es una variable que presenta cambios a lo largo de la vida mientras que las emociones presentan variaciones en la sobrestimación y subestimación del tiempo. De esta manera esta revisión pretende destacar la importancia del estudio de la percepción del tiempo.

Palabras clave: tiempo; percepción temporal; emociones y edad.

* Trabajo tutorado por la Dra. Gabriela Orozco Calderón.

Recibido: 17 octubre 2015 / Aceptado: 12 mayo 2016.

Imagen de cabecera: La persistencia de la memoria de Salvador Dalí

Brain and time perception

Abstract: Time perception is a key function requiring the neural activity of various brain systems. The capacity to perceive time has been associated to the functioning of a body clock as well as specific brain areas. The investigation of time perception considers age as a variable that is subject to changes over the lifetime while emotions change in the overestimation and underestimation of time. This review is intended to highlight the importance of research of time perception.

Keywords: time; time perception; emotions; age.

Introducción

El tiempo es una magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos, así podemos ordenar los sucesos en secuencias, estableciendo un pasado, un futuro y un tercer conjunto de eventos ni pasados ni futuros respecto a otro, es decir, el presente que se compone de eventos simultáneos (Hacyan, 2004; Mosca, 2006; Torá, 2012). Su unidad básica en el Sistema Internacional es el segundo; el reloj es el instrumento capaz de medir el tiempo natural en: días, años, fases lunares y en unidades convencionales: horas, minutos y segundos (Mosca, 2006; Torá, 2012).

La percepción temporal o del tiempo se refiere a la estimación, percepción y orden de intervalos temporales; también se conoce a la percepción temporal como el tiempo psicológico o subjetivo, considerado como la experiencia interna de cuánto tiempo ha transcurrido y con cuánta lentitud o rapidez; esta información temporal permite la representación del entorno en el sistema cognoscitivo (Meck, 1996; Zakay, 2014).

La percepción de la aceleración o lentitud del paso del tiempo se ha relacionado con la motivación intrínseca y con qué tan pendiente se está de que ha pasado cierta cantidad de tiempo, es decir, mirar el reloj constantemente esperando a que el tiempo pase más rápido; por lo que personas con una alta motivación intrínseca y que no dan importancia a cuánto tiempo este transcurriendo son quienes perciben una aceleración del paso del tiempo en comparación con personas con una baja motivación intrínseca y que están revisando el reloj constantemente, ellos perciben el paso del tiempo enlentecido (Conti, 2001; Gable & Poole, 2012). También se ha reportado que el aburrimiento se relaciona con la percepción del enlentecimiento del tiempo (Zakay, 2014).

Las pruebas para evaluar la percepción temporal utilizan principalmente dos paradigmas: en el primero, llamado prospectivo, una persona intencionalmente codifica la información temporal como parte de la experiencia del período de tiempo, es decir, una duración experimentada; mientras que en el paradigma retrospectivo una persona incidentalmente puede codificar información temporal y cualquier información relevante puede ser recuperada desde la memoria, es decir, es una duración recordada (Block & Zakay, 1997).

La percepción temporal o del tiempo tiene una estrecha relación con el término *timing* que se refiere a la duración de un evento, es decir, la estimación de la duración, así como a la predicción de la probabilidad de que un evento ocurra, incluyendo la realización de un juicio de orden temporal que permite determinar si el evento ocurrió antes o después de cierto punto temporal de referencia; sin embargo, el *timing* se relaciona más con el concepto del reloj interno, del que se hablará más adelante.

Se puede dividir al *timing* en explícito e implícito. En el primero la estimación de la duración del estímulo o el intervalo interestímulo es abierta; puede evaluarse por medio de la discriminación perceptual (*timing* perceptual) en donde la persona establece si la duración de un estímulo o intervalo es corto o más largo que otro, como por ejemplo, en la prueba de estimación verbal de tiempo, reproducción temporal y discriminación de la duración. También puede evaluarse en forma de una respuesta motora (*timing* motor); en este las personas representan la duración con un acto motor, sostenido, retrasado o periódico, evalúa el funcionamiento motor, organización temporal, rapidez y coordinación. Algunas pruebas de *timing* motor son: oscilación dactilar (*finger tapping test*), movimientos rítmicos de los dedos y la prueba de sincronización sensoriomotora.

El *timing* implícito se refiere al uso de patrones temporales de estímulos sensoriales o respuestas motoras en acontecimientos no temporales que permiten la estimación, predicción y juicio de orden temporal; por ejemplo, el uso de semáforos en el que se asocia entre una señal sensorial y la duración del evento permitiendo una predicción temporal que dirige y ajusta el comportamiento (Coull, Cheng & Meck, 2011; Rubia & Smith, 2004; Thönes & Oberfeld, 2015).

Teorías del reloj interno

La estimación subjetiva del tiempo requiere que el organismo use un reloj interno para medir el tiempo objetivamente sin el uso de relojes. El mecanismo de este reloj sigue la ley de Weber, en donde el estímulo y la señal desencadenan una conducta proporcional al estímulo; los componentes de este reloj son tres: un reloj, un almacén de memoria y un componente de decisión/comparación (Matell & Meck, 2000).

La rapidez y el almacén de memoria de este reloj pueden ser influidas por sustancias de abuso, como las drogas (Ashton, 2001), enfermedades (Davalos, Kisley & Ross, 2003), modalidad del estímulo (Rubia & Smith, 2004), temperatura corporal y la

atención (Matell & Meck, 2000). Es necesario resaltar que el almacén de memoria (memoria, vista como el proceso completo) y la atención son procesos cognitivos esenciales en la percepción temporal porque su funcionamiento permite una coordinación y coherencia temporal en la secuencia de respuestas. En general se ha relacionado que la corteza frontal y los ganglios basales y de manera más específica las conexiones talámico-corticales hacia el estriado se involucran con la percepción del tiempo, la memoria y atención (Meck & Benson, 2002).

Existe una amplia cantidad de teorías que explican el funcionamiento del reloj interno, estos modelos se pueden dividir en tres basados en el mecanismo de la etapa del reloj (Matell & Meck, 2000): 1) El modelo del marcapasos: se compone de un marcapasos y un acumulador, que actúan como contadores de pulsos, encargados del conteo del tiempo; el acumulador se activa con la presencia de una señal y cuenta la cantidad de pulsos que salen del marcapasos y su duración. 2) El modelo de proceso-decaimiento: se basa en el decaimiento de la actividad de la memoria, con esto se estima el tiempo, sirviendo cada decaimiento para el conteo específico del tiempo. 3) El modelo del oscilador-coincidencia de detección: un estímulo puede sincronizar las neuronas en un área de la corteza, actuando como la señal de comienzo, como cada una de las neuronas produce su propio y particular patrón de la activación en el tiempo, cada intervalo es asociado con un patrón único de activación.

Estructuras cerebrales y percepción del tiempo

La percepción del tiempo, al igual que otras funciones, se ha tratado de vincular con un área específica del cerebro, pero las investigaciones (Pouthas *et al.*, 2005; Buhusi & Meek, 2005) han revelado que no participa solamente un área sino un conjunto de ellas; las principales que destacan por su participación son las siguientes:

Cerebelo: Los procesos en el control temporal más fino en el rango de milisegundos, así como el control motor preciso, se ha asociado al funcionamiento cerebelar (Buonomano & Karmarkar, 2002). El cerebelo posterior, se hipotetiza, usa un modelamiento hacia atrás, para predecir las consecuencias sensoriales del comportamiento motor de los estímulos puramente perceptuales, pero únicamente cuando el *timing* de los estímulos perceptuales tiene que ser predicho; también se ha manifestado que esta región se activa cuando se hacen predicciones temporales de la

velocidad de un estímulo visual dinámico o de señales simbólicas temporales (Coull, Cheng & Meck, 2011).

Ganglios basales (GB): Se ha identificado que los GB se activan en la estimación temporal de segundos a minutos (Buonomano & Karmarkar, 2002), esta área participa en el *timing* motor y perceptual; en el primero también colabora el área suplementaria motora. El *timing* motor se refiere a tareas en las que se tiene que seguir un patrón motor, mientras que el *timing* perceptual se pide a las personas que temporicen un intervalo externo especificado y lo discriminen (Coull, Cheng & Meck, 2011).

Estriado: Forma parte de uno de los principales núcleos de los GB, por lo que tiene un importante rol en el funcionamiento motor, recibe inputs moduladores dopaminérgicos desde la sustancia nigra pars compacta (SNPC). Se ha declarado que el estriado se activa en tareas de discriminación temporal, además la lesión en la SNPC y en pacientes no medicados con Parkinson produce dificultades en el desempeño de tareas de discriminación temporal, resaltando la importancia del estriado en el desempeño en tareas de discriminación temporal (Matell & Meck, 2000; Noback *et al.* 2005).

Corteza prefrontal: La activación del área prefrontal derecha en tareas de *timing* explícito se ha vinculado con un rol de monitoreo y mantenimiento para la actualización y organización entre los intervalos memorizados y los actuales (Mangels, Ivry & Shimizu, 1998). Se ha investigado que los pacientes con daño en la corteza orbitofrontal tienen una sensación subjetiva del tiempo más rápida por lo que sobrestiman el tiempo (Berlin, Rolls, & Kischka, 2004); además se ha revelado que las personas impulsivas eligen recompensas más pequeñas e inmediatas porque estiman la duración temporal como subjetivamente más larga en comparación con las personas autocontroladas (Wittmann, Leland & Paulus, 2007).

Edad y percepción del tiempo

La percepción temporal presenta variaciones a lo largo de la vida. De acuerdo con Lewkowicz (2000), en los primeros meses de vida se elabora el desarrollo de la percepción temporal con una representación sensorial de los objetos que rodean al bebé, organizándose los objetos temporalmente y los eventos siendo representados por cualidades sensoriales multimodales; además del incremento de los recursos atencionales para la construcción de la percepción temporal. Zélanti y Droit-Volet (2011) proponen que existen diferencias relacionadas con la edad en la sensibilidad

temporal, siendo mejores las personas más jóvenes en comparación con personas adultas mayores. En un principio los niños entre 5 a 9 años mejoran en la discriminación temporal entre intervalos largos y cortos, procesando de manera cada vez más precisa e incrementando su *span* (lapso) temporal. Los jóvenes (M=22,75 años) son mejores que los niños en la discriminación temporal, ya que su atención y funciones ejecutivas están desarrolladas al máximo para responder de manera adecuada a este tipo de tareas; en comparación con las personas adultas mayores quienes su bajo desempeño se relacionó con déficits en la memoria de trabajo lo que afecta su sensibilidad temporal. Este bajo desempeño se ha asociado al envejecimiento cognitivo, presentándose una disminución de las capacidades de la memoria de trabajo y recursos atencionales (Baudouin *et al.*, 2006).

Además, se han encontrado diferencias en la activación cerebral al realizar tareas de percepción del tiempo: los adultos (20-53 años) parece que tienen una mayor especialización en el proceso, usando áreas más frontales, correspondientes a la red neuronal fronto-cerebelar de la percepción temporal fina, en comparación con los niños que tienen una mayor activación de la parte posterior cerebelar de esta red; mientras que los jóvenes (10-19 años) tienen una activación menos especializada, usando áreas límbicas, paralímbicas y regiones posteriores del cerebro (Smith *et al.*, 2011). Se ha evidenciado también una disminución en la producción de intervalos de tiempo con la edad avanzada, presentándose una falta de ajuste o sincronización entre la rapidez del tiempo físico y el tiempo subjetivo o interno (Espinosa-Fernández *et al.*, 2003).

Estas dificultades que los adultos mayores presentan en la percepción temporal se han asociado con el declive cognitivo relacionado con la edad, que ocurre debido al proceso normal de envejecimiento, es decir, no es patológico. Conforme la edad incrementa se pierde el funcionamiento cerebral óptimo dentro de las áreas principales, causando un deterioro importante; estas son: el hipocampo, que permite la formación de la memoria a largo plazo y su mantenimiento, y la corteza prefrontal, que posibilita el funcionamiento de la memoria de trabajo que involucra el mantenimiento de la información por un período breve de tiempo (McQuail, Frazier & Bizon, 2015).

Además, se ha expuesto que la personalidad tiene una relación con la percepción subjetiva individual de la edad, es decir, qué tan joven o mayor una persona se percibe. De acuerdo con el modelo de los cinco factores de personalidad, la extroversión en adultos de mediana edad y mayores se relaciona con una percepción

de ellos mismos más jóvenes en comparación con su grupo de edad; mientras que los adultos jóvenes con personalidad responsable piensan y actúan de manera más madura que los miembros típicos de su grupo de edad (Stephan & Demulier, 2012). Por lo que no solamente el proceso normal de envejecimiento interviene en la percepción temporal sino que se incluye la subjetividad individual; es así como los parámetros objetivos y subjetivos tienen una influencia en la percepción del tiempo y la edad.

Emoción y percepción del tiempo

El reconocimiento de las expresiones faciales relacionadas con las emociones comienza desde que los niños son muy pequeños. A los tres meses son capaces de detectar la correspondencia entre las expresiones faciales y vocales, prefieren a sus madres sobre los extraños y las caras correctamente colocadas a las caras rotadas 180°. A los cuatro meses pueden discriminar las expresiones faciales y vocales de miedo, enojo, tristeza y felicidad cuando se presentan en un contexto familiar. De los cinco a siete meses de edad pueden detectar significados comunes en las expresiones faciales y vocales que les permite asociar una cara feliz con una voz feliz. De los ocho a diez meses los niños usan el reconocimiento emocional como referencia social, apoyándose en señales contextuales como su familia y señales sensoriales (luz, ritmo, texturas) (Walker-Andrews, 1998).

La emoción puede ser definida por la manera en la que se produce, su procesamiento comienza con un evento específico, después se realiza una evaluación cognitiva de la situación, desencadenando una serie de patrones de reacción fisiológicos, posteriormente el organismo se prepara para la acción (por ejemplo, realizar un movimiento) y, a su vez, el sistema se regula y controla la inhibición; la emoción tiene una duración de segundos a minutos (Mesquita & Frijda, 1992). Existen otros términos relacionados con las emociones, que son muy parecidos pero que cada uno involucra aspectos diferentes. Uno de ellos es el estado de ánimo, que es una experiencia emocional con una valencia positiva o negativa, es menos intenso y menos específico que las emociones, tiene una duración de horas a días. Y para finalizar los sentimientos, que incluyen a la emoción y al estado de ánimo, permiten la caracterización del aspecto subjetivo por medio del lenguaje, clasificando en un rango de placer-dolor los eventos; su intensidad y duración, de igual manera, son subjetivos (Kimble *et al.* 2002).

El reconocimiento de caras humanas y expresiones faciales son universales ya que la interpretación de cada una de las emociones es reconocida independientemente del lenguaje y las diferencias culturales de los observadores. Se ha propuesto que existen seis emociones básicas o primarias que son acompañadas por expresiones faciales únicas que las hacen ser diferentes unas de otras; estas son: tristeza, miedo, asco, sorpresa, alegría y enojo (Ekman & Friesen, 1971).

Las emociones y la percepción del tiempo se relacionan de manera importante. Se ha revelado que los recursos atencionales tienen una influencia en la velocidad de la percepción del tiempo (Scherer, 2009), además, dependiendo de la emoción que se identifique hay una sobrestimación (juzgar el paso del tiempo como más largo) o subestimación (juzgar el paso del tiempo como más corto o breve) del tiempo. El reconocimiento de caras neutras es juzgado de manera diferente en comparación con caras expresando las emociones primarias (Gil & Droit-Volet, 2011).

La sobrestimación del tiempo se ha investigado que ocurre cuando es percibida una cara de enojo (Gil, Niedenthal & Droit-Volet, 2007), de miedo (Droit-Volet *et al.*, 2010) y de felicidad (Efron *et al.*, 2006). Por otra parte, la subestimación se ha observado que ocurre en la expresión facial de vergüenza (Gil & Droit-Volet, 2011); mientras que la emoción básica de asco no tiene distorsión del tiempo (Gil & Droit-Volet, 2009). Estas variaciones en la percepción del tiempo se han asociado a la función adaptativa de cada emoción, así como con el nivel de activación o arousal que produce la emoción, mientras que haya un mayor nivel de activación se producirá una sobrestimación del tiempo y a un menor nivel de activación se producirá una subestimación del tiempo (Efron *et al.*, 2006; Gil & Droit-Volet, 2011; Gil, Niedenthal & Droit-Volet, 2007).

También se han descubierto diferencias en el reconocimiento emocional en rostros asociado a la edad. Los adultos mayores (60-85 años) reconocen incorrectamente la etiqueta lexical de las emociones de felicidad, tristeza y sorpresa; asimismo presentan fallas en el reconocimiento de estímulos faciales de disgusto y miedo, esto comparado con adultos jóvenes (18-39 años); esta dificultad podría deberse a que el reconocimiento emocional cambia con la edad, pero los adultos mayores aún pueden compensar sus pérdidas en el reconocimiento emocional debido a que el reconocimiento de las emociones no se basa solamente en las expresiones faciales sino en otros estímulos como el tono de la voz (Isaacowitz *et al.*, 2007).

Conclusiones

La percepción del tiempo es una función importante que se involucra en todo momento de nuestra vida de manera implícita por lo que es difícil su disociación de otros procesos cognitivos. Sin embargo, al analizar la influencia de la percepción del tiempo en variables como la edad y la emoción, la percepción del tiempo resalta su importancia, desde la manera en que esta habilidad se desarrolla de manera ontogenética hasta su variación a lo largo de la vida. Por lo tanto, la importancia en la investigación de la percepción temporal destaca por el reconocimiento del complejo funcionamiento cerebral que permite el óptimo funcionamiento de varias funciones cognitivas de manera armónica para que un individuo interactúe de forma adecuada en los diversos contextos sociales en que participe.

Referencias bibliográficas

- ASHTON, H. 2001: Pharmacology and effects of cannabis: a brief review. *British Journal of psychiatry* 178: 101-106.
- BAUDOIN, A.; VANNESTE, S.; POUTHAS, V. & ISINGRINI, M. 2006: Age-related changes in duration reproduction: Involvement of working memory processes. *Brain and Cognition* 62: 17-23.
- BERLIN, H. A.; ROLLS, E. T. & KISCHKA, U. 2004: Impulsivity, time perception, emotion and reinforcement sensitivity in patients with orbitofrontal cortex lesions. *Brain*, 127: 1108-1126.
- BLOCK, R. A. & ZAKAY, D. 1997: Prospective and retrospective duration judgments: A meta-analytic review. *Psychonomic Bulletin & Review* 4(2): 184-197.
- BUHUSI, C. V. & MEEK, W. H. 2005: What makes us tick? Functional and neural Mechanisms of interval timing. *Nature reviews Neuroscience* 6: 755-765.
- BUONOMANO, D. V. & KARMARKAR, U. R. 2002: How Do We Tell Time? *Neuroscientist* 8: 42-51.
- CONTI, R. 2001: Time flies: investigating the connection between intrinsic motivation and the experience of time. *Journal of Personality* 69(1): 1-26.

- COULL, J. T.; CHENG, R. & MECK, W. H. 2011: Neuroanatomical and neurochemical substrates of timing. *Neuropsychopharmacology Reviews* 36: 3–25.
- DAVALOS, D. B.; KISLEY, M. A. & ROSS, R. G. 2003: Effects of interval duration on temporal processing in schizophrenia. *Brain and Cognition* 52: 295–301.
- DROIT-VOLET, S.; MERMILLOD, M.; COCENAS-SILVA, R. & GIL, S. 2010: The Effect of Expectancy of a Threatening Event on Time Perception in Human Adults. *Emotion* 10(6): 908–914.
- EFFRON, D. A.; NIEDENTHAL, P. M.; GIL, S. & DROIT-VOLET, S. 2006: Embodied Temporal Perception of Emotion. *Emotion* 6(1): 1–9.
- EKMAN, P. & FRIESEN, W. V. 1971: Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of personality and social psychology* 17(2): 124-129.
- ESPINOSA-FERNÁNDEZ, L.; MIRÓ, E.; CANO, M. C. & BUELA-CASAL, G. 2003: Age related changes and gender differences in time estimation. *Acta Psychologica* 112: 221-232.
- GABLE, P. A. & POOLE, B. D. 2012: Time flies when you're having approach-motivated fun: effects of motivational intensity on time perception. *Psychological Science* 1-8.
- GIL, S. & DROIT-VOLET, S. 2011: Time perception in response to ashamed faces in children and adults. *Scandinavian Journal of Psychology* 52: 138–145.
- GIL, S. & DROIT-VOLET, S. 2009: How do emotional facial expression influence our perception of time? *Cognition, Emotion and Motivation*: 1-12.
- GIL, S.; NIEDENTHAL, P. M. & DROIT-VOLET, S. 2007: Anger and Time Perception in Children. *Emotion* 7(1): 219–225.
- HACYAN, S. 2004: *Física y metafísica del espacio y el tiempo: la filosofía en el laboratorio*. Fondo de Cultura Económica, México, p. 99-118.
- ISAACOWITZ, D. M.; LÖCKENHOFF, C. E.; LANCE, R. D.; WRIGHT, R.; SECHREST, L.; RIEDEL, R. & COSTA, P. T. 2007: Age differences in recognition of emotion in lexical stimuli and facial expressions. *Psychology and Aging* 22: 147-59.

- KIMBLE, C.; HOTCH, H.; LUCKERMAN, G. W.; DÍAZ, R. & ZARATE, M. 2002: *Psicología Social de las Américas*. Pearson, México.
- LEWKOWICZ, D. J. 2000: The development of intersensory temporal perception: an epigenetic systems/limitations view. *Psychological Bulletin* 126(2): 281-308.
- MANGELS, J. A.; IVRY, R. B. & SHIMIZU, N. 1998: Dissociable contributions of the prefrontal and neocerebellar cortex to time perception. *Cognitive Brain Research* 7: 15–39.
- MATELL, M. S. & MECK, W. H. 2000: Neuropsychological mechanisms of interval timing behavior. *BioEssays* 22: 94–103.
- MCQUAIL, J. A.; FRAZIER, C. J. & BIZON, J. L. 2015: Molecular aspects of age-related cognitive decline: the role of GABA signaling. *Trends in Molecular Medicine* 21(7): 450-460.
- MECK, W. H. & BENSON, A. M. 2002: Dissecting the Brain's Internal Clock: How Frontal–Striatal Circuitry Keeps Time and Shifts Attention. *Brain and Cognition* 48: 195–211.
- MECK, W. H. 1996: Neuropharmacology of timing and time perception. *Cognitive Brain Research* 3: 227-242.
- MESQUITA, B. & FRIJDA, N. H. 1992: Cultural variations in emotions: A review. *Psychological bulletin* 112(2): 179-204.
- MOSCA, T. 2006: *Física para la ciencia y la tecnología*. Reverte, España, p. 5-22.
- NOBACK, C. R.; STROMINGER, N. L.; DEMAREST, R. J. & RUGGIERO, D. A. 2005: *The Human Nervous System*. Humana Press, EE. UU.
- POUTHAS, V.; GEORGE, N.; POLINE, J. B.; PFEUTY, M.; VANDE, P. F.; HUGUEVILLE, L.; FERRANDEZ, A. M.; LEHERICY, S.; LEBIHAN, D. & RENAULT, B. 2005: Neural network involved in time perception: An fMRI study comparing long and short interval estimation. *Human Brain Mapping* 25: 433– 441.
- RUBIA, K. & SMITH, A. 2004: The neural correlates of cognitive time management: a review. *Acta Neurobiologiae Experimentalis* 64: 329-340.

- SCHERER, K. R. 2009: The dynamic architecture of emotion: Evidence reinforcement sensitivity in patients with orbitofrontal cortex lesions. *Brain* 127: 1 108-1 126.
- SMITH, A. B.; GIAMPIETRO, V.; BRAMMER, M.; HALARI, R.; SIMMONS, A. & RUBIA, K. 2011: Functional development of fronto-striato-parietal networks associated with time perception. *Frontiers in Human Neuroscience* 5: 1-11.
- STEPHAN, Y. & DEMULIER, V. 2012: Personality, self-rated health, and subjective age in a life-span sample: the moderating role of chronological age. *Psychology and Aging* 27(4): 875–880.
- THÖNES, S. & OBERFELD, D. 2015: Time perception in depression: A meta-analysis. *Journal of Affective Disorders* 175: 359–372.
- TORÁ, F. 2012: *El tiempo en tus manos*. Ediciones Luciérnaga, España, p. 45-56.
- WALKER-ANDREWS, A. S. 1998: *Emotions and Social Development*. Johnson & Johnson Pediatric Institute, EE. UU., p. 109-118.
- WITTMANN, M.; LELAND, D. S. & PAULUS, M. P. 2007: Time and decision making: differential contribution of the posterior insular cortex and the striatum during a delay discounting task. *Experimental Brain Research* 179(4): 643-653.
- ZAKAY, D. 2014: Psychological time as information: the case of boredom. *Frontiers in Psychology* 5: 1-5.
- ZÉLANTI, P. S. & DROIT-VOLET, S. 2011: Cognitive abilities explaining age-related changes in time perception of short and long durations. *Journal of Experimental Child Psychology* 109: 143–157.