

El procesamiento temporal en el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad

Natividad Narbona, Rocío Leal-Campanario, & Agnès Gruart
División de Neurociencias, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla.

Resumen

El procesamiento temporal es una actividad cerebral primordial para el adecuado funcionamiento de las personas en las actividades de la vida diaria y su afectación constituye uno de los signos de disfunción más importantes en el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). El objetivo de este trabajo es revisar los antecedentes y estudios científicos realizados sobre el procesamiento del tiempo en personas con TDAH, así como realizar una propuesta de valoración de esta función en poblaciones con este trastorno del neurodesarrollo. El procesamiento del tiempo ha sido poco estudiado clínicamente, aunque sí en el ámbito neurocientífico y experimental. La mayoría de los estudios se han basado en mecanismos relacionados con la percepción temporal y la reproducción de intervalos de tiempo a nivel motor, en los cuales se han descrito distorsiones en personas con TDAH. Se han propuesto diversas teorías basadas en una afectación primaria de la percepción del tiempo, aunque en otras ocasiones esta afectación se ha considerado secundaria a las alteraciones nucleares del trastorno. Entre las conclusiones del estudio destacamos que los procesos cognitivos relacionados con el procesamiento temporal son diversos y requieren del funcionamiento de distintos dominios cognitivos. Si bien se han desarrollado algunas pruebas para la evaluación de esta función, precisamos de nuevas herramientas para la adecuada valoración del procesamiento del tiempo en personas con TDAH.

Palabras clave: Inatención; Hiperactividad; Impulsividad; Percepción temporal; Procesamiento temporal.

Abstract

Time Processing in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. Time processing is a primary brain activity for the proper functioning of people in their daily activities. Its affectation is one of the most important signs of dysfunction in Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). The aim was to review the background and scientific studies carried out on time processing in patients with ADHD, as well as to put forward a proposal for evaluating this function in populations with this neurodevelopmental disorder. Although time processing has not been studied clinically in detail, it has been approached experimentally in the neuroscientific field. Most studies of time processing have been based on functional phenomena related to time perception and timed motor reproductions; distortions of these two functions have been described in people with ADHD. Several theories based on a primary affectation of time processing have been proposed; however, on some occasions this affectation has been considered secondary to the nuclear alterations of the disorder. The cognitive processes related to temporal processing are rather diverse and require the functioning of different cognitive domains. Although some tests have been developed for the evaluation of this function, new tools are needed for the proper assessment of time processing in people with ADHD.

Keywords: Inattention; Hyperactivity; Impulsive behavior; Time perception; Time processing.

El Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) es una alteración del neurodesarrollo cuya semiología principal es el déficit de atención y la disfunción inhibitoria, valorables a través de signos como la hiperactividad y la impulsividad. Además de los déficits atencionales e inhibitorios, las alteraciones cognitivas del TDAH incluyen la memoria de trabajo y las funciones ejecutivas (Rubia, 2011). Pero también son relevantes determinadas deficiencias en la percepción y en la apreciación subjetiva del tiempo (Noreika, Falter, & Rubia, 2013; Rubia, Halari, Christakou, & Taylor, 2009).

El cuadro clínico del TDAH conlleva un impacto negativo en la vida de las personas afectadas y en la de sus familias, así como en su ajuste académico, laboral y social (American Psychiatric Association, 2013). Parte de las disfunciones que tienen las personas con TDAH pueden deberse a alteraciones en el procesamiento temporal (Gutiérrez-García, Reyes-Platas, & Picazo, 2017). Esta función posee un carácter adaptativo y tiene un cometido primordial para comprender fluidamente el mundo y para realizar la mayoría de las actividades de la vida cotidiana que precisan predicción y anticipación, es decir, res-

Correspondencia:

Natividad Narbona González.
División de Neurociencias. Universidad Pablo de Olavide.
Ctra. De Utrera, Km. 1, 41013, España.
E.mail: natinarbona@gmail.com

ponder ante acontecimientos futuros, estableciendo secuencias de acción (Toplak, Rucklidge, Hetherington, John, & Tannock, 2003). Tal es la importancia del procesamiento temporal en el TDAH que se ha propuesto que los déficits en el análisis de parámetros relacionados con la percepción del tiempo constituyen un endofenotipo de este trastorno del neurodesarrollo (Valko et al., 2010).

Lo anteriormente comentado justifica que el tiempo siempre haya suscitado un gran interés por su cualidad omnipresente (Correa, Lupiañez, & Tudela, 2006). Aristóteles definió el tiempo como aquello en lo que se desenvuelven y duran los cambios. En la actualidad numerosos investigadores continúan intentando establecer las bases psicológicas y neurofisiológicas del procesamiento temporal, habiéndose reconocido recientemente a Hall, Rosbash y Young el Premio Nobel de Medicina por el descubrimiento del reloj interno (Ansede, 2017).

Los principales modelos desarrollados para explicar la percepción temporal son los cronobiológicos (fundamentados en información proveniente del medio ambiente) y los cognitivos. Los modelos cognitivos más influyentes son el modelo del oscilador temporal interno (Treisman, 1963) y el modelo de cronometraje escalar (Gibbon, Church, & Meck, 1984) y están basados en la existencia de un reloj interno que, junto a la atención y la memoria, participan en la percepción temporal. Además, intentan explicar cómo la asignación de diferentes recursos atencionales modula la estimación temporal y, por tanto, el procesamiento del tiempo (Correa et al., 2006).

Las tareas relacionadas con la temporalidad precisan de la activación de redes cortico-subcorticales (Buhusi & Meck, 2005; Ortuño et al., 2002). Dos estudios de metaanálisis (Ortuño, Guillén-Grima, López-García, Gómez, & Pla, 2011; Wiener, Turkeltaub, & Coslett, 2010) han demostrado el papel de la estructura frontal inferior izquierda, del área motora suplementaria, del lóbulo parietal inferior izquierdo, de la ínsula bilateral y del putamen izquierdo en el procesamiento del tiempo. El sistema dopaminérgico, relacionado con la disfunción del TDAH (del Campo, Chamberlain, Sahakian, & Robbins, 2011), posee una importante función en el procesamiento temporal (Villate, Franzán, Passaglia, Cáceres, & Ortiz, 2014), e influye significativamente en funciones cognitivas que se ven alteradas en este trastorno, como la atención, las funciones ejecutivas y la demora de recompensas (Nieoullon, 2002; Volkow et al., 2009). A pesar de lo anterior, y aunque se hayan propuesto algunas vías y estructuras nerviosas relacionadas con el procesamiento del tiempo (Grondin, 2010), se trata de una función de alta complejidad ya que todo cerebro funciona con arreglo a secuencias temporales. Incluso el potencial de acción de las neuronas se propaga con arreglo a parámetros de temporalidad.

Como hemos visto, las funciones cognitivas y la percepción del tiempo están interrelacionadas (Radua, Pozo, Gómez, Guillén-Grima, & Ortuño, 2014). Todas las tareas psicológicas necesitan de la temporalidad; unas, de manera más explícita o preponderante y otras, de manera implícita en el conjunto de la tarea. Así, la percepción del tiempo y la inhibición de la interferencia dependen de una red neuronal compartida con diferentes curvas de progreso desde el inicio del neurodesarrollo y conectadas estrechamente con la función cognitiva (Neufang, Fink, Herpertz-Dahlmann, Willmes, & Konrad, 2008). Además, tanto la percepción temporal como la inhibición son funciones dependientes del rendimiento de la memoria de trabajo.

Esta relación del manejo temporal con el desarrollo ejecutivo e inhibitorio pone de manifiesto la importancia de la memoria de trabajo en la temporalidad, por ser la función que permite al sujeto funcionar con conciencia de continuidad secuencial en sus cogniciones y en sus acciones; de no ser así nuestra percepción de la realidad sería hecha de instantes inconexos.

Procesamiento temporal en personas con TDAH

Los niños con TDAH tienen un significativo interés por lo novedoso, mostrando una alta motivación por el presente, más que por el futuro (Rodillo, 2015). En el procesamiento temporal se puede encontrar semiología consistente en distorsiones en la percepción de la duración (Díaz, 2011). Las dilataciones son sobreestimaciones en la percepción temporal, de manera que el tiempo subjetivo es más amplio o duradero que el tiempo objetivo. En este caso se trataría de un enlentecimiento estimado, ya que algunas personas con TDAH tienen la impresión de que el tiempo transcurre más lentamente que el tiempo real. Las contracciones, en cambio, consistirían en una subestimación o acortamiento temporal, por lo que para estas personas el tiempo pasa más rápidamente que el tiempo objetivo. Como veremos a continuación, los diferentes estudios realizados en este sentido muestran resultados heterogéneos.

Algunos estudios sugieren mayor afectación de la previsión temporal en el subtipo inatento (Noreika et al., 2013). Las diferencias en la percepción temporal entre los diferentes subtipos de TDAH fueron estudiadas por Bauermeister y colaboradores (2005) que compararon a niños con la forma combinada del TDAH con aquellos con la forma inatenta del trastorno. Ninguno de los subtipos presentó alteraciones en la estimación del tiempo, pero ambos grupos demostraron déficits en la reproducción temporal, tras lo que concluyeron que las diferencias de subtipo en el tiempo podrían estar influidas por la presencia de niños con síntomas elevados de Tempo Cognitivo Lento dentro del grupo inatento.

Las personas con TDAH que presentan clínica hiperactiva-impulsiva, o bien combinada junto al déficit atencional, tienden a percibir el tiempo como más duradero. Esta dilatación del tiempo percibido (Rubia, Smith, & Taylor, 2007) hace que el paso del tiempo se manifieste como más aburrido e insoportable para estos sujetos, ofreciendo una explicación plausible de sus conductas impulsivas, anticipadas e irreflexivas (Noreika et al., 2013), a través del modelo de aversión a la demora (Sonuga-Barke, Bitsakou, & Thompson, 2010). También las personas con TDAH precisan de un tiempo más prolongado para finalizar las tareas, evidenciando una mayor discrepancia entre los tiempos de finalización objetivos y previstos (Prevatt, Proctor, Baker, Garrett, & Yelland, 2011).

Esta influencia de la impulsividad en las tareas de producción temporal y cronometraje se ha descrito recientemente en una revisión sistemática (Gutiérrez-García et al., 2017), señalando que la aceleración en el cronometraje motor (Gibbon et al., 1984) puede ser consecuencia de la percepción temporal dilatada; esto provocaría que se realicen respuestas anticipadas e impulsivas (subproducción) al sobreestimar el tiempo transcurrido. Muchas personas con TDAH subestiman la duración de un intervalo (Meck, 2005), lo que puede estar relacionado con los signos de impulsividad o con la desmotivación hacia la

tarea. Esta subestimación del tiempo también fue descrita por otros autores (Toplak, Dockstader, & Tannock, 2006; Toplak & Tannock, 2005).

En otro estudio (Barkley, Murphy, & Bush, 2001) se demostró que las personas con TDAH realizan estimaciones verbales de tiempo más amplias (sobreestimación) que las personas sin este trastorno, preferentemente en lo referido a intervalos largos de tiempo, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas al considerar el desarrollo intelectual. En cuanto a la tarea de reproducción temporal las personas con TDAH tuvieron más errores que el grupo control. Este estudio sugiere la presencia de una disfunción en la percepción temporal de las personas con TDAH, al menos en lo que a reproducción temporal se refiere.

Smith, Taylor, Warner Rogers, Newman, y Rubia (2002) indicaron que los niños con TDAH realizan deficitariamente actividades de reproducción temporal, lo que corroboraba los estudios previos (Barkley et al., 2001). Tampoco en esta ocasión se encontraron alteraciones significativas en la estimación verbal temporal. Smith y colaboradores (2002) quisieron explicar las dificultades en la producción del tiempo encontradas en torno a los déficits en la función inhibitoria, resaltando la dificultad en la percepción y en la discriminación del tiempo a intervalos muy cortos (milisegundos), pero capaz de influir en aspectos como el lenguaje y la secuenciación motora.

Meaux y Chelonis (2003) describen alteraciones en la reproducción temporal en niños con TDAH. Al igual que Barkley y colaboradores (2001), estos autores no indican dificultades significativas para la estimación temporal, presentando una sobreestimación del tiempo en reproducción temporal, más imprecisa a medida que aumenta la duración del intervalo.

Toplak y colaboradores (2003) demostraron que la percepción del tiempo se afecta en el TDAH, de manera íntimamente relacionada con las memorias de trabajo y a corto plazo, siendo estas dificultades independientes de las descritas en el control motor de estos pacientes. También avalaron la incapacidad en el TDAH para diferenciar entre intervalos de milisegundos de duración, como ya habían demostrado sus antecesores y como posteriormente también lo hicieron Yang y colaboradores (2007), probando que los niños con TDAH necesitan una mayor diferencia temporal entre intervalos para la discriminación de duraciones, cualquiera que sea la duración.

Suarez, Lopera, Pineda, y Casini (2013) estudiaron el procesamiento temporal en adultos con TDAH, demostrando que las personas con TDAH sobreestiman la duración de los estímulos. Por tanto, podríamos afirmar que las dificultades en el procesamiento temporal en niños y niñas con TDAH persisten en la etapa adulta. El paso de la edad y los cambios en la percepción temporal han sido estudiados en el metaanálisis de Gambará, Botella y Gempp (2002), los cuales afirman que, con la edad, la experiencia subjetiva de la duración es mayor. Sin embargo, esta conclusión no es coherente con los cambios cognitivos producidos durante el envejecimiento, los cuales están basados en un enlentecimiento del marcapasos biológico (Salthouse, 1991). Los autores explican esta incongruencia en base a la diferenciación entre "*tiempo lleno* y *tiempo vacío*" como una forma de denominar a los diferentes intervalos de tiempo, si éstos contienen tareas y estímulos o si por lo contrario no lo contienen, siendo las de primer tipo más adaptativas.

Los hallazgos de Marusich y Gilden (2014) presentan una alta consistencia con los resultados del estudio de golpeteo rítmico realizado por estos mismos autores unos años antes (Gilden & Marusich, 2009), demostrando una subestimación por acortamiento de los intervalos en los pacientes con TDAH. Según estos autores, el TDAH debería describirse como un trastorno del acortamiento de intervalos y no como un trastorno atencional o inhibitorio.

Numerosos autores han propuesto una afectación en la percepción temporal del TDAH independientemente del intervalo objeto de medida, aunque la afectación es más acusada cuanto más largo es el intervalo (Cappella, Gentile, & Juliano, 1977). La afectación descrita en el procesamiento temporal abarcaría desde intervalos mínimos, como los milisegundos hasta la previsión temporal de los próximos años (Noreika et al., 2013). Las diferencias en torno a los intervalos de medida también fueron estudiadas por Hurks y Hendriksen (2011) que describieron en niños y niñas con TDAH una sobreestimación en tareas de intervalos cortos y medios en relación con la impulsividad y una infraestimación en intervalos largos, relacionada con la falta de atención. Cuando el procesamiento temporal requiere controlar de forma consciente tareas de segundos a minutos de duración, se activan estructuras corticales de áreas prefrontales y parietales. Sin embargo, ante el cronometraje de tareas de milisegundos, son las áreas subcorticales, los ganglios de la base y el cerebelo, los que se encargan preferentemente de esta función (Fontes et al., 2020).

La mayoría de los estudios sobre procesamiento temporal en el TDAH (Barkley et al., 2001; Gilden & Marusich, 2009; Marusich & Gilden, 2014; Meaux & Chelonis, 2003; Smith et al., 2002; Suárez et al., 2013; Toplak et al., 2003; Yang et al., 2007) se llevaron a cabo en condiciones de ausencia o suspensión de la medicación ya que el metilfenidato en niños y adolescentes con TDAH influye en la percepción temporal (Rubia, Alegría, & Brinson, 2014), aunque estos efectos han sido puestos en duda en algunas investigaciones (Barkley, Koplowitz, Anderson, & McMurray, 1997).

Las alteraciones en el procesamiento del tiempo han sido interpretadas como producto de la función inhibitoria deficitaria (Barkley, 1997; Meaux & Chelonis, 2005) o como resultado de la aversión a la demora (Sonuga-Barke, Taylor, Sembi, & Smith, 1992). Las anomalías en las funciones de temporalización son un componente esencial de la impulsividad (Rubia, 2002). Los actos impulsivos o inapropiadamente tempranos demuestran carencias en el procesamiento temporal y en la utilización de periodos de reflexión (Rubia et al., 2009). Una baja tolerancia al paso del tiempo se reflejaría en dificultades para retrasar la recompensa, considerándose esta disfunción primaria en sí misma e independientes de la afectación ejecutiva (Sonuga-Barke, Dalen, & Remington, 2003).

Pero existen otras teorías que proponen una afectación primaria del procesamiento temporal en el TDAH y no únicamente su interpretación como disfunción subyacente a otras funciones cognitivas (Smith et al., 2002; Sonuga-Barke et al., 2010). El modelo de doble vía propuso la disociación entre déficits cognitivos y motivación, como variables explicativas del TDAH (Sonuga-Barke, 2002). Posteriormente, se describió el modelo de triple vía (Sonuga-Barke et al., 2010), el cual supone que los déficits en el procesamiento temporal, el control inhibitorio y la aversión a la demora, son componentes esenciales en la explicación del TDAH.

Algunos autores (Noreika et al., 2013) coinciden en que el procesamiento temporal está alterado en el TDAH aun considerando el efecto de la atención, la memoria de trabajo y el control inhibitorio. Por otro lado, otros autores (Bonnot et al., 2011) defienden que el deterioro en la percepción temporal puede estar relacionado con procesos atencionales o de memoria, pero puede desempeñar un papel en sí mismo sobre otros dominios cognitivos de forma paralela. En la línea de lo que aquí proponemos, Radua y colaboradores (2014) sugieren que, durante tareas de percepción del tiempo, participan varias funciones cognitivas como la memoria de trabajo y las funciones ejecutivas, compartiendo áreas cerebrales y mostrando un solapamiento durante la actividad paralela.

Valoración e intervención del procesamiento temporal

Algunos investigadores (Quartier, 2009; Quartier, Zimmermann, & Nashat, 2010) han propuesto que la valoración del procesamiento temporal incluye cinco dimensiones: orientación temporal, secuenciación, estimación temporal, duración y previsión. Para Janeslätt (2011), el procesamiento temporal contiene tres dimensiones donde la percepción temporal, la orientación y el manejo del tiempo son elaborados a través de diferentes niveles de complejidad.

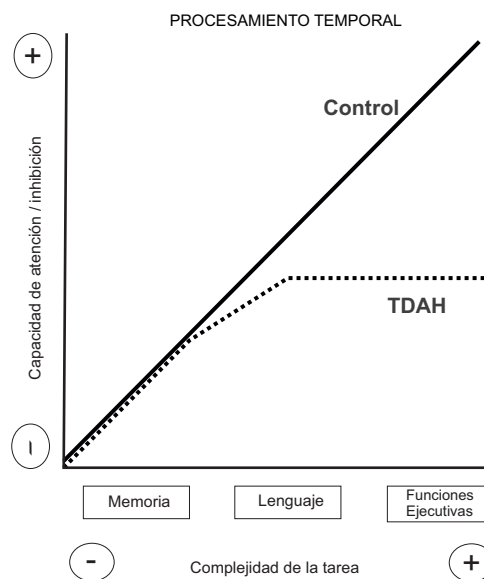
Entre los instrumentos de medida, cabe mencionar la escala de Houghton, Durkin, Ang, Taylor, y Brandtman (2011), diseñada para evaluar la regulación del tiempo en niños con TDAH a través de las respuestas de sus padres. Además, Barkley (2012) propuso la Escala de Déficit en el Funcionamiento Ejecutivo en Niños y Adolescentes, dirigida también a padres. La Escala de Manejo del Tiempo (Roselló & Servera, 2015) es una excelente prueba diseñada para su aplicación en el centro escolar, con el fin de que los maestros valoren diferentes aspectos de la estimación de la temporalidad en sus alumnos basándose en actividades cotidianas.

Varios autores han propuesto diversos procedimientos para el estudio de procesos temporales en menores diagnosticados de TDAH. Lo cierto es que ninguna de las propuestas descritas hasta ahora contiene una evaluación integrada y dimensional del procesamiento temporal. Además, se ha descrito una pobre consistencia interna y confiabilidad test-retest en algunas de las tareas clásicamente utilizadas en la medición temporal, proponiéndose el paradigma de estimación temporal como la medida más sólida en sujetos con TDAH y el deber de realizar dos veces las tareas experimentales para aumentar la confiabilidad (Marx, Rubia, Reis, & Noreika, 2020).

A pesar de que no existe ningún tratamiento específico ni estrategias de intervención especializadas en la mejora de la percepción y cognición temporal en los afectos de TDAH, varios estudios recientes (Fontes et al., 2020; Khoshnoud, Shamsi, Nazari, & Makeig, 2018), en los que se relacionan tareas de estimación temporal con registros electroencefalográficos, han encontrado un aumento sustancial de la actividad cortical relacionada con la atención y la memoria, evidenciando con estos registros la presencia de alteraciones en la percepción del tiempo así como de la memoria de trabajo en niños con TDAH. Estos autores muestran que la utilización de tareas de estimación del tiempo mejora los síntomas del TDAH, lo que podría indicar su uso como terapia no invasiva del procesamiento temporal en el TDAH (Fontes et al., 2020).

Una reinterpretación del procesamiento del tiempo en personas con TDAH

Figura 1. Propuesta de modelo neurocognitivo del procesamiento temporal



Nota. Las tareas de temporalización se distribuyen en función de su complejidad en un gradiente con diferentes cargas cognitivas. La capacidad para la atención y la inhibición se presentan como un continuum. La línea continua representa al grupo control; la punteada, al grupo con TDAH.

En función de lo indicado hasta aquí, proponemos (Figura 1) que el procesamiento temporal es una función multidominio que incluye procesos incorporados en un continuo desde los más básicos (conocimiento y orientación temporal) hasta los más complejos (percepción y control temporal). A su vez, el rendimiento en tareas de procesamiento temporal está íntimamente ligado al constructo atención-inhibición, debiendo asignar mayores recursos atencionales e inhibitorios a tareas de procesamiento temporal de dificultad ascendente. El procesamiento temporal depende de otras funciones cognitivas como el lenguaje, la memoria y las funciones ejecutivas. En tareas de procesamiento temporal, los niños con desarrollo normativo mostrarían un rendimiento cognitivo ascendente, otorgando mayor cantidad de recursos atencionales e inhibitorios a tareas de procesamiento temporal de mayor complejidad. Sin embargo, en niños con TDAH no se observaría el mismo desarrollo. En tareas temporales más sencillas, sobre todo las relacionadas con el conocimiento y la orientación temporal, el nivel de ejecución sería parecido (aunque inferior) al del grupo control, por incluir estas tareas prerrequisitos cognitivos de tipo mnésico (como por ejemplo enumerar los días de la semana o los meses del año) no afectados en la población con TDAH. A medida que va aumentando el nivel de procesamiento temporal (percepción y control temporal) y, por tanto, la complejidad de la tarea, los recursos cognitivos atencionales e inhibitorios disminuirían, como consecuencia del aumento de carga cognitiva y de la fatiga atencional, mermando la capacidad de desempeño en el proceso de temporalización (Figura 1). Estos déficits en la ejecución se observarían principalmente en tareas que incluyen conceptos relacionados con el tiempo a través del lenguaje y las funciones ejecutivas, donde no sólo se precisa del recuerdo de conceptos aprendidos (como ocurría

en las tareas sencillas) sino además de funciones como el razonamiento, la abstracción, la previsión y la planificación, entre otras. Las referencias lingüísticas al tiempo incluirían verbos relacionados con la duración, con el cambio, con la espera, adverbios de localización temporal, adverbios de frecuencia temporal, adjetivos ordinales, adjetivos relacionados con la velocidad del paso del tiempo y otros términos temporales concretos de uso cotidiano. Este hecho se corresponde con la eterna e indisoluble relación entre el pensamiento y el lenguaje (Belinchón-Carmona, Igoa-González & Rivière, 2009) puesto que no se puede pretender un uso adecuado del lenguaje temporal si el pensamiento del tiempo no es correcto.

Conclusiones

El procesamiento temporal es imprescindible para una correcta adaptación psicosocial, ya que los déficits en la estimación temporal pueden producir desarreglos en diferentes esferas de la vida diaria, pudiendo menoscabar la calidad de vida (Gambara et al., 2002). En los estudios sobre procesamiento temporal en TDAH, pueden encontrarse inconsistencias; esto puede deberse a la variabilidad entre las diferentes tareas evaluadoras, así como a las diferencias metodológicas de los estudios (Toplak et al., 2006). Además, las diferentes tareas se encuentran influidas por numerosas variables que pueden estar condicionando los diferentes resultados encontrados, como es el caso de la influencia de variables de carácter afectivo (Angrilli, Cherubini, Pavese, & Manfredini, 1997) u otros parámetros, como los motivacionales (Coull, Cheng, & Meck, 2011). Por otro lado, los diferentes subtipos de TDAH podrían desempeñar un papel fundamental en la comprensión de los diferentes resultados descritos en la literatura ya que al igual que se ha descrito fehacientemente la influencia de la impulsividad sobre el procesamiento temporal, también la atención desfigura el tiempo, lo cual quiere decir que el grado de atención prestado a un acontecimiento condicionará la siguiente sensación de su duración (Correa et al., 2006).

Adicionalmente, el procesamiento temporal no ha sido definido de modo consistente, encontrando tareas muy diversas que ponen en marcha procesos cognitivos de distinta índole. Estas tareas precisan de una adecuada percepción temporal pero también de un juicio temporal, proceso para el cual entran en juego las funciones ejecutivas. Todo esto supone una dificultad añadida ya que poseemos evidencias de que las personas diagnosticadas de TDAH emiten juicios de mayor inestabilidad que los sujetos controles (Epstein et al., 2011; Klein, Wendling, Huettner, Ruder, & Peper, 2006; Marusich & Gilden, 2014). Tanto el reloj interno como la velocidad en la toma de decisiones son procesos afectados en niños con TDAH, siendo la fuerza de la evidencia para la lentitud en la toma de decisiones superior a la evidencia de un procesamiento más lento del reloj interno (Shapiro & Huang-Pollock, 2019). Lo cierto es que la interacción de la aversión a la demora, la disfunción temporal y las dificultades para la reflexividad están relacionadas aun controlando la variable impulsividad (Blume et al., 2019). Se ha descrito una relación interdependiente entre percepción temporal y memoria de trabajo, encontrándose que, controlando funciones como la memoria de trabajo y la inteligencia, la capacidad de discriminación de tiempo de los menores con TDAH no es significativamente menor que la de los controles (Lee & Yang, 2019).

Finalmente destacamos que la mayoría de los estudios coinciden en la alteración ejecutiva e inhibitoria como signo nuclear en la disfunción del procesamiento temporal, aunque precisamos de estudios más amplios: i) para detallar el papel de las funciones prefrontales en la percepción temporal del TDAH; y ii) para conocer los efectos de la disfunción temporal en la vida diaria, ya que los déficits en reproducción temporal encontrados en niños permanecen en el seguimiento de adultos con esta patología (Barkley & Fischer, 2019). Es fundamental para la clínica el reconocimiento de la percepción alterada del tiempo en el TDAH, debiendo los clínicos incorporar, en la anamnesis y la exploración de las personas con posible TDAH, tareas relacionadas con la percepción del tiempo y cómo la misma influye sobre su conducta y estilo de vida (Ptacek et al., 2019).

Conflicto de intereses: las autoras de este trabajo declaran que no existe conflicto de intereses.

Referencias

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington: DC: Author. (trad. Cast. Ed. Panamericana, 2014).
- Angrilli, A., Cherubini, P., Pavese, A., & Manfredini, S. (1997). The influence of affective factors on time perception. *Perception & Psychophysics*, 59(6), 972-982. doi: 10.3758/bf03205512
- Ansedo, M. (2017). Los descubridores del 'reloj interno' del cuerpo, Nobel de Medicina de 2017. *El País*. Retrieved from https://elpais.com/elpais/2017/10/02/ciencia/1506930333_130980.html
- Barkley, R. (1997). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, Self-Regulation, and Time. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 18(4), 271-279. doi: 10.1097/00004703-199708000-00009
- Barkley, R. (2012). *Deficits in executive functioning scale children and adolescents*. New York: Guilford Press.
- Barkley, R., & Fischer, M. (2019). Time Reproduction Deficits at Young Adult Follow-Up in Childhood ADHD: The Role of Persistence of Disorder and Executive Functioning. *Developmental Neuropsychology*, 44, 50-70. doi: 10.1080/87565641.2018.1541992
- Barkley, R., Koplowitz, S., Anderson, T., & McMurray, M. (1997). Sense of time in children with ADHD: Effects of duration, distraction, and stimulant medication. *Journal Of The International Neuropsychological Society*, 3(4), 359-369. doi: 10.1017/s1355617797003597
- Barkley, R., Murphy, K., & Bush, T. (2001). Time perception and reproduction in young adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, 15(3), 351-360. doi: 10.1037/0894-4105.15.3.351
- Bauermeister, J., Barkley, R., Martinez, J., Cumba, E., Ramirez, R., Reina, G.,... Salas, C. (2005) Time Estimation and Performance on Reproduction Tasks in Subtypes of Children With Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 34(1), 151-162. doi: 10.1207/s15374424jccp3401_14
- Belinchón-Carmona, M., Igoa-González, J., & Rivière, A. (2009). *Psicología del lenguaje. Investigación y teoría*. Madrid: Editorial Trotta.
- Blume, F., Kuehnhausen, J., Reinelt, T., Wirth, A., Rauch, W., Schwenck, C., & Gawrilow, C. (2019). The interplay of delay aversion, timing skills, and impulsivity in children experiencing attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) symptoms. *ADHD Attention Deficit And Hyperactivity Disorders*, 11(4), 383-393. doi: 10.1007/s12402-019-00298-4

- Bonnot, O., Montalembert, M., Kermarrec, S., Botbol, M., Walter, M., & Coulon, N. (2011). Are impairments of time perception in schizophrenia a neglected phenomenon?. *Journal of Physiology-Paris*, *105*(4-6), 164-169. doi: 10.1016/j.jphysparis.2011.07.006
- Buhusi, C., & Meck, W. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Reviews Neuroscience*, *6*(10), 755-765. doi: 10.1038/nrn1764
- Cappella, B., Gentile, J., & Juliano, D. (1977). Time Estimation by Hyperactive and Normal Children. *Perceptual and Motor Skills*, *44*(3), 787-790. doi: 10.2466/pms.1977.44.3.787
- Correa, A., Lupiáñez, J., & Tudela, P. (2006). La percepción del tiempo: una revisión desde la Neurociencia Cognitiva. *Cognitiva*, *18*(2), 145-168.
- Coull, J., Cheng, R., & Meck, W. (2011). Neuroanatomical and Neurochemical Substrates of Timing. *Neuropsychopharmacology*, *36*(1), 3-25. doi: 10.1038/npp.2010.113
- del Campo, N., Chamberlain, S., Sahakian, B., & Robbins, T. (2011). The Roles of Dopamine and Noradrenaline in the Pathophysiology and Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry*, *69*(12), 145-157. doi: 10.1016/j.biopsych.2011.02.036
- Díaz, J. (2011). Cronofenomenología: El tiempo subjetivo y el reloj elástico. *Salud Mental*, *34*, 379-389.
- Epstein, J., Langberg, J., Rosen, P., Graham, A., Narad, M., Antonini, T.,... Altaye, M. (2011). Evidence for higher reaction time variability for children with ADHD on a range of cognitive tasks including reward and event rate manipulations. *Neuropsychology*, *25*(4), 427-441. doi: 10.1037/a0022155
- Fontes, R., Marinho, V., Carvalho, V., Rocha, K., Magalhães, F., Moura, I.,... Teixeira, S. (2020). Time estimation exposure modifies cognitive aspects and cortical activity of attention deficit hyperactivity disorder adults. *International Journal of Neuroscience*, 1-16. doi: 10.1080/00207454.2020.1715394
- Gambara, H., Botella, J., & Gempp, R. (2002). Tiempo vacío y tiempo lleno. Un meta-análisis sobre los cambios en la percepción del tiempo en la edad. *Estudios De Psicología*, *23*(1), 87-100. doi: 10.1174/021093902753535204
- Gibbon, J., Church, R., & Meck, W. (1984). Scalar Timing in Memory. *Annals of The New York Academy of Sciences*, *423*, 52-77. doi: 10.1111/j.1749-6632.1984.tb23417.x
- Gilden, D., & Marusich, L. (2009). Contraction of time in attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuropsychology*, *23*(2), 265-269. doi: 10.1037/a0014553
- Grondin, S. (2010). Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *72*(3), 561-582. doi: 10.3758/app.72.3.561
- Gutiérrez-García, A., Reyes-Platas, D., & Picazo, O. (2017). Percepción del tiempo en la neuropsicopatología: una revisión sistemática. *Psiquiatría Biológica*, *24*(3), 85-96. doi: 10.1016/j.psiq.2017.10.002
- Houghton, S., Durkin, K., Ang, R., Taylor, M., & Brandtman, M. (2011). Measuring Temporal Self-Regulation in Children with and Without Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *European Journal of Psychological Assessment*, *27*(2), 88-94. doi: 10.1027/1015-5759/a000048
- Hurks, P., & Hendriksen, G. (2011). Retrospective and Prospective Time Deficits in Childhood ADHD: The Effects of Task Modality, Duration, and Symptom Dimensions. *Child Neuropsychology*, *17*(1), 34-50. doi: 10.1080/09297049.2010.514403
- Janeslätt, G. (2011). Validity in assessing time processing ability, test equating of KaTid-Child and KaTid-Youth. *Child: Care, Health And Development*, *38*(3), 371-378. doi: 10.1111/j.1365-2214.2011.01249.x
- Khoshnoud, S., Shamsi, M., Nazari, M., & Makeig, S. (2018). Different cortical source activation patterns in children with attention deficit hyperactivity disorder during a time reproduction task. *Journal of Clinical And Experimental Neuropsychology*, *40*(7), 633-649. doi: 10.1080/13803395.2017.1406897
- Klein, C., Wendling, K., Huettner, P., Ruder, H., & Peper, M. (2006). Intra-Subject Variability in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Biological Psychiatry*, *60*(10), 1088-1097. doi: 10.1016/j.biopsych.2006.04.003
- Lee, H., & Yang, E. (2019). Exploring the Effects of Working Memory on Time Perception in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Psychological Reports*, *122*, 23-35. doi: 10.1177/0033294118755674
- Marusich, L., & Gilden, D. (2014). Assessing temporal integration spans in ADHD through apparent motion. *Neuropsychology*, *28*(4), 585-593. doi: 10.1037/neu0000080
- Marx, I., Rubia, K., Reis, O., & Noreika, V. (2020). A short note on the reliability of perceptual timing tasks as commonly used in research on developmental disorders. *European Child & Adolescent Psychiatry*. doi: 10.1007/s00787-020-01474-y
- Meaux, J., & Chelonis, J. (2003). Time perception differences in children with and without ADHD. *Journal of Pediatric Health Care*, *17*(2), 64-71. doi: 10.1067/mp.2003.26
- Meaux, J., & Chelonis, J. (2005). The Relationship between Behavioral Inhibition and Time Perception in Children. *Journal of Child and Adolescent Psychiatric Nursing*, *18*(4), 148-160. doi: 10.1111/j.1744-6171.2005.00030.x
- Meck, W. (2005). Neuropsychology of timing and time perception. *Brain and Cognition*, *58*(1), 1-8. doi: 10.1016/j.bandc.2004.09.004
- Neufang, S., Fink, G., Herpertz-Dahlmann, B., Willmes, K., & Konrad, K. (2008). Developmental changes in neural activation and psychophysiological interaction patterns of brain regions associated with interference control and time perception. *Neuroimage*, *43*(2), 399-409. doi: 10.1016/j.neuroimage.2008.07.039
- Nieoullon, A. (2002). Dopamine and the regulation of cognition and attention. *Progress in Neurobiology*, *67*(1), 53-83. doi: 10.1016/s0301-0082(02)00011-4
- Noreika, V., Falter, C., & Rubia, K. (2013). Timing deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): Evidence from neurocognitive and neuroimaging studies. *Neuropsychologia*, *51*(2), 235-266. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.09.036
- Ortuño, F., Guillén-Grima, F., López-García, P., Gómez, J., & Pla, J. (2011). Functional neural networks of time perception: Challenge and opportunity for schizophrenia research. *Schizophrenia Research*, *125*(2-3), 129-135. doi: 10.1016/j.schres.2010.10.003
- Ortuño, F., Ojeda, N., Arbizu, J., López, P., Martí -Climent, J., Peñuelas, I., & Cervera, S. (2002). Sustained Attention in a Counting Task: Normal Performance and Functional Neuroanatomy. *Neuroimage*, *17*(1), 411-420. doi: 10.1006/nimg.2002.1168
- Prevatt, F., Proctor, B., Baker, L., Garrett, L., & Yelland, S. (2011). Time Estimation Abilities of College Students With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, *15*(7), 531-538. doi: 10.1177/1087054710370673
- Ptacek, R., Weissenberger, S., Braaten, E., Klicperova-Baker, M., Goetz, M., Raboch, J.,... Stefano, G. (2019). Clinical Implications of the Perception of Time in Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): A Review. *Medical Science Monitor*, *25*, 3918-3924. doi: 10.12659/msm.914225
- Quartier, V. (2009). Le développement de la temporalité: théorie et instrument de mesure du temps notionnel chez l'enfant. *Approche Neuropsychologique Des Apprentissages Chez L'Enfant*, *100*, 345-352.
- Quartier, V., Zimmermann, G., & Nashat, S. (2010). Sense of Time in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Swiss Journal Of Psychology*, *69*(1), 7-14. doi: 10.1024/1421-0185/a000002

- Radua, J., Pozo, N., Gómez, J., Guillen-Grima, F., & Ortuño, F. (2014). Meta-analysis of functional neuroimaging studies indicates that an increase of cognitive difficulty during executive tasks engages brain regions associated with time perception. *Neuropsychologia*, *58*, 14-22. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2014.03.016
- Rodillo, E. (2015). Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad en adolescentes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *26* (1), 52-59. doi: 10.1016/j.rmcl.2015.02.005
- Roselló, B., & Servera, M. (2015). Análisis de la Escala de Manejo del Tiempo para maestros y su aplicación en el TDAH. *Revista De Psicología Clínica Con Niños Y Adolescentes*, *2*(2), 143-150.
- Rubia, K. (2002). The dynamic approach to neurodevelopmental psychiatric disorders: use of fMRI combined with neuropsychology to elucidate the dynamics of psychiatric disorders, exemplified in ADHD and schizophrenia. *Behavioural Brain Research*, *130*(1-2), 47-56. doi: 10.1016/S0166-4328(01)00437-5
- Rubia, K. (2011). "Cool" Inferior Frontostriatal Dysfunction in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Versus "Hot" Ventromedial Orbitofrontal-Limbic Dysfunction in Conduct Disorder: A Review. *Biological Psychiatry*, *69*(12), 69-87. doi: 10.1016/j.biopsych.2010.09.023
- Rubia, K., Alegría, A., & Brinson, H. (2014). Anomalías cerebrales en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad: una revisión. *Revista de Neurología*, *58* (Supl.1): S3-S18. doi: 10.33588/rn.58s01.2013570
- Rubia, K., Halari, R., Christakou, A., & Taylor, E. (2009). Impulsiveness as a timing disturbance: neurocognitive abnormalities in attention-deficit hyperactivity disorder during temporal processes and normalization with methylphenidate. *Philosophical Transactions of The Royal Society B: Biological Sciences*, *364*(1525), 1919-1931. doi: 10.1098/rstb.2009.0014
- Rubia, K., Smith, A., & Taylor, E. (2007). Performance of Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) on a Test Battery of Impulsiveness. *Child Neuropsychology*, *13*(3), 276-304. doi: 10.1080/09297040600770761
- Salthouse, T. A. (1991). *Theoretical perspectives on cognitive aging*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shapiro, Z., & Huang-Pollock, C. (2019). A diffusion-model analysis of timing deficits among children with ADHD. *Neuropsychology*, *33*(6), 883-892. doi: 10.1037/neu0000562
- Smith, A., Taylor, E., Warner Rogers, J., Newman, S., & Rubia, K. (2002). Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *Journal of Child Psychology And Psychiatry*, *43*(4), 529-542. doi: 10.1111/1469-7610.00043
- Sonuga-Barke, E. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD—a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, *130*(1-2), 29-36. doi: 10.1016/S0166-4328(01)00432-6
- Sonuga-Barke, E., Bitsakou, P., & Thompson, M. (2010). Beyond the Dual Pathway Model: Evidence for the Dissociation of Timing, Inhibitory, and Delay-Related Impairments in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of The American Academy Of Child & Adolescent Psychiatry*, *49*(4), 345-355. doi: 10.1016/j.jaac.2009.12.018
- Sonuga-Barke, E., Dalen, L., & Remington, B. (2003). Do Executive Deficits and Delay Aversion Make Independent Contributions to Preschool Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Symptoms?. *Journal of The American Academy Of Child & Adolescent Psychiatry*, *42*(11), 1335-1342. doi: 10.1097/01.chi.0000087564.34977.21
- Sonuga-Barke, E., Taylor, E., Sembi, S., & Smith, J. (1992). Hyperactivity and Delay Aversion?I. The Effect of Delay on Choice. *Journal of Child Psychology And Psychiatry*, *33*(2), 387-398. doi: 10.1111/j.1469-7610.1992.tb00874.x
- Suarez, I., Lopera, F., Pineda, D., & Casini, L. (2013). The cognitive structure of time estimation impairments in adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Cognitive Neuropsychology*, *30*(4), 195-207. doi: 10.1080/02643294.2013.842548
- Toplak, M., Dockstader, C., & Tannock, R. (2006). Temporal information processing in ADHD: Findings to date and new methods. *Journal of Neuroscience Methods*, *151*(1), 15-29. doi: 10.1016/j.jneumeth.2005.09.018
- Toplak, M., Rucklidge, J., Hetherington, R., John, S., & Tannock, R. (2003). Time perception deficits in attention-deficit/ hyperactivity disorder and comorbid reading difficulties in child and adolescent samples. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *44*(6), 888-903. doi: 10.1111/1469-7610.00173
- Toplak, M., & Tannock, R. (2005). Time Perception: Modality and Duration Effects in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Journal of Abnormal Child Psychology*, *33*(5), 639-654. doi: 10.1007/s10802-005-6743-6
- Treisman, M. (1963). Temporal discrimination and the indifference interval: Implications for a model of the "internal clock". *Psychological Monographs: General and Applied*, *77*(13), 1-31. doi: 10.1037/h0093864
- Valko, L., Schneider, G., Doehner, M., Müller, U., Brandeis, D., Steinhausen, H., & Drechsler, R. (2010). Time processing in children and adults with ADHD. *Journal Of Neural Transmission*, *117*(10), 1213-1228. doi: 10.1007/s00702-010-0473-9
- Villate, S., Franzán, M., Passaglia, G., Cáceres, M., & Ortiz, G. (2014). Trastornos en la percepción del tiempo en pacientes con alteraciones dopaminérgicas. *Neurología Argentina*, *6*(4), 212-216. doi: 10.1016/j.neuarg.2014.06.001
- Volkow, N., Wang, G., Kollins, S., Wigal, T., Newcorn, J., & Telang, F. et al. (2009). Evaluating Dopamine Reward Pathway in ADHD. *Journal of the American Medical Association*, *302*(10), 1084-1091. doi: 10.1001/jama.2009.1308
- Wiener, M., Turkeltaub, P., & Coslett, H. (2010). The image of time: A voxel-wise meta-analysis. *Neuroimage*, *49*(2), 1728-1740. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.09.064
- Yang, B., Chan, R., Zou, X., Jing, J., Mai, J., & Li, J. (2007). Time perception deficit in children with ADHD. *Brain Research*, *1170*, 90-96. doi: 10.1016/j.brainres.2007.07.021