

R. Martín\*,  
S. Hernández\*,  
M.Á. Alonso\*\*,  
M. Izquierdo\*,  
P. González-Pérez\*,  
J. Bravo\*

\*Dpto. Psicobiología y Metodología de las Ciencias del Comportamiento

\*\*Dpto. Psicología Básica, Social y Organizacional  
Facultad de Psicología, Universidad de La Laguna, Tenerife.

**Correspondencia:**

Sergio Hernández Expósito.  
Facultad de Psicología, Campus de Guajara,  
38071 La Laguna, Tenerife.  
E-mail: sexposit@ull.es

Procesos psicológicos complejos  
en niños con trastorno por déficit  
de atención con hiperactividad:  
una perspectiva neuropsicológica

*Complex psychological processes  
in children with attention deficit  
hyperactivity disorder:  
a neuropsychological perspective*

*La preparación de este trabajo se ha realizado, en parte,  
gracias a la ayuda del Ministerio de Ciencia e Innovación,  
Proyecto PSI2008-05607/PSIC*

**RESUMEN**

Las alteraciones anatomofuncionales frontoestriatales clásicamente identificadas como razón etiológica del Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) representan también, por extensión, el substrato anatomopatológico del déficit ejecutivo identificado en esta población. Desde la Neuropsicología, disciplina científica interesada por el estudio de la relación entre la corteza y los circuitos cortico-corticales y cortico-subcorticales con los procesos psicológicos complejos, existe un gran interés por fundamentar la naturaleza de los déficits neuropsicológicos que acontecen en el TDAH en un intento de identificar posibles endofenotipos que caractericen a esta población, interés que adquiere toda su dimensión si tenemos en cuenta la inexistencia de un marcador biológico para el TDAH. El objetivo de la presente revisión es una actualización teórica sobre el conocimiento acumulado desde la Neuropsicología como marco conceptual de referencia, acerca de las alteraciones en Memoria y en Funciones Ejecutivas de la población con TDAH. Consideramos que poner en valor los hallazgos neuropsicológicos en TDAH debe ser un componente esencial tanto en el diagnóstico como en la rehabilitación de un desorden multicomponencial como es el TDAH.

**Palabras clave:** Funciones Ejecutivas, Memoria, Neuropsicología, TDAH

**ABSTRACT**

Anatomofunctional frontostriatal abnormalities classically identified as the etiologic reason for Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) are also, by extension, the anatomopathological substrate of executive deficits found in this population. From Neuropsychology, scientific discipline interested in the study of the relationship between cortex and cortico-cortical and cortico-subcortical loops with complex psychological processes, there is a great interest to substantiate the nature of neuropsychological deficits that occur in ADHD, in an attempt to identify potential endophenotypes that characterize this population; an interest that acquires its full dimension due to the fact that there is no biological marker for ADHD. The AIM of this review is an update on theoretical knowledge accumulated, from Neuropsychology as a conceptual framework of reference, about deficits in memory and executive functions in ADHD population. We believe that highlighting the value of neuropsychological findings in ADHD should be an essential component in both the diagnosis and rehabilitation of a multicomponential disorder as ADHD is.

**Key Words:** ADHD, Executive Functions, Memory, Neuropsychology

## INTRODUCCIÓN

El Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) es una de las patologías neuroconductuales más comunes en la infancia caracterizada por un patrón persistente de inatención, hiperactividad e impulsividad. Según el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales<sup>1</sup> este patrón, debe durar más de seis meses y ser más frecuente y grave que el observado habitualmente en sujetos de la misma edad y de un nivel de desarrollo similar, afectando de forma considerable el desarrollo de la vida diaria de éste<sup>6</sup>. Los síntomas del TDAH suelen ser estables, pero pueden variar entre el hogar y el colegio en función de lo estructurado de la situación, la presencia de otras personas y la intensidad de la tarea<sup>42,47</sup>. Las manifestaciones clínicas del trastorno varían en función de la etapa evolutiva en que se encuentre el niño. Esto es, mientras que en los alumnos de primaria se aprecia tanto la inquietud motora como los déficits atencionales, en la adolescencia se observa una reducción de la inquietud motora y la persistencia del déficit atencional. Este mismo patrón se observa también en la vida adulta cuyos síntomas pueden perdurar en un porcentaje que varía entre un 40% y 60% de los casos<sup>9</sup>. En la actualidad es clásico distinguir tres subtipos: el subtipo con predominio del déficit de atención; el subtipo con predominio hiperactivo/impulsivo y el subtipo combinado, que compartiría características comunes de los dos anteriores. En el subtipo con predominio del déficit de atención, sobresale la lentitud en el procesamiento de la información. Se caracteriza por un estado de alerta y vigilancia inconsistente, especialmente cuando la información es presentada auditivamente. Este es el subtipo que más se asocia con las dificultades del aprendizaje. El subtipo con predominio hiperactivo/impulsivo es más común en los niños preescolares, siendo probablemente el precursor del tipo. Dentro de este grupo, el 80% de los casos está asociado a problemas de conducta. Este subtipo ha sido clásicamente relacionado con la dificultad en la socialización e interacción del niño con el medio. Por último, en el subtipo combinado los principales problemas se producen en el control inhibitorio, que repercute negativamente en el manejo de los recursos atencionales. Es el subtipo de mayor gravedad, pues se ven afectados tanto el comportamiento como el aprendizaje<sup>31</sup>.

Desde los acercamientos neurobiológicos, estudios de neuroimagen ponen de manifiesto datos neuroanatómicos relacionados con este trastorno. Así, se observa un decremento del volumen cerebral global en niños con TDAH comparados con controles relacionados en edad y

género<sup>22,28</sup>; una disminución de la corteza prefrontal derecha<sup>12</sup>; alteraciones en los ganglios basales, específicamente en el núcleo caudado<sup>11</sup> y menor volumen del cerebelo<sup>7</sup>. Estamos por lo tanto ante un trastorno neurobiológico, donde los mejores candidatos a explicar dichas alteraciones parecen ser los genes reguladores de la dopamina. Así, se asocia el TDAH a alteraciones en los sistemas de neurotransmisión catecolaminérgicos, incluyendo a la dopamina (DA) y la noradrenalina (NE) estableciéndose como una posible razón etiológica que el TDAH está causado por una disfunción de los circuitos noradrenérgicos y dopaminérgicos fronto-estriatales<sup>23</sup>.

El estudio de la repercusión cognitivo-conductual que el conjunto de anomalías anatomofuncionales descritas anteriormente tiene en el TDAH, representa el objetivo central de los estudios neuropsicológicos de esta población. La identificación de las funciones alteradas y preservadas que muestran los niños con TDAH contribuiría de forma considerable a la clarificación diagnóstica de la patología. De este modo salvaríamos lo que parece ser una dificultad inherente a las investigaciones sobre el TDAH, puesto que su diagnóstico se realiza apelando únicamente a criterios o descriptores conductuales, algunas veces solapados con otras patologías<sup>33</sup>. Sin embargo, la revisión de la literatura pone de manifiesto un alto nivel de inconsistencias en las alteraciones neuropsicológicas identificadas en esta población. Por lo que respecta a la memoria, si bien los problemas en esta función no representan un síntoma central en el TDAH, no siendo una característica definitoria del mismo, en la actualidad las investigaciones evidencian un déficit mnésico asociado al funcionamiento ejecutivo. Por tanto, la presente situación nos lleva a considerar en mayor profundidad los déficits más claramente definidos en esta población, esto es, los déficits en funciones ejecutivas y su repercusión en el rendimiento mnésico.

## FUNCIONES EJECUTIVAS Y TDAH

Las funciones ejecutivas podemos entenderlas como “*las capacidades mentales necesarias para la formulación de objetivos y la planificación de estrategias idóneas para alcanzar dichos objetivos, optimizando el rendimiento*”<sup>29</sup>. Representan el nivel supraordinado del funcionamiento cognitivo<sup>48</sup> y está vinculado a la actividad de la corteza prefrontal y a las conexiones que ésta establece<sup>23,37</sup>.

Uno de los aspectos a considerar en el estudio de las funciones ejecutivas en el TDAH es que la propia definición conceptual del constructo “*funciones ejecutivas*” no

50 está exenta de controversia. Así, varía de acuerdo a la disciplina académica, la habilidad específica identificada y el autor, lo que lleva a que existan unas 33 definiciones en la literatura<sup>40</sup>. Sin embargo, todas ellas están de acuerdo en que las funciones ejecutivas representan las capacidades que se sitúan en el nivel más elevado de la jerarquía cognitiva y están presentes en prácticamente la totalidad de las actividades de la vida cotidiana. De esta manera, implican el desempeño de las siguientes funciones: la capacidad para establecer metas; capacidad para planificar conductas dirigidas a la obtención de la meta establecida; la monitorización de la puesta en marcha del plan para comprobar su ajuste al objetivo y a las estrategias iniciales; la capacidad para dirigir y mantener nuestra atención hacia un estímulo relevante, tanto interno como externo; la capacidad de controlar la interferencia que producen los estímulos irrelevantes; la flexibilidad para corregir errores o incorporar conductas nuevas en función de los estímulos del entorno, la fluidez verbal y de diseño y la memoria de trabajo<sup>39</sup>.

El proceso de adquisición de las funciones ejecutivas está vinculado al desarrollo madurativo alcanzado por la corteza prefrontal. Así, será necesario que esta región cortical haya establecido las adecuadas conexiones sinápticas y que el proceso de mielinización se haya completado para que, a nivel conductual, se observe un adecuado rendimiento en tareas ejecutivas. La adquisición de estas funciones muestra un comienzo alrededor de los 12 meses de edad y a partir de entonces se desarrolla lentamente con dos picos importantes, a los 4 y a los 18 años<sup>17</sup>. Las funciones ejecutivas se investigan generalmente utilizando pruebas y tests neuropsicológicos de diversa naturaleza. A continuación se describe las distintas funciones que constituyen el constructo de funciones ejecutivas y algunas de las pruebas que se utilizan para su estudio.

La *Planificación* se entiende como la determinación y organización de los pasos y elementos necesarios para llevar a cabo una acción o la consecución de una meta. El plan debe concebir en su estructura posibles alternativas, la importancia de las mismas, y el poder realizar cambios si es necesario. Toda esta actividad conceptual implica a su vez la participación de la atención sostenida<sup>29</sup>. El área rostral anterior del cortex frontal parece estar especialmente implicada en las tareas de planificación<sup>24</sup>. Entre las pruebas más tradicionalmente utilizadas como medidas de planificación están la Torre de Londres y la Torre de Hanoi. Así mismo, el tipo de reproducción del Test de la Figura Compleja de Rey o los Laberintos de Porteus

y/o el subtest de Laberintos del WISC-R, dan un indicador de esta función.

*Atención Selectiva y Sostenida.* Los déficits atencionales, tanto en atención selectiva como sostenida, representan uno de los síntomas nucleares del TDAH. Estas capacidades parecen estar distribuidas en distintos sistemas neurales a lo largo del encéfalo. Por lo que respecta a la atención dirigida hacia estímulos externos, una de las áreas implicadas es el cortex cingulado anterior; mientras que la capacidad para mantener la atención en el tiempo se relaciona con regiones corticales posteriores, concretamente con la actividad del lóbulo parietal<sup>36</sup>. Los estudios muestran que los niños TDAH presentan más errores de omisión en pruebas de atención sostenida que los niños controles. Este síntoma de inatención permanece estable a lo largo de la vida de la persona<sup>8</sup>. Para evaluar la atención sostenida se usan pruebas como el Test de Atención d2<sup>10</sup>, la tarea de vigilancia continua<sup>46</sup> (Test de la "A") o el Continuous Performance Test (CPT)<sup>13</sup>, entre otros.

*La Inhibición,* o los procesos inhibitorios, representan la capacidad para frenar y/o retirar una respuesta saliente o una respuesta en marcha, no memorizar información irrelevante, inhibir interferencias mediadas por eventos previos y reducir la distractibilidad. Desde el punto de vista neuroanatómico, dichos procesos se asocian a la actividad de la región ventrolateral derecha del córtex prefrontal<sup>35</sup>. Los errores en pruebas que miden inhibición muestran que los TDAH comparados con controles cometen más errores de comisión, esto es, responder al ítem cuando deben inhibir la respuesta<sup>43</sup>. Entre las pruebas para medir la inhibición se cuenta con el test de interferencia de Stroop, las pruebas de Stop-task y las tareas go-no-go<sup>29</sup>.

*La Flexibilidad Cognitiva* se entiende como la capacidad de cambiar el curso del pensamiento o la acción que estamos llevando a cabo en función de las demandas del medio<sup>29</sup>. Aunque los resultados no son concluyentes, parece ser que el sustrato neural que se asocia a esta función integra el giro cingulado izquierdo, el cual se activa durante las tareas de formación o cambio de categorías; y las áreas dorsolaterales izquierdas, las cuales se activarían durante el transcurso de toda la tarea, se den o no cambios de categorías<sup>20</sup>. Una de las pruebas neuropsicológicas para evaluar la flexibilidad cognitiva es el test de clasificación de cartas de Wisconsin<sup>40</sup>.

*La Fluidez Verbal y Fluidez de Diseño* representan un componente importante de las funciones ejecutivas. Se definen como la capacidad para evocar respuestas apropiadas ante un estímulo determinado en un tiempo concreto. Por lo general, como estímulo elicitor se utilizan letras,

categorías y diseños. Los procesos cognitivos que demanda esta tarea, incluyen: velocidad de procesamiento, conocimiento de vocabulario, memoria semántica, memoria de trabajo, inhibición y atención sostenida<sup>40</sup>. Generalmente se considera que la corteza prefrontal dorsolateral sería la base neuronal de la fluidez. Algunos autores plantean la existencia de asimetría cerebral en esta capacidad, otorgando a la corteza prefrontal dorsolateral izquierda la fluidez verbal<sup>29</sup>, mientras que la corteza prefrontal dorsolateral derecha sería la responsable de la fluidez de diseño<sup>48</sup>. Una de las pruebas más utilizada para medir la fluidez verbal es el Controlled Oral Word Association Test (COWAT). Esta prueba incluye la producción oral y/o escrita de palabras que empiecen por F, A o S (consignas fonéticas), y palabras de una determinada categoría semántica (ej., animales, alimentos). Por lo que se refiere a la fluidez de diseño, se suele utilizar la producción gráfica de dibujos sin sentido durante un tiempo determinado.

Por último, la *Memoria de Trabajo* es el tipo de memoria que usamos para mantener dígitos, palabras, nombres u otros ítems en nuestra mente durante un breve periodo de tiempo<sup>27</sup>. Entre las pruebas que con mayor frecuencia se utilizan para medir la memoria de trabajo, podemos citar: Prueba de Memoria de Trabajo de Siegel y Ryan<sup>41</sup>, tarea de Brown-Peterson y el Paced Auditory Serial-Addition Task (PASAT). Así mismo, en ocasiones se ha empleado el subtest de dígitos (directos e inversos) pertenecientes a las escalas de inteligencia de Wechsler para evaluar la memoria de trabajo de naturaleza verbal y el Test de Corsi y la prueba de localización espacial de la WMS-III para medir la memoria de trabajo visoespacial.

En resumen, se ha puesto de manifiesto que el término “funciones ejecutivas” representa una forma de operar “top-down” que se nutre de un número importante de funciones asociadas que operaría en forma “bottom-up”. La corteza prefrontal y las conexiones que ésta establece con los ganglios basales y otras regiones córtico-subcor-



Figura 1. Bases neuroanatómicas de los diversos tipos de memoria (adaptado de Squire y Zola-Morgan<sup>44</sup>).

tales parecen necesarias para el adecuado rendimiento ejecutivo. Los niños con TDAH presentan problemas en este rendimiento ejecutivo. Así, tienen dificultades en la capacidad para *planificar* y llevar a cabo un objetivo; *inhibir conductas*; *cambiar de estrategias* ante la demanda del medio y en *fluidez verbal*<sup>30</sup>.

### DÉFICIT DE MEMORIA EN TDAH

Estudios con sujetos neurológicamente normales, estudios clínicos e investigaciones con animales han puesto de manifiesto la existencia de múltiples tipos de memoria que se sustentan en el adecuado funcionamiento de diversos sistemas neuronales<sup>45</sup>. El conjunto de estructuras cerebrales que participan en los procesos de memoria está profusamente difundido en el cerebro, participando tanto estructuras corticales como subcorticales. En la figura 1 se recoge las vinculaciones que Squire y Zola-Morgan hacen entre tipos de memoria y regiones cerebrales.

El esquema de la figura 1 hace mención a lo que se considera memoria a largo plazo. Sin embargo, para que ésta se pueda dar, nuestro cerebro necesita de la entrada de estímulos que debemos seleccionar, mantener, codificar y transferir a ese almacén o memoria a largo plazo. Todas esas funciones se realizan en otra estructura de memoria denominada memoria a corto plazo (MCP) o memoria de trabajo (MT). Siguiendo el Modelo Modal de Atkinson y Shiffrin<sup>2</sup>, la MCP se encuentra entre el

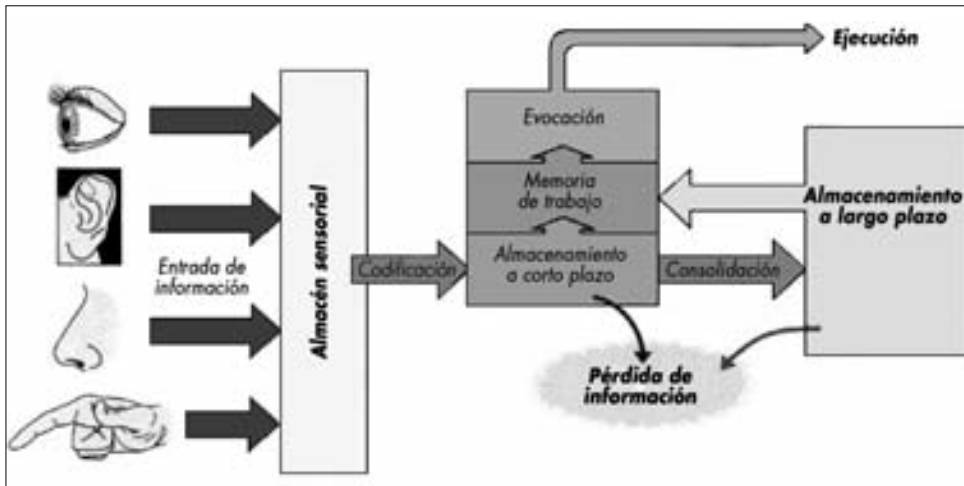


Figura 2. Proceso de formación de la memoria tiempo-dependiente.

almacén sensorial y la memoria a largo plazo. La información en MCP decae rápidamente y su información no puede transferirse a MLP a menos que se utilicen procesos de atención y funciones ejecutivas. Por tanto, el curso del procesamiento sería el siguiente. La información accede a nuestro cerebro a través de los distintos sistemas sensoriales, constituyendo de esta forma, y para algunos autores, la primera huella mnésica del material adquirido<sup>15</sup>. Posteriormente, la información es codificada en lo que podríamos denominar memoria a corto plazo, algunas veces denominada memoria de trabajo<sup>27</sup>. La consolidación a largo plazo de la información codificada, así como la evocación inmediata de la misma, parecen ser funciones altamente dependientes de la memoria de trabajo. Al mismo tiempo, se observa que hacemos uso de la memoria de trabajo cuando evocamos información retenida a largo plazo. La figura 2 recoge la representación gráfica de dicho procesamiento.

La memoria de trabajo es una extensión de un concepto anterior de MCP ejemplificado en el modelo modal de Atkinson y Shiffrin. Baddeley y Hitch<sup>5</sup> promueven reemplazar el concepto de sistema a corto plazo unitario por un sistema múltiple. Así la memoria de trabajo (MT) está formada por tres componentes que son el *Ejecutivo Central* y dos sistemas de almacenamiento: *La Agenda Visoespacial* y *el Bucle Fonológico*. El ejecutivo central es un sistema de control atencional y coordinador de los subsistemas “esclavos”<sup>3-4</sup>. El bucle fonológico estaría implicado en la información auditiva y relacionado con el habla, es responsable del almacenamiento temporal de información

verbal para su uso. Por último, la agenda visoespacial estaría relacionada con el mantenimiento y manipulación de información espacial y visual, responsable del almacenamiento temporal de información no verbal. Así pues, la memoria de trabajo, con sus tres subsistemas, posee capacidad limitada, y es la encargada de almacenar y manipular información.

La formulación de la memoria de trabajo en los términos planteados por Baddeley ha incentivado, desde la neuropsicología,

la búsqueda de correlatos anatómicos a cada uno de los componentes. Así, parece que el cortex prefrontal es la estructura responsable de la integración de los distintos componentes de la memoria de trabajo. Las regiones que contribuyen a esta función son múltiples. El ejecutivo central estaría regulado por la corteza prefrontal; el bucle fonológico estaría vinculado a regiones temporoparietales izquierdas, así como áreas motoras y premotoras del hemisferio izquierdo; y la agenda visoespacial está regulada por regiones parieto-occipitales derechas<sup>4</sup>. La figura 3 recoge la representación gráfica de lo expuesto con anterioridad.

En resumen, parece que no hay un único tipo de memoria ni un único sistema neural subyacente a ésta. Al contrario, existen estructuras de memoria y múltiples sistemas neurales que los sustentan<sup>32</sup>.

Las investigaciones realizadas sobre memoria en niños con TDAH muestran resultados inconsistentes, encontrándose diferencias en memoria en algunos estudios pero no en otros. Así, Kaplan et al<sup>25</sup> administraron la batería de memoria WRAML (Wide Range Assessment of Memory and Learning) a niños con TDAH y controles. Dicha batería está formada por distintos subtests que miden memoria verbal (memoria de historias, memoria de frases y memoria de números y letras), memoria visual (memoria de imágenes, memoria de diseños) y aprendizaje (verbal, de sonidos y visual). Los resultados mostraron que los niños con TDAH tenían un peor rendimiento que el grupo control en memoria de frases y memoria de números y letras. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la

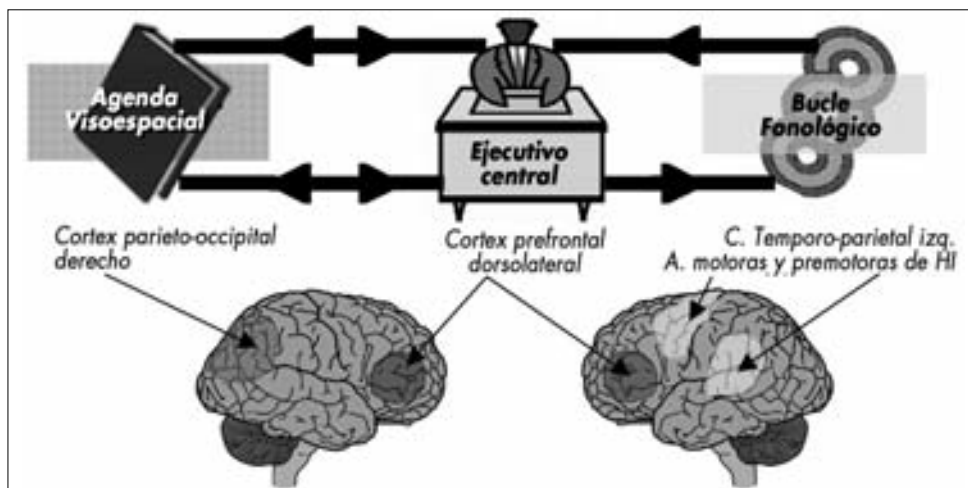


Figura 3. Representación esquemática de la Memoria de Trabajo conceptualizada por Baddeley y correlato anatómico propuesto.

memoria de historias, ni a corto ni a largo plazo. Por lo que respecta a la memoria visual, no se encontraron diferencias significativas entre TDAH comparado con controles en memoria de imágenes y de diseño. Así como tampoco se encontraron diferencias en los subtests que medían aprendizaje verbal, visual y de sonidos. Para el grupo de Kaplan, estos resultados ponen de manifiesto que los déficits de memoria verbal no son una característica definitoria del trastorno por déficit de atención con hiperactividad dado que en la prueba de memoria de historias no se encontraron diferencias entre ambos grupos, sino que los niños TDAH tienen dificultades en los procesos de atención empleados para almacenar la información como se pone de manifiesto en las diferencias encontradas en las pruebas de memoria de frases, números y letras, pruebas especialmente sensibles a los procesos de atención/concentración.

Por otra parte, Ott y Lyman<sup>34</sup> no encuentran diferencias significativas entre TDAH y controles en una prueba de memoria espacial, aunque los sujetos con TDAH lograron en el recuerdo libre algunos ítems menos que el grupo control.

Resultados en la misma línea son aportados también por Kitazawa, Hirabayashi y Kobayashi<sup>26</sup> quienes examinaron el rendimiento de niños con TDAH y controles en el *Auditory Verbal Learning Test (AVLT)*, y en el *Rey-Osterrieth Complex Figure Test (RCFT)*, además de tareas de memoria extraídas de las baterías WISC-III y K-ABC, no encontrando diferencias significativas entre ambos grupos. Cornoldi, Barbieri, Gaiani y Zocchi<sup>14</sup> exa-

minaron las estrategias de memoria de un grupo de niños controles y TDAH. En una serie de tres experimentos a los participantes se les administraron pruebas de recuerdo libre utilizando materiales algunos de los cuales podían categorizarse y otros estaban repetidos. Los resultados mostraron que los niños con TDAH presentaban un menor recuerdo de los materiales y un mayor número de intrusiones comparado con los niños del grupo control. Sin embargo, cuando se les prestaba ayuda para

que utilizaran estrategias, que consistían en organizar el material semánticamente, su nivel de ejecución era similar al del grupo control. Un análisis pormenorizado de sus resultados reveló que el patrón de déficit mostrado por los TDAH era indicativo de déficit en el funcionamiento ejecutivo, no en el conocimiento. En la misma línea se sitúan los trabajos de Ott y Lyman<sup>34</sup> quienes encontraron un peor rendimiento en el grupo de niños TDAH en pruebas de recuerdo libre y las investigaciones de Douglas y Benezra<sup>19</sup> que mostraron que los TDAH presentan déficits en tareas de memoria que requieren organización y repetición deliberada de la información.

Los niños TDAH según Douglas<sup>18</sup> tienen déficits en el procesamiento ejecutivo responsable de la organización y monitorización del procesamiento de la información, la movilización de la atención, el esfuerzo y la inhibición de la respuesta inapropiada. En esta misma línea se expresa Denckla<sup>16</sup> para quien los déficits de memoria observados en TDAH no son tanto de *atención* sino de *intención*, enfatizando nuevamente el papel que desempeñan las funciones ejecutivas en el rendimiento en memoria.

Los estudios anteriores muestran inconsistencia en los resultados en memoria en TDAH. Sin embargo, la memoria de trabajo no es una única estructura, sino que está compuesta por tres componentes como son el ejecutivo central, el bucle fonológico y la agenda visoespacial, y por tanto esta población puede presentar problemas en una subestructura concreta de la memoria de trabajo y tener otras intactas. O lo que es lo mismo, el déficit mné-

54 sico no es cuestión de todo o nada, y los niños TDAH pueden rendir igual que los controles en alguna prueba y presentar problemas en otras. Así, se ha encontrado que los niños TDAH no presentan dificultades cuando los estímulos que se les presentan son visuales o en forma de figuras como por ejemplo la Figura Compleja de Rey o los que aparecen en la Escala Wechsler de Memoria. Sin embargo, cuando las pruebas utilizadas presentan material verbal como listas de palabras o pares asociados como las incluidas en el Test de Aprendizaje Verbal California sí se encuentran diferencias entre TDAH y controles. Incluso en el subtest de span o amplitud de dígitos de la Escala Wechsler de Inteligencia para Niños se ha encontrado una menor amplitud en niños TDAH comparado con controles.

Resultados en esta misma línea de investigación han sido encontrados recientemente por nuestro grupo de investigación<sup>30</sup>. Así, administramos pruebas de memoria verbal, visual y memoria de trabajo a una muestra de niños con TDAH y niños controles. Cuando la prueba consistía en aprender una lista de palabras (medida con la AVLT- Rey) no se encontraron diferencias significativas en recuerdo libre entre los grupos en el primer ensayo de aprendizaje, pero sí en los cuatro ensayos posteriores. Tampoco se encontraron diferencias en el recuerdo de la lista de interferencia, ni en la prueba de reconocimiento. Sin embargo, sí se encontraron diferencias entre ambos grupos cuando la prueba de recuerdo se realizaba tras la presentación de la lista de interferencia y tras un intervalo de 30 minutos. Cuando la prueba requería el recuerdo de una historia (Memoria de Historias del TOMAL<sup>38</sup>) no se encontraron diferencias entre niños TDAH y controles en recuerdo libre inmediato, pero sí en el recuerdo demorado. En las pruebas de material visual, tanto visoperceptivo (medido con la Figura Compleja de Rey) como visoespacial (medido con Recuerdo Selectivo Visual del TOMAL) no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en memoria visual. Finalmente, en la memoria de trabajo verbal (medida con la prueba de Memoria de Trabajo de Frases) se encontraron diferencias entre los grupos; sin embargo, cuando la misma función fue medida con la prueba Dígitos del WISC-R en la versión inversa no se encontraron tales diferencias. Tampoco se encontraron diferencias en la memoria de trabajo visoespacial (medida con la prueba de localización espacial de la Wechsler Memory Scale III).

En resumen, en lo referente a memoria verbal, no se encontraron diferencias entre los niños con TDAH y los

controles para la adquisición de información y, en cambio, sí se objetivaron diferencias en el recuerdo libre, tanto inmediato como demorado. Indicando la presencia de dificultades en la búsqueda espontánea de información que ha sido previamente almacenada junto a beneficio cuando la prueba les facilita claves o ayudas. Esto muestra que las dificultades son de evocación espontánea. De esta manera, los niños con TDAH tienen déficit en las estrategias de organización, búsqueda, selección y/o recuperación de la información de naturaleza verbal, reflejando este perfil de resultados un rendimiento ejecutivo deficiente. Con respecto a la memoria visual, los resultados ponen de manifiesto que el rendimiento del grupo TDAH es similar al grupo control, es decir parecen no tener dificultades en la recuperación espontánea de información de naturaleza visual, ni para material visoperceptivo ni visoespacial. Por lo que respecta a la amplitud de memoria, tanto directa como inversa, no se encontraron diferencias entre los grupos ni para material verbal ni visual. Sin embargo, sí se encontraron diferencias en la amplitud de la memoria de trabajo medida con la prueba de Memoria de Trabajo de Frases. Estudios realizados con tomografía por emisión de positrones muestran que los niños TDAH usan regiones de su cerebro asociadas con tareas visuales (región occipital) cuando están realizando tareas en la memoria de trabajo, en mayor medida que el cortex prefrontal que utilizan los sujetos controles<sup>21</sup>.

La conclusión a la que se puede llegar es que los datos obtenidos en la población TDAH son consistentes con un déficit en el funcionamiento del bucle fonológico y del ejecutivo central, dos estructuras importantes de la memoria de trabajo. Por lo que respecta a la agenda visoespacial, estructura encargada del mantenimiento y manipulación de información visual y espacial, los niños TDAH no presentan problemas. Siguiendo la propuesta de localización de Baddeley<sup>4</sup>, esto haría esperable la existencia de alteraciones en el funcionamiento de la corteza prefrontal dorsolateral, temporoparietal izquierda y motora y premotora también izquierdas. Dado que los componentes del bucle fonológico son críticos para el reconocimiento de palabras, el desarrollo del lenguaje y las habilidades lectoras es importante su estudio para una mejor comprensión del TDAH que facilite la intervención en aquellos aspectos más deteriorados en esta población.

La revisión de la literatura realizada junto a los datos encontrados en nuestro propio laboratorio nos permite establecer las siguientes conclusiones.

## CONCLUSIONES

- 1.- El constructo “*funciones ejecutivas*” hace mención a un conjunto de funciones que nos posibilitan desde el establecimiento de metas hasta la realización del conjunto de estrategias conductuales necesarias para alcanzar los objetivos trazados. Datos clínicos y de neuroimagen funcional han puesto de manifiesto la importancia de los lóbulos frontales y las conexiones que esta estructura establece en la regulación de esta función.
- 2.- La población con TDAH evidencia importantes déficits en el funcionamiento ejecutivo. En efecto, cuando se estudia el rendimiento del grupo TDAH mediante pruebas y procedimientos neuropsicológicos que evalúan rendimiento ejecutivo, su ejecución es, generalmente, significativamente peor al evidenciado por el grupo control.
- 3.- El conocimiento de las alteraciones anatomofuncionales que subyacen al TDAH y que explican su sintomatología nuclear, nos proporciona una buena base neural que permite comprender los déficits ejecutivos encontrados en el TDAH. Asumiendo que los lóbulos frontales, específicamente la corteza prefrontal, desempeñan un papel preponderante en esta función y aceptando que los lóbulos frontales aparecen disfuncionales en el TDAH es posible colegir alteraciones ejecutivas en esta población.
- 4.- Como grupo, la población con TDAH no evidencia problemas de memoria exceptuando las alteraciones en memoria de trabajo. En efecto, tanto si atendemos a la memoria tiempo dependiente (corto plazo-largo plazo), como a la naturaleza del material a memorizar (verbal-visual), el rendimiento de la población con TDAH es equiparable al mostrado por la población normal igualada en edad, género y nivel de desarrollo. Desde el punto de vista anatómico éste es un resultado que no sorprende dado que son estructuras cerebrales posteriores, corteza temporomedial junto a hipocampo, las que desempeñan un papel preponderante en la memoria entendida como capacidad de retener información a corto y largo plazo.
- 5.- Sin embargo, tanto la retención de material como su evocación demandan la participación de las funciones ejecutivas y por lo tanto de los lóbulos frontales. Es decir, memorizar implica la puesta en marcha de un conjunto de estrategias que nos permitan clasificar el material de un modo determinado (ej. por semejanza categorial) y, al mismo tiempo,

evocar el material aprendido y memorizado demanda estrategias de búsqueda que nuevamente suponen la puesta en práctica del funcionamiento ejecutivo.

- 6.- En el contexto expuesto en la conclusión anterior podemos comprender que la población con TDAH muestra problemas de memoria que van más allá de las alteraciones en memoria de trabajo clásicamente encontradas. Si tal y como sugerimos, memorizar implica a las funciones ejecutivas y si, como parece aceptado, éstas dependen de la corteza prefrontal funcionalmente deficitaria en TDAH, es fácil colegir los déficits de memoria en TDAH. Este es un resultado encontrado en ocasiones en la literatura y evidenciado en nuestro propio laboratorio.
- 7.- La Neuropsicología, marco conceptual en el que se inserta el conjunto de investigaciones comentadas en la presente revisión, ha contribuido y está ampliando de forma significativa el conocimiento sobre la caracterización sintomatológica y etiológica del TDAH. El advenimiento de las técnicas de neuroimagen (Imagen por Resonancia Magnética Funcional-fMRI, Tomografía por Emisión de positrones-PET, Voxel-Based-Morphometry-VBM, Imagen por Tensor de Difusión-TDI) incrementará de forma exponencial las aportaciones de esta disciplina. Como meta se pretende, asumiendo su dificultad, la identificación de endofenotipos que contribuyan al diagnóstico de esta patología.
- 8.- La información recogida en la presente revisión tiene una implicación práctica evidente. Más allá del consabido entrenamiento en el control de la atención y la inhibición cognitiva y conductual, ahora estamos en disposición de afirmar que la memoria de los niños/as con TDAH puede beneficiarse sustancialmente si tenemos en consideración la vinculación demostrada entre funcionamiento ejecutivo y memoria. Dicho acercamiento maximizará los logros terapéuticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Psychiatric Association (APA) Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-IV-TR). Barcelona: Masson. 2002.
2. Atkinson RC, Shiffrin RM. Human memory: A proposed system and its control processes. En: KW Spence y JT Spence. The psychology of learning and motivation. Nueva York: Academic Press. 1968.



3. Baddeley A. Working memory. Oxford: Oxford University Press. 1986.
4. Baddeley A. Working memory: looking back and looking forward. *Nature Neuroscience*. 2003, 4: 829-839.
5. Baddeley AD, Hitch GJ. Working memory. En: GA Bower. *Psychology of learning and motivation*. Nueva York: Academic Press. 1974, 8: 47-90.
6. Barkley RA, DuPaul, GJ, McMurray, MB. A comprehensive evaluation of attention deficit disorder with and without hyperactivity. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. 1990, 58: 775-789.
7. Berquin PC, Giedd JN, Jacobsen LK, Hamburger, SD, Krain AL, Rapoport JL, Castellanos FX. The cerebellum in attention deficit hyperactivity disorder: A morphometric study. *Neurology*. 1998, 50: 1087-1093.
8. Biederman J, Mick E, Faraone SV. Age dependent decline of ADHD symptoms revisited: Impact of remission definition and symptom subtype. *American Journal of Psychiatry* 2000, 157: 816-818.
9. Biederman J, Monuteaux C, Mick E, Spencer T, Wilens TE, Silba JM, Snyder LE, Faraone SV. Young adult outcome of attention deficit hyperactivity disorder: a controlled 10-years follow-up study. *Psychological Medicine*. 2006, 36: 167-179.
10. Brickenkamp R. *Aufmerksamkeits-Belastungs-Test*. Alemania: Hogrefe, Göttingen. 1962.
11. Castellanos FX, Lee PP, Sharp W, Jeffries NO, Greenstein DK, Clasen LS, Blumenthal, JD, James RS, Ebens CL, Walter JM, Zijdenbos A, Evans AC, Giedd JN, Rapoport JL. Developmental trajectories of brain volume abnormalities in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *JAMA*. 2002, 288: 1740-1748.
12. Castellanos FX, Giedd JN, Marsh WL, Hamburger SD, Vaituzis AC, Dickstein DP, Sarffati SE, Vauss YZ, Senell JW, Lange N, Kaysen D, Krain AL, Ritchie GF, Rajapakse JC, Rapoport JL. Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention-deficit/hyperactivity disorder in children. *Archives General Psychiatry*. 1996, 53: 607-616.
13. Conners CK. *Conners' Continuous Performance Test Computer Program 3.0 User's Manual*. Toronto, ON: Multi-Health Systems. 1994a.
14. Cornoldi C, Barbieri A, Gaiani C, Zocchi S. Strategic memory deficits in attention deficit disorder with hyperactivity participants: The role of executive processes. *Developmental Neuropsychology*. 1999, 15 (1): 53-71.
15. Craik FIM, Lockhart RS. Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1972, 11: 671-684.
16. Denckla MB. Biological correlates of learning and attention: What is relevant to learning-disability and attention deficit hyperactivity disorder? *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*. 1996, 17: 114-119.
17. Diamond A. Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: cognitive function, anatomy and biochemistry. En: Stuss DT & Knigh RT. *Principles of frontal lobe function*. London: Oxford University Press. 2002, 446-503.
18. Douglas VI. Attentional and cognitive problems. En: M Rutter. *Developmental Neuropsychiatry* Nueva York: Guildford. 1983, 280-328.
19. Douglas VI, Benezra E. Supraspan verbal memory in attention deficit hyperactivity disorder with hyperactivity normal and reading-disabled boys. *Journal of Abnormal Child Psychology*. 1990, 18: 617-638.
20. Etchepareborda MC, Mulas F, Capilla-González A, Fernández-González S, Campo P, Maestú F. Sustrato neurofuncional de la rigidez cognitiva en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad: Resultados preliminares. *Revista de Neurología*. 2004, 38: 145-148.
21. Fine L. Research: Paying Attention. Ed Week. <http://www.edweek.org/ew/articles/2001/05/09/34adhd.h20.html>
22. Hill DE, Yeo RA, Campbell RA, Hart B, Vigil J, Brooks W. Magnetic resonance imaging correlates of attention-deficit/hyperactivity disorder in children. *Neuropsychology*. 2003, 17: 496-506.
23. Himelstein J, Schulz KP, Newcorn JH, Halperin JM. The neurobiology of attention deficit hyperactivity disorder. *Frontiers in Bioscience*. 2000, 5: 461-478.
24. Humes GE, Welsh MC, Retzlaff P, Cookson N. Tower of Hanoi and London: reliability and validity of two executive function task. *Psychological Assessment*. 1997, 4: 249-257.
25. Kaplan BJ, Dewey D, Crawford SG, Fisher GC. Deficits in long-term memory are not characteristic of ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 1998, 20 (4): 518-528.
26. Kitazawa S, Hirabayashi S, Kobayashi M. Memory functions in children with attention deficit/hyperactivity disorder: the effects of methylphenidate on them. *No To Hattatsu* 2004, 36 (1): 31-36.
27. Kolb B, Whishaw IQ. *Fundamentals of human neuropsychology*. New York: Worth Publishers. 2003.
28. Krain AL, Castellanos FX. Brain development and ADHD. *Clinical Psychology Review*. 2006, 26 (4): 433-444.
29. Lezak M. *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press. 1995.
30. Martín-González R, González-Pérez PA, Izquierdo-Hernández M, Hernández-Expósito S, Alonso-Rodríguez MA, Quintero-Fuentes I, Rubio-Morell B. Evaluación neuropsicológica de la memoria en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad: papel de las funciones ejecutivas. *Revista Neurología*. 2008, 47 (05):225-230.
31. Mulas F, Roselló B, Smeyers P, Hernández S. Trastorno de déficit de atención con hiperactividad: actualización diagnóstica y terapéutica. *Actualidad en TDAH*, Madrid: Laboratorios Rubió. 2002.
32. Nieto A, Hernández S. *Neuropsicología II. Guía Didáctica*. La Laguna: Arte. 2006.
33. Nigg JT. Neuropsychologic theory and findings in attention-deficit/hyperactivity disorder: The state of the field and salient challenges for the coming decade. *Biology Psychiatry*. 2005, 57: 1424-1435.
34. Ott DA, Lyman RD. Automatic and effortful memory in children exhibiting attention-deficit hyperactivity disorders. *Journal of Clinical Child Psychology*. 1993, 22: 420-427.
35. Papazian O, Alfonso I, Luzondo RJ. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*. 2006, 42 (Supl 3): S45- S50.

36. Posner MI, Raichle ME. Images of mind. New York: Scientific American Library. 1994.
37. Rebollo MA, Montiel S. Atención y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología* 2006, 42 (Supl 2): S3-7.
38. Reynolds CR, Bigler ED. Test of memory and learning (TOMAL). Austin, TX: Pro-Ed. 1994.
39. Rubio-Morell B, Martín-González R, Herreros-Rodríguez O, González-Pérez P, Hernández-Expósito S, Quintero-Fuentes, I Gracia-Marco, R. Evaluación neuropsicológica de la eficacia del metilfenidato-OROS en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Revista de Neurología*. 2008, 46 (10): 602-608.
40. Sergeant JA, Geurts H, Oosterlaan J. How specific is a deficit of executive functioning for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder? *Behavioural Brain Research*. 2002, 130: 3-28.
41. Siegel L, Ryan EB. The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*. 1989, 60: 973-980.
42. Silver LB. Trastorno por déficit de atención con hiperactividad. Guía clínica de diagnóstico y tratamiento para profesionales de la salud. Barcelona: Ars Medica. 2004.
43. Smith A, Taylor E, Brammer M, Toone B, Rubia K. Task-specific hypoactivation in prefrontal and temporoparietal brain regions during motor inhibition and task switching in medication-naive children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal Psychiatry*. 2006, 163(6): 1044-1051.
44. Squire LR, Zola-Morgan S. Memory: Brain systems and behavior. *Trends Neuroscience*. 1988, 11: 170-175.
45. Squire LR, Stark CE. Memory System. En: JR Pomerantz. *Topics in Integrative Neuroscience*. Cambridge: Cambridge University Press. 2008.
46. Strub RL, Black FW. The mental status examination in neurology. Philadelphia: FA Davis. 1986.
47. Szatmari P, Offord DR, Boyle, MH. Correlates, associated impairments, and patterns of service utilization of children with attention deficit disorders: Findings from the Ontario Child Health Study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 1989, 30: 205-217.
48. Tranel D, Anderson SW, Benton A. Development of the concept of "executive function" and its relationship to the frontal lobes. En: F. Boller J. Grafman. *Handbook of Neuropsychology*. Elsevier Science. 1994.