

Neuropsicología de la atención. Conceptos, alteraciones y evaluación

Luis Alberto Fernández

*Universidad Católica de Córdoba. Córdoba, Argentina
Fundación Cortex para el Progreso de las Neurociencias. Córdoba, Argentina
Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina*

Resumen

Los procesos atencionales son una enorme área de estudio para el investigador en neuropsicología y un elemento de frecuente evaluación para el neuropsicólogo clínico. No obstante, la multiplicidad de términos y teorías relacionados a la atención hacen muchas veces muy difícil la convergencia de los diferentes hallazgos entre los investigadores y el entendimiento entre los neuropsicólogos clínicos. En este artículo se describen algunas de las teorías más relevantes y con mayor solidez científica sobre la atención. Asimismo, se detallan algunas de las patologías más características de las alteraciones de la atención y, finalmente, se desarrollan algunos de los tests más importantes para su evaluación.

Palabras clave: atención - modelos de atención - trastorno por déficit de atención e impulsividad - evaluación.

Abstract

Attention processes are a huge area of work for the neuropsychology researcher and a cognitive function frequently assessed by the clinical neuropsychologist. However, the multiplicity of definitions and theories related to attention make very hard to match the findings from different researchers in the field and the application of these concepts in the clinical field. In this article the some of the most important and scientifically sound theories on attention as well as some of the most characteristic attention disorders are described. Besides, some of the most important tests for the assessment of attention are explained.

Correspondencia con los autores: neuorehab@onenet.com.ar

Artículo recibido: 16 de julio de 2014

Artículo aceptado: 15 de noviembre de 2014

Key words: attention - attention models - attention disorder with hyperactivity disorder - assessment.

1. Introducción

La atención y sus múltiples definiciones

La definición de la atención ha sido un problema a lo largo de la historia. Desde 1890, cuando William James definió la atención, varias definiciones han sido propuestas. La definición de James establecía que:

La atención es la toma de posesión de la mente, en forma clara y vívida, de uno de lo que parecen varios simultáneamente posibles objetos o trenes de pensamiento. Focalización, concentración de la conciencia son su esencia. Implica la retirada de algunas cosas con el fin de hacer frente eficazmente a las demás, y es una condición que tiene un verdadero opuesto en el estado mental de despiste, confusión y aturdimiento (pp. 403-404).

Esta definición se puede adaptar a lo que se define actualmente con varios términos, tales como la atención focalizada, selección, atención selectiva, orientación, foco y así sucesivamente. La multiplicidad de definiciones corresponde a la profusión de modelos de atención producidos en las últimas décadas. Al menos 13 modelos han sido propuestos por diferentes autores, a saber, Pribram y McGuinness (1975), Baddeley (1986), Norman y Shallice (1986), Sohlberg y Mateer, (1989), Mesulam (1990), Posner y Petersen (1990), Whyte (1992), Bracy (1994), van Zomeren y Brower (1994), Mapou (1995), Cohen, Malloy y Jenkins (1999), Mirsky y Duncan (2001), Corbetta y Shulman (2002). Estos modelos se derivan de diferentes fuentes - clínicas, experimentales, psicométricas - pero algunos de sus conceptos coinciden a través de ellos. Sin embargo, el campo no está unificado y es tentador decir que el mismo paciente puede tener tantos diagnósticos diferentes como modelos existen, es decir, un paciente tendrá diferentes diagnósticos de su funcionamiento atencional según el modelo conceptual adoptado por el neuropsicólogo que evaluó al paciente. El modelo de Sohlberg y Mateer, por ejemplo, tiene cinco componentes (atención focalizada, sostenida, selectiva, alterna y dividida), mientras que Posner y Petersen tiene tres (orientación, vigilancia y redes ejecutivas) y el de Mirsky y Duncan tiene otros cinco componentes diferentes (focalización / ejecución, codificación, cambio, sostenimiento y estabilidad). Por otra parte, también hay un conflicto no resuelto entre los conceptos de la atención y la conciencia. Mientras que algunos autores sostienen que la atención es necesaria y suficiente para la conciencia (De Brigard & Prinz, 2010), otros no están de acuerdo con este punto de vista (Mole 2008).

De esta gran cantidad de modelos de atención se han destacado dos. Estos son los de Mirsky y Duncan y el de Posner y Petersen. La mayoría de los autores que

trabajan en el campo citan estos dos modelos. Además, hay datos sólidos que los apoyan. Ambos se describirán en las siguientes secciones.

El modelo de atención de Mirsky y Duncan

Este modelo fue originalmente descrito en Mirsky, Anthony, Duncan, Ahern y Kellam (1991), y posteriormente desarrollado en Mirsky y Duncan (2001). Este marco conceptual se deriva de estudios experimentales y psicométricos. Partiendo de una definición conceptual de los elementos de la atención (definidos previamente por Zubin en 1975), se realizó un análisis factorial incluyendo ocho pruebas neuropsicológicas que se utilizan con frecuencia para la evaluación de la atención. Las pruebas que incluyeron fueron: Test de Stroop, Cancelación de letras de Talland, Test del Trazo (*Trail Making Test*, TT), Dígito Símbolo, Aritmética, Amplitud de Dígitos, Test de Ejecución Continua (*Continuous Performance Test*) y Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin (TCCW). Dígito-Símbolo, Aritmética y Amplitud de Dígitos son subtests de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Adultos-Revisada. El análisis factorial encontró inicialmente cuatro componentes, pero los estudios posteriores identificaron un quinto factor. Los factores fueron nombrados como: Focalización/Ejecución, Atención Sostenida, Alternancia, Codificación y Estabilidad. El factor Focalización/Ejecución está relacionado con "la capacidad de concentrarse en una tarea en presencia de estímulos que distraen, y ejecutar rápidamente las respuestas manuales o verbales que requiere la tarea" (Mirsky & Duncan, 2001, pp. 20). Este elemento de atención se ha asociado a varias regiones del cerebro, incluyendo el lóbulo parietal inferior, giro temporal superior y partes del cuerpo estriado. El factor Atención Sostenida es la capacidad de mantener un foco de atención durante un período considerable de tiempo. En este caso las áreas del cerebro implicadas son las regiones del tectum y la formación mesopontina de la formación reticular del tallo cerebral, así como el núcleo reticular del tálamo medio. El factor Alternancia ha sido definido como la capacidad de cambiar el foco de atención de alguna característica específica del estímulo a otra. El desempeño en el factor de Alternancia ha sido relacionado con la corteza prefrontal dorsolateral y la circunvolución cingulada anterior. La Codificación se define como la capacidad de mantener la información en la memoria durante breves períodos de tiempo con el fin de permitir la ejecución de operaciones mentales con esta información. Esta definición es muy similar a la definición de la memoria de trabajo. De hecho, en este punto se desdibujan las fronteras entre la atención y la memoria. Mirsky y Duncan sostienen que las estructuras cerebrales que apoyan esta función están "en y alrededor del hipocampo y la amígdala" (pp. 20). Por último, el elemento Estabilidad, vagamente descrito, se ha definido como la coherencia en la respuesta a los estímulos "diana". Los autores no precisan ninguna región específica del cerebro para apoyar este elemento. La Figura 1 muestra los diferentes elementos de atención de este modelo y las regiones cerebrales propuestas asociadas a cada elemento.

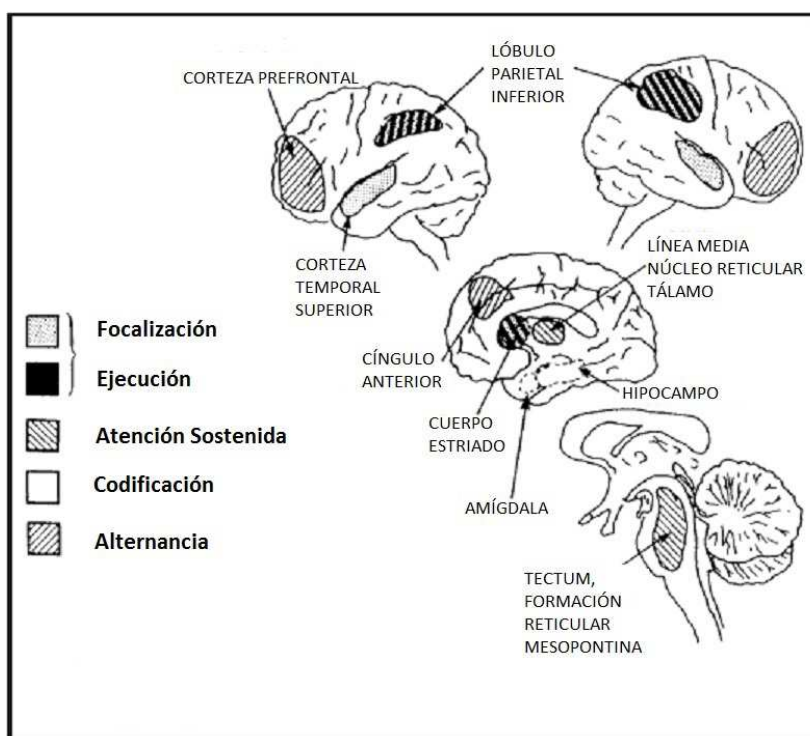


Figura 1. Sistema cerebral atencional del modelo de Mirsky y Duncan (adaptado de Mirsky, 1987)

Una de las características más interesantes de este modelo es que, ya que se deriva de un análisis factorial, cada elemento atencional puede ser evaluado con pruebas neuropsicológicas clínicas. La Tabla 1 muestra todas las dimensiones y los tests específicos para evaluarlas de acuerdo a los resultados del análisis factorial.

El modelo de Mirsky y Duncan ha recibido el apoyo de otros estudios. Kremen, Seidman, Faraone, Pepple y Tsuang (1992), utilizando la misma batería de pruebas, replicaron la estructura inicial de cuatro factores en una muestra de 34 pacientes psicóticos. Más recientemente, Levine, Hardy, Barclay, Reinhard, Cole y Hinkin (2008) aplicaron la misma batería a una muestra de personas infectadas por el VIH y se encontró una estructura factorial similar, que explica el 74,5% de la varianza.

Tabla 1. Elementos de la atención. Resumen de tests que evalúan cada elemento

ELEMENTO ATENCIONAL	TEST/MEDIDA
Codificación	Amplitud de Dígitos (WAIS-R o WAIS-III; WISC-R o WISC-III) Aritmética (WAIS-R o WAIS-III; WISC-R o WISC-III)

Focalización/Ejecución	Dígito-Símbolo (WAIS-R o WAIS-III) Claves (WISC-R o WISC-III) Test de Cancelación de Letras Test de Interferencia Color-Palabra de Stroop Test del Trazo partes A y B (Trail Making Test)
Alternancia	Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin Test de Programas Motores Recíprocos
Atención sostenida	Test de Rendimiento Continuo de Conners-visual (X, AX, Otros): Precisión, Tiempo de reacción Test de Rendimiento Continuo de Conners-auditivo (X, AX, Otros): Precisión, Tiempo de reacción
Estabilidad	Test de Rendimiento Continuo de Conners-visual (X, AX, Otros): Variabilidad del Tiempo de reacción Test de Rendimiento Continuo de Conners-auditivo (X, AX, Otros): Variabilidad del Tiempo de reacción

Nota: Tomado de Mirsky y Duncan (2001)

La principal fortaleza de este modelo se debe a su base psicométrica que hace que sea clínicamente funcional. Los diferentes elementos de la atención se pueden evaluar en un paciente dado con las diferentes pruebas propuestas. Además, la asociación de diferentes regiones del cerebro con estos elementos proviene de estudios experimentales realizados, en su mayor parte, con animales. Por lo tanto, existe un marco conceptual con el apoyo de datos psicométricos y psicofisiológicos empíricos. La debilidad del modelo proviene de la compleja estructura conceptual de las pruebas neuropsicológicas que apoyan el modelo. Pruebas como el TCCW tienen una estructura factorial compleja que incluye tres procesos: la capacidad de cambiar el curso del pensamiento, la resolución/hipótesis de problemas y el mantenimiento de la respuesta (Greve, Stickle, Amor, Bianchini & Stanford, 2005). Las pruebas que cargan en el factor focalización/ejecución también son diversas en su estructura factorial. El TT, por ejemplo, se compone de dos partes. Mientras que se considera que la parte A involucra a la capacidad de concentrarse, la parte B involucra a la capacidad de cambiar entre diferentes conjuntos mentales (Strauss, Sherman & Spreen, 2006). Sin embargo, en el modelo de Mirsky y Duncan ambas partes cargan en el mismo factor. También hay una influencia considerable del componente motor en la ejecución del TT (Lezak, Howieson, Bigler & Tranel, 2012). Es interesante notar que otra prueba que carga en el mismo factor, como la prueba de Stroop, no tiene este componente motor. Por lo tanto, aunque todas estas pruebas fueron capaces de definir una estructura conceptual de cinco factores, los propios factores son muy heterogéneos ya que comprenden varias pruebas multifactoriales. Tal vez, la inclusión de pruebas más homogéneas conceptualmente podría dar lugar a una estructura factorial diferente. Por otra parte, otras críticas a este modelo cuestionan la inclusión solamente de tareas verbales para evaluar algunos de estos factores, tales como el elemento de codificación (Greve et al. 2005).

Modelo de atención de Posner y Petersen

Este modelo fue descripto originalmente en Posner y Petersen (1990). Posteriormente se publicaron nuevos desarrollos sobre la teoría y las herramientas para evaluar la teoría (Fernández-Duque & Posner, 2001; Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner, 2002; Rueda et al, 2004). El modelo se basa en el concepto de redes cognitivas y anatómicas de la atención. De acuerdo con el mismo estas redes son independientes y específicas en su funcionamiento, pero interactúan entre sí. Los autores consideran que las redes atencionales son supramodales, es decir, estas redes desempeñan diferentes tareas de forma independiente de la modalidad de estímulos (visuales, auditivos, etcéteras). Se han identificado tres principales funciones de la atención: "(1) Orientar a los estímulos sensoriales, especialmente a lugares en el espacio visual (red de orientación); (2) lograr y mantener el estado de alerta (red de vigilancia), y (3) orquestar acciones voluntarias (red ejecutiva)" (Fernández-Duque & Posner, 2001, pp. 75). La *orientación* se define como la capacidad de seleccionar la información sensorial. La mayor parte de la investigación de este modelo se ha realizado con estimulación visual. Dentro del dominio visual se han identificado dos formas de orientar: Orientación manifiesta y orientación encubierta. La *orientación manifiesta* se realiza dirigiendo los ojos hacia el lugar de interés, mientras que la *orientación encubierta* puede llevarse a cabo mediante la asignación de prioridad a un área del campo visual sin mover los ojos. Los autores han dado prioridad al estudio de la orientación encubierta, ya que ofrece la oportunidad de estudiar no solo la atención independientemente de la agudeza visual, sino también para estudiar los mecanismos internos de atención. De acuerdo a estos autores los mecanismos cognitivos implicados en la orientación encubierta y en la búsqueda visual (muchas pruebas de atención se basan en una tarea de búsqueda visual) son iguales. Estos mecanismos son la retirada de los estímulos, el movimiento de la atención y la participación en una nueva ubicación.

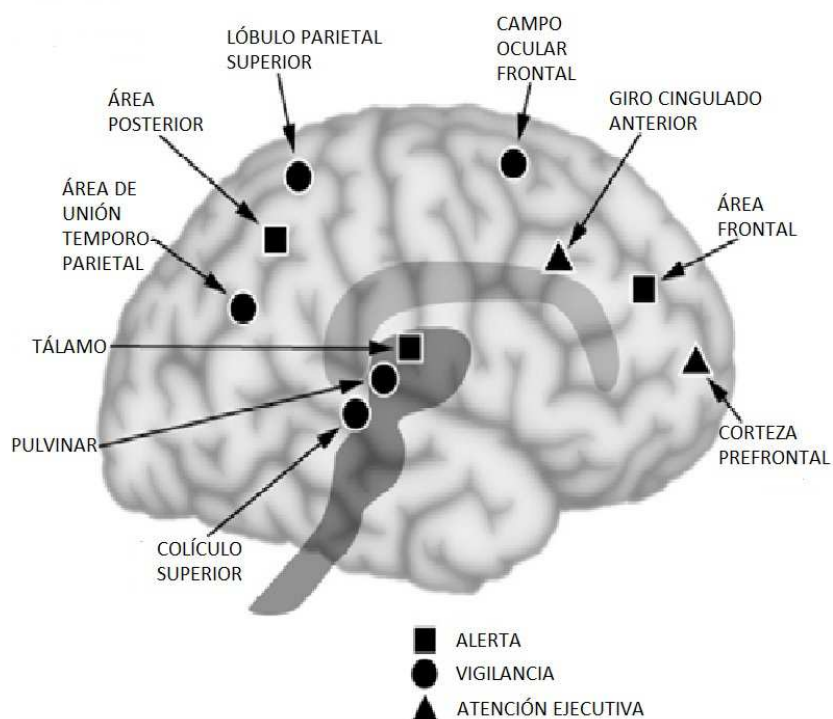


Figura 2. Áreas cerebrales involucradas en el modelo de Posner y Petersen (adaptado de Posner & Rothbart, 2009)

La red neuronal de soporte de la orientación es bastante grande y consiste en la corteza parietal (que participa en la orientación encubierta y manifiesta), el surco precentral de la corteza frontal, el colículo superior y el tálamo. Se supone que las cortezas parietal y frontal participan en la gestión de las señales automáticas, así como en la utilización voluntaria de claves en la atención visoespacial. El colículo superior (o tectum), una estructura situada en el cerebro medio, se ha relacionado con el cambio de atención, mientras que el núcleo pulvino del tálamo tiene un papel en el acoplamiento de la atención (véase la Figura 2).

La vigilancia, el segundo elemento de este modelo se conceptualiza como la capacidad de lograr y mantener el estado de alerta. Con el fin de evaluar la capacidad de lograr un estado de alerta los estudios han utilizado principalmente tareas de alerta. El objetivo de estas tareas es determinar la rapidez con que una persona puede llegar a su máximo estado de alerta. Las tareas de alerta pueden incluir estímulos alertadores exógenos (sonidos, imágenes, etcéteras), o estímulos alertadores endógenos (una predisposición interna para detectar un objetivo esperado). Los tests de vigilancia involucran al individuo en una tarea bastante monótona y extensa con el fin de evaluar su capacidad para mantener la concentración en ella. Los tests de

ejecución continua son algunas de las tareas más importantes para el estudio de la vigilancia. En estas tareas a los sujetos se les indica que deben responder cada vez que se presenta un estímulo predeterminado. En estas pruebas computarizadas, el estímulo objetivo aparece a intervalos variables entre otros estímulos distractores. Por lo general, estas pruebas informan sobre, entre otros indicadores, el número de errores de omisión, es decir, el número de veces que el sujeto omite responder al estímulo de destino, y el número de errores de comisión, es decir, el número de veces que el sujeto respondió a estímulos no-objetivo.

De acuerdo con este modelo, las regiones del cerebro implicadas en la vigilancia son las cortezas frontal y parietal derechas. La activación de las áreas frontales por un estado de alerta se produce incluso en ausencia de estimulación. Esta activación disminuye a medida que pasa el tiempo y se relaciona con signos de comportamiento que indican una disminución en el rendimiento cognitivo. Un reciente estudio de Lim, Tan, Parimal, Dinges y Chee (2010) muestra que una disminución en la señal de imagen de resonancia magnética funcional (fMRI, por sus siglas en inglés) correlacionaba con la disminución del rendimiento a lo largo de 20 minutos en tareas de vigilancia. Estas correlaciones se observaron en la corteza cingulada anterior, la circunvolución frontal medial y el lóbulo parietal inferior.

En base a estudios que demuestran que los antagonistas de noradrenalina tales como la clonidina y la guanfacina bloquean el efecto de las señales de advertencia y disminuyen el rendimiento en las tareas de atención sostenida, los autores plantean la hipótesis de que la noradrenalina está implicada de manera significativa en el logro y el mantenimiento de la atención en el tiempo.

La atención ejecutiva es un concepto más amplio. Un lugar central en este concepto lo ocupa la idea de la coordinación voluntaria de los recursos en la ejecución de tareas nuevas o no estructuradas. Como tal, involucra cambios de tarea, control inhibitorio, resolución de conflictos, detección de errores, distribución de recursos de atención, planificación, procesamiento de los estímulos novedosos y la ejecución de las acciones nuevas. En concordancia con la amplitud del concepto, las regiones del cerebro que apoyan estas funciones son numerosas. Los estudios de neuroimagen que implican tareas de atención ejecutiva han activado varias regiones como la corteza cingulada anterior y el área motora suplementaria, la corteza orbitofrontal, la corteza prefrontal dorsolateral, así como secciones de los ganglios basales y el tálamo. Atención especial dentro de esta teoría ha recibido el estudio de la corteza cingulada anterior, que se ha relacionado con la regulación cognitiva (porción dorsal anterior) y emocional (porción ventral anterior) (Posner, Sheesea, Odludas & Tang, 2006).

La dopamina es el neurotransmisor más fuertemente asociado a la atención ejecutiva en este modelo. Se estima que la dopamina ejerce una regulación de las zonas frontales a través de la vía mesocorticolímbica que involucra al área tegmental ventral, el núcleo accumbens, y la corteza prefrontal.

La principal fortaleza del modelo de Posner es su fundamento experimental. Los conceptos no se basan meramente en teoría, sino que están fundamentados

experimentalmente. Muchos estudios empíricos sustentan los conceptos teóricos. Por otra parte, los conceptos cognitivos tienen fuertes vínculos con el funcionamiento cerebral. Las principales redes atencionales han sido relacionadas con redes cerebrales sobre la base de sólida investigación empírica. Existe también, aunque probablemente de manera simplista, un esfuerzo para relacionar estas redes de atención con los distintos neurotransmisores.

La debilidad más importante del modelo es el escaso esfuerzo de los autores para hacer que el modelo sea útil en entornos clínicos. A diferencia del modelo de Mirsky, no hay tests clínicos apropiados para evaluar estas redes. La herramienta que han diseñado para evaluar dichas redes parece ser sólo aplicable en el entorno experimental. El Test de Redes de Atención [*Attention Network Test*] (Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner, 2002; Posner, Sheesea, Odludas & Tang, 2006) es un test computarizado de tiempos de reacción que evalúa la capacidad del sujeto para responder a estímulos presentados visualmente en diferentes condiciones. Al sujeto se le pide que presione una tecla para indicar si una flecha central apunta hacia la derecha o la izquierda. Conjuntamente se le presentan claves de alerta, claves señales espaciales y estímulos distractores (*flankers*) en las diferentes condiciones. La medición de la influencia de estas señales en los tiempos de reacción permite una estimación de la eficiencia de las redes atencionales. También hay una versión de la prueba para niños (Rueda et al., 2004).

Otro inconveniente importante de este modelo es la amplitud del concepto de atención ejecutiva. Abarca tantas funciones que llega a ser muy inespecífico. Por lo tanto, la ineficiencia en esta red podría surgir de diferentes fuentes cognitivas/biológicas. Además, se superpone con el concepto de funciones ejecutivas desarrollado bajo diferentes marcos conceptuales y que parece tener poco que ver con el concepto de la atención. Por ejemplo, el concepto de planificación (que se considera parte de la función ejecutiva en otras teorías), difícilmente sea conceptualizado como un proceso de atención entre otros autores.

Evaluación de la Atención

Como se ha indicado anteriormente, se han diseñado múltiples tests para evaluar los procesos de atención. En esta sección, se describirá a algunos de ellos.

Test de Stroop. Esta prueba fue creada en 1935 por J. Ridley Stroop. Básicamente, la prueba consiste en pedir al examinado que nombre el color de la tinta en la que se imprime una lista de palabras. Estas palabras son el nombre de un color, pero el color de la tinta y el nombre del color son incongruentes. Por ejemplo, la palabra "rojo" puede estar impresa en tinta verde, por lo tanto, la tarea del sujeto en este caso consiste en decir "verde".

Hay varias versiones de la prueba, que se diferencian en su formato. Las versiones difieren en distintos aspectos, los cuales han sido resumidos por Lezak, Howieson, Bigler y Tranel (2012) en los siguientes puntos: 1) cantidad de ensayos (entre 2 y 4); 2) formato, número de ítems por ensayo (entre 17 y 176), la presentación del estímulo

(vertical frente a horizontal, escrito u oral, en versión computarizada o en papel, y así sucesivamente); 3) número de colores (entre 3 y 5); y 4) el sistema de puntuación (tiempo, ítems correctos o ambos).

Esta prueba es adecuada para todas las edades, desde niños hasta adultos mayores. La edad tiene un efecto significativo en el rendimiento de la prueba de Stroop. Este efecto se manifiesta en el comienzo de la edad escolar y es fuerte hasta que el niño es capaz de leer con fluidez. A partir de entonces su influencia declina hasta la edad de 60 en donde el rendimiento comienza a disminuir. Se ha encontrado que el género tiene un efecto mínimo o nulo sobre el rendimiento del test de Stroop. La escolaridad, por su parte, tiene una correlación significativa pero modesta con las puntuaciones de Stroop (<.30) (Fernández & Bendersky, 2004; Strauss, Sherman & Spreen, 2006). Sin embargo, la correlación con la educación parece estar influenciada significativamente por el rango de años de escolaridad incluidos en la muestra. Si el rango de variación es grande (de muy pocos a varios años de escolaridad) la correlación podría ser mayor. Una investigación realizada por Fernández y Bendersky (2004), que incluía personas de 7 a 19 años de educación, encontró una correlación de .41.

Según el modelo de Mirsky y Duncan esta prueba es parte del elemento de atención Focalización/Ejecución. A pesar de la similitud de los procedimientos entre las diferentes versiones del test algunos hallazgos cuestionan la intercambiabilidad de ellos. Las variaciones en los procedimientos podría generar que el test evalúe diferentes procesos cognitivos a través de las diferentes versiones (Strauss, Sherman & Spreen, 2006).

La Investigación con imágenes funcionales del cerebro y pacientes lesionados mostró que el rendimiento en esta prueba se relaciona esencialmente con el funcionamiento del lóbulo frontal izquierdo (McLeod, 1991). Sin embargo, otras áreas se han observado activas en el desempeño de esta tarea durante la exploración funcional: la corteza cingulada anterior, la corteza motora suplementaria, el tálamo, las cortezas temporal y parietal inferior y el núcleo caudado (Ravnkilde, Videbech, Rosenberg, Gjedde, & Gade, 2002).

AZUL

NEGRO

VERDE

VERDE

ROJO

ROJO

NEGRO

VERDE

AZUL

AZUL

AZUL

ROJO

La tarea del entrevistado es nombrar el color de la tinta en el que están impresas las palabras. El color de la tinta es incongruente con el nombre del color. Por ejemplo, la palabra “azul” está impresa en color rojo.

Figura 3. Ejemplo de los estímulos utilizados en el test de Stroop

Test del Trazo. Esta prueba consta de dos partes. En la parte A la tarea del sujeto es conectar con una línea 25 números ordenados en una hoja. Los sujetos son instruidos para conectar los números lo más rápido posible, siguiendo el orden consecutivo de los números y sin levantar el lápiz del papel. El examinador registra el tiempo que el examinado necesita para completar la tarea. En la parte B, al individuo se le presenta una hoja que contiene números y letras. La tarea en este caso consiste en conectar, de forma alternativa, los números y las letras, siguiendo el orden consecutivo de los números y las letras. Por lo tanto, tienen que ir de 1 a A, de A a 2, de 2 a B, y así sucesivamente. En este caso también se registra el tiempo para completar la tarea (véase la Figura 4).

Dentro del modelo de Mirsky y Duncan ambas partes cargan en el elemento Focalización/Ejecución. Aunque, básicamente, es considerada una prueba de atención, las dos partes parecen requerir de otras funciones cognitivas además de la atención para su realización. En la ejecución del TT participan varias funciones cognitivas. La Parte A, por ejemplo, exige atención, exploración visual, velocidad motora, y el seguimiento mental (mental tracking), mientras que la Parte B, también exige la capacidad de cambiar el curso del pensamiento (*shift set*) (Strauss, Sherman & Spreen, 2006). Según Sánchez-Cubillo Periañez, Adrover-Roig, Rodríguez-Sánchez, Ríos-Lago, Tirapu, y Barceló (2009), la Parte A exige habilidades principalmente visoperceptivas, mientras que la Parte B requiere principalmente de memoria de trabajo y en segundo lugar la capacidad de alternar entre tareas.

El TT es un test breve (en promedio se tarda no más de 10 minutos para completar ambas partes), y es muy sensible al daño cerebral. Debido a la naturaleza multifactorial de la tarea, los déficits en cualquiera de las funciones necesarias para resolver la tarea pueden producir un funcionamiento defectuoso, lo que hace que sea sensible a una amplia variedad de lesiones cerebrales. Se ha encontrado que el TT es sensible a la detección de daño cerebral en las lesiones cerebrales traumáticas (LCT), alcoholismo, abuso de sustancias múltiples, exposición al plomo, infección por VIH, trastornos de aprendizaje, hipoxia, trastornos neuropsiquiátricos, e incluso a los primeros signos de demencia (Franzen, 2000; Strauss, Sherman & Spreen, 2006). El desempeño en el TT es sensible a los efectos de la edad, sexo y coeficiente intelectual, pero no al género (Mitrushina, Boone & D'Elia, 1999).

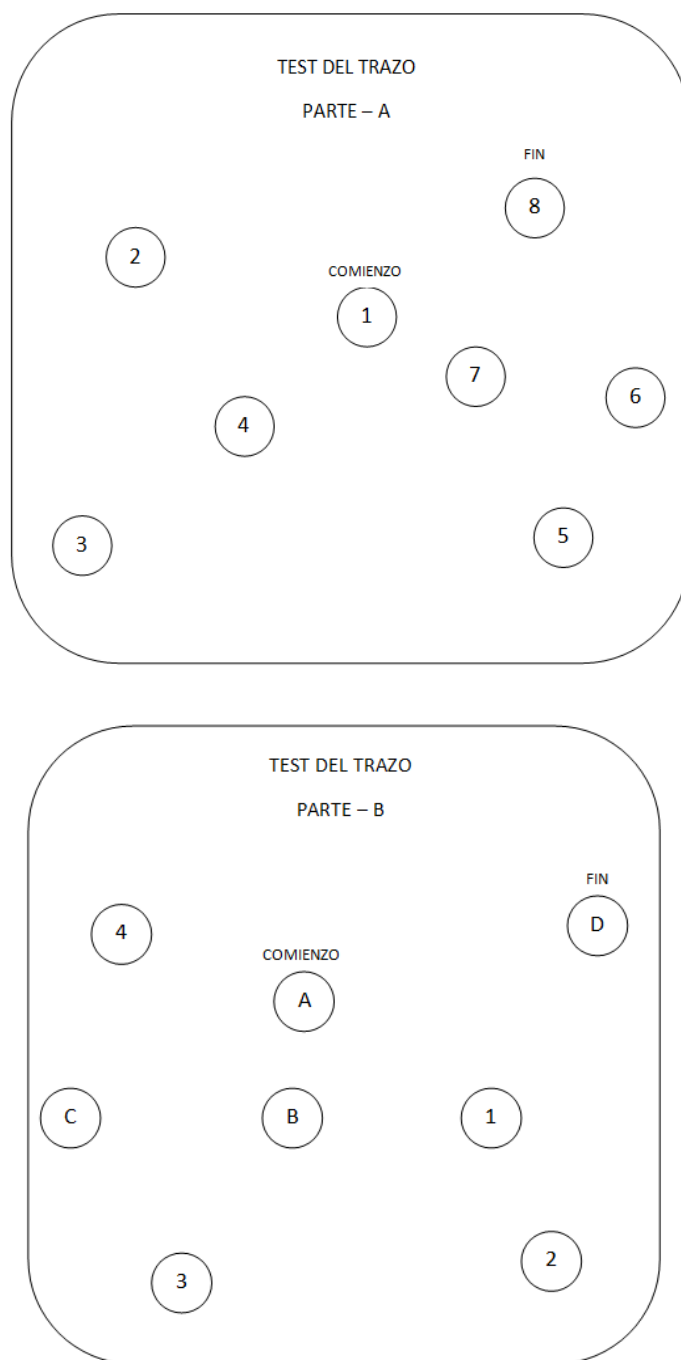


Figura 4. Ejemplo de las hojas de estímulo del test del trazo. (Los estímulos mostrados en esta página no corresponden a la versión original)

Hay una tendencia a considerar al TT como un indicador de funcionamiento del lóbulo frontal pero, en consonancia con el complejo conjunto de habilidades necesarias para resolver la tarea, las regiones del cerebro que se han observado activas durante la ejecución del TT son múltiples. Un estudio de fMRI encontró que además de activación frontal izquierda, la ejecución de este test activa el giro temporal superior y medial izquierdo (Zakzanis, Mraz & Graham, 2005).

Test de Dígito-Símbolo (TDS). Esta prueba consta de una clave de codificación en la parte superior de la página que contiene una serie de nueve símbolos abstractos que están emparejados con los números (del 1 al 9). A continuación, hay una serie de los símbolos abstractos dispuestos al azar en filas con un recuadro vacío debajo de cada símbolo. La tarea de la persona examinada es completar cada recuadro con el número correspondiente de acuerdo con la clave de codificación (véase la figura 5). El TDS es esencialmente considerado una prueba de atención. No obstante, como en el caso del TT, el rendimiento en esta prueba exige otras funciones cognitivas, tales como exploración visual, seguimiento visual, velocidad de percepción, velocidad motora y memoria (Strauss, Sherman & Spreen, 2006). Estudios recientes confirman que la atención selectiva y la memoria de trabajo participan durante la ejecución de esta tarea (Forn et al. 2009).

\$	%	&	+	@	#	?	*	=
1	2	3	4	5	6	7	8	9

*	%	@	%	*	?	+	=	\$
+	*	=	+	\$	@	\$?	+

Figura 5. Ejemplo de la hoja de estímulos del test dígito-símbolo. (Los estímulos mostrados en esta página no corresponden a la versión original).

Esta prueba es muy sensible a cualquier tipo de daño cerebral. La ejecución por debajo de un rango normal se produce en varias condiciones, a saber: LCT, depresión, demencia, accidente cerebrovascular, exposición a solventes orgánicos, epilepsia, enfermedad de Parkinson, abuso de sustancias, esquizofrenia, problemas de aprendizaje y afasias (Strauss, Sherman & Spreen, 2006).

Trastornos de la atención

La atención es una de las funciones más fácilmente afectadas en caso de una lesión cerebral. Después de la memoria, la atención es la queja más frecuentemente

reportada en pacientes que han sufrido una lesión cerebral traumática (Leclercq, Deloche & Rosseaux, 2002). De acuerdo con diferentes estudios, entre el 30% y el 40% de las personas que han sufrido una lesión cerebral traumática se quejaron de problemas de atención. Sin embargo, muchos pacientes tienden a interpretar como problemas de memoria lo que en realidad son problemas de atención. Las dificultades de atención, los problemas para hacer frente a más de una actividad cognitiva al mismo tiempo, o la pérdida de información debido a la reducción del tiempo de atención se interpretan fácilmente como problemas de memoria (Lezak et al, 2012). Sin embargo, cuando los problemas de memoria y atención son reportados por separado, los problemas de atención tienden a ser el problema informado con más frecuencia.

Los problemas de atención se pueden observar en un grupo muy grande de condiciones tales como LCT, enfermedad cerebrovascular, enfermedad de Alzheimer, trastorno por déficit de atención, epilepsia, y demencia por VIH, sólo por mencionar algunas de ellas. Mirsky y Duncan (2001) propusieron una nosología de los problemas de atención basada en la etiología de estos problemas. Como señalan, la etiología de los problemas de atención es multifactorial pero ellos la resumen en cuatro categorías: Familiar/Genética, Metabólica, Ambiental y Otros. La Tabla 2 exhibe las diferentes condiciones incluidas en cada categoría. Debido a que una descripción completa de las características de la atención en cada una de estas condiciones sería demasiado extensa, y probablemente infructuosa, se realizó una selección de dos de las patologías más comunes entre ellas: Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), y traumatismos de cráneo.

Tabla 2. Categorías en la etiología de los trastornos de atención según Mirsky y Duncan

ETIOLOGÍA
Familiar/Genética
Ausencias, otras epilepsias generalizadas idiopáticas
Esquizofrenia
Autismo
Narcolepsia
TDAH
Metabólica
Fenilketonuria
Uremia
Ambiental
Malnutrición
Intoxicación con plomo
Complicaciones del embarazo/nacimiento
Síndrome fetal de alcoholismo
Neurocisticercosis/otras infecciones parasitarias
Falta de estimulación intelectual

Otras
Traumatismo de cráneo
Tumores/infecciones cerebrales
Trastornos del sueño/respiratorios
Trastornos de la alimentación

Déficit de Atención e Hiperactividad

Características generales del TDAH. Los criterios para el diagnóstico del TDAH han sido establecidos hace ya tiempo en los manuales de psicopatología. Se trata de un conjunto de criterios bastante amplios y heterogéneos que involucran tanto problemas de atención como alteraciones comportamentales (véase la tabla 3). Esta cuestión y sus implicancias para el diagnóstico neuropsicológico se discutirá más adelante.

Tabla 3. Criterios para el diagnóstico de trastorno por déficit de atención con hiperactividad según el DSM-V

(1) seis (o más) de los siguientes síntomas de desatención han persistido por lo menos durante 6 meses con una intensidad que es desadaptativa e incoherente en relación con el nivel de desarrollo:

Desatención

(a) a menudo no presta atención suficiente a los detalles o incurre en errores por descuido en las tareas escolares, en el trabajo o en otras actividades

(b) a menudo tiene dificultades para mantener la atención en tareas o en actividades lúdicas

(c) a menudo parece no escuchar cuando se le habla directamente

(d) a menudo no sigue instrucciones y no finaliza tareas escolares, encargos, u obligaciones en el centro de trabajo (no se debe a comportamiento negativista o a incapacidad para comprender instrucciones)

(e) a menudo tiene dificultades para organizar tareas y actividades

(f) a menudo evita, le disgusta o es renuente en cuanto a dedicarse a tareas que requieren un esfuerzo mental sostenido (como trabajos escolares o domésticos)

(g) a menudo extravía objetos necesarios para tareas o actividades (p. ej., juguetes, ejercicios escolares, lápices, libros o herramientas)

(h) a menudo se distrae fácilmente por estímulos irrelevantes

(i) a menudo es descuidado en las actividades diarias

(2) seis (o más) de los siguientes síntomas de hiperactividad-impulsividad han persistido por lo menos durante 6 meses con una intensidad que es desadaptativa e incoherente en relación con el nivel de desarrollo:

Hiperactividad e Impulsividad

(a) a menudo mueve en exceso manos o pies, o se remueve en su asiento

(b) a menudo abandona su asiento en la clase o en otras situaciones en que se espera que permanezca sentado

(c) a menudo corre o salta excesivamente en situaciones en que es inapropiado hacerlo (en adolescentes o adultos puede limitarse a sentimientos subjetivos de inquietud)

(d) a menudo tiene dificultades para jugar o dedicarse tranquilamente a actividades de ocio

(e) a menudo «está en marcha» o suele actuar como si tuviera un motor

(f) a menudo habla en exceso

(g) a menudo precipita respuestas antes de haber sido completadas las preguntas

(h) a menudo tiene dificultades para guardar turno

(i) a menudo interrumpe o se inmiscuye en las actividades de otros (p. ej. se entromete en conversaciones o juegos)

Epidemiología. La investigación sobre la prevalencia del TDAH está influenciada por diversas variables metodológicas como el origen de la muestra (población general, escuela), la fuente de información (padres, maestros, etcétera), los criterios de diagnóstico, el tamaño de muestra, o el área geográfica, entre otros factores. Polanczyk, Silva de Lima, Lessa Horta, Biederman y Rohde (2007) realizaron un estudio en el que compararon la prevalencia del TDAH entre ciento dos estudios llevados a cabo en los cinco continentes. La variabilidad de las estimaciones fue significativa entre algunas regiones, sin embargo, establecieron que la prevalencia combinada de TDAH en todo el mundo fue de 5,29%. Llegaron a la conclusión de que la ubicación geográfica juega un papel limitado en la variabilidad de las estimaciones de prevalencia. Además, afirman que las diferentes metodologías utilizadas en estos estudios son una fuente más importante de la variabilidad en las estimaciones.

En lo que respecta a la etiología Millichap (2010) afirma que el TDAH puede ser genético y familiar, o adquirido y ambiental. Entre las causas ambientales menciona causas prenatales (infecciones, toxinas, drogas, trastornos metabólicos o endocrinos), causas perinatales (nacimiento prematuro, encefalopatía, infección, hemorragia) y causas postnatales (infección, traumatismo, toxinas, drogas, nutrición, trastornos endocrinos). Los estudios genéticos han tratado de desentrañar la interacción entre factores genéticos y ambientales mediante el uso de los estudios de gemelos. Los gemelos monocigóticos ("idénticos") comparten el 100% de sus genes, mientras que los gemelos dicigóticos ("fraternos") comparten el 50% de sus genes. Por lo tanto, si el TDAH tiene un componente genético la prevalencia del síndrome entre los gemelos monocigóticos debe ser mayor que entre los gemelos dicigóticos. De hecho, la investigación apoya esta hipótesis. Faraone, Perlis, Doyle et al. (2005), después de revisar varios estudios de gemelos, calcularon que el promedio de heredabilidad para el TDAH es de 76%, lo cual, de acuerdo a estos autores, lo convierte en uno de los trastornos psiquiátricos más hereditarios.

Neuroimagen. Para estudiar morfológica y funcionalmente el cerebro de sujetos con ADHD se han utilizado distintas técnicas de imágenes cerebrales tales como la Tomografía por Emisión de Positrones (PET, por sus siglas en inglés), la Espectroscopía por Resonancia Magnética (MRS, por sus siglas en inglés), la fMRI, la Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único (SPECT, por sus siglas en inglés) y la magnetoencefalografía (MEG, por sus siglas en inglés). Hay una gran cantidad de evidencia que muestra anomalías en el cerebro de los individuos con ADHD (niños y adultos). Estas alteraciones se han observado tanto en los estudios de imágenes estructurales como imágenes funcionales. La mayoría de las investigaciones se han centrado en las regiones fronto-estriatales que demuestran una reducción del espesor cortical en la corteza prefrontal, el núcleo caudado, el putamen y el globo pálido (Cherkasova & Hechtman, 2009). Cherkasova y Hechtman han mostrado que hay anomalías estructurales en otras regiones del cerebro, sobre todo en

el cerebelo y los lóbulos parietales. Además, los estudios de imágenes funcionales, han encontrado déficits en la actividad neuronal en los circuitos fronto-parietales, fronto-estriados y, especialmente en el corteza cingulada anterior, la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza prefrontal inferior (Dickstein, Bannon, Castellanos & Milham, 2006). Los estudios de imágenes funcionales mostraron anomalías no sólo durante el reposo sino también durante condiciones activas.

Neuropsicología del TDAH. Aunque de acuerdo a la etiqueta de esta patología sería esperable que las personas con este diagnóstico muestren un rendimiento pobre en las pruebas de atención, esta relación no siempre es tan directa. En primer lugar y sobre todo, el diagnóstico de TDAH se hace sobre la base de los síntomas de comportamiento y no requiere una evaluación neuropsicológica como un procedimiento necesario para confirmar el diagnóstico (American Psychiatric Association, 2013). Por lo tanto, no puede determinarse que un niño diagnosticado con TDAH muestra efectivamente déficits de atención desde una perspectiva psicométrica neuropsicológica. Como hemos visto anteriormente, la atención es un concepto amplio y lo que se supone que es un signo de problemas de atención podría ser una consecuencia de las diferentes disfunciones cognitivas. Por ejemplo, el criterio F de inatención del DSM-V ("a menudo evita, le disgusta o es renuente a dedicarse a tareas que requieren un esfuerzo mental sostenido [como trabajos escolares o domésticos]") y el criterio I ("a menudo es descuidado en las actividades diarias"), se refiere a conductas que podrían ser consecuencia de dificultades de comprensión de la lectura o de problemas de memoria. Por otra parte, Nigg (2005) sostiene que este síndrome es cada vez más considerado como un trastorno de autorregulación, es decir, la capacidad del individuo para generar comportamientos que son adaptables a un contexto cambiante, en lugar de un trastorno atencional. En efecto, cuando la definición de atención coincide con el concepto de *orientación* de Posner (capacidad de seleccionar información sensorial), se encontró que el desempeño en atención estaba dentro del rango normal en los niños con TDAH-tipo combinado y TDAH-predominantemente inatento (Huang-Pollock, Nigg, & Carr, 2005). De acuerdo con este punto de vista moderno e invocando el modelo de atención de Posner, sería esperable encontrar que los niños con TDAH muestren déficits en la atención ejecutiva. De hecho, la investigación encontró diferencias significativas entre los niños con y sin TDAH en las tareas de atención ejecutiva (Nigg, 2005). Sin embargo, para Mirsky, Pascualvaca, Duncan y French (1999), y Mirsky y Duncan (2001), los elementos de la atención afectados en el TDAH son cuatro: focalización/ejecución, atención sostenida, alternancia y estabilidad. Estas conclusiones se apoyan en datos obtenidos mediante la comparación de la ejecución de 119 niños con diagnóstico de TDAH y 25 controles en la Batería de Atención la cual contiene los tests descritos en la Tabla 1. En el elemento de codificación no se observaron diferencias significativas entre niños con TDAH y controles. Es importante destacar que dichos hallazgos solo fueron publicados como datos preliminares (Mirsky, Pascualvaca, Duncan & French, 1999).

Otro aspecto que se debe considerar es la baja sensibilidad de los tests

neuropsicológicos de atención en el diagnóstico de TDAH. Aunque diferentes estudios han encontrado diferencias significativas entre el rendimiento de los niños con TDAH y sin TDAH en diferentes pruebas neuropsicológicas, su precisión en el diagnóstico del TDAH es bajo (Perugini, Harvey, Lovejoy, Sandstrom & Webb, 2000). Con el fin de determinar la exactitud de una prueba determinada para diagnosticar una condición dada tres índices principales deben ser calculados: sensibilidad, especificidad y eficiencia (tasa de clasificación correcta). La sensibilidad es el porcentaje de sujetos con un diagnóstico que están correctamente identificados con el diagnóstico. En este caso, es el porcentaje de sujetos con TDAH que obtienen puntuaciones por debajo del rango normal en una prueba de atención (prueba de Stroop, por ejemplo). La especificidad es el porcentaje de sujetos que no tienen el diagnóstico y no obtienen resultados anormales en la prueba, es decir, son diagnosticados correctamente como individuos que no poseen ese diagnóstico. En este caso, es el porcentaje de sujetos que no tienen TDAH y no obtienen puntuaciones en rangos anormales en una prueba de atención. Por último, la eficiencia es el porcentaje de sujetos que se clasifican correctamente mediante la prueba. Por lo tanto, en este caso es el porcentaje de personas que tienen TDAH, y son clasificadas como TDAH mediante una prueba atencional (es decir, obtienen puntajes por debajo del rango normal), y de las personas que no tienen TDAH y son clasificados como no-TDAH por la misma prueba atencional.

Perugini et al. (2000) encontraron diferencias significativas entre un grupo de niños con TDAH y un grupo control, sólo en tres de siete pruebas neuropsicológicas. Ellos administraron a un grupo de niños una serie de pruebas neuropsicológicas que se presumen de ser sensibles al diagnóstico de TDAH. Esta batería incluyó el K-ABC Escala de Movimientos Manuales (*K-ABC Hand Movements Scale*), el Test de Asociación Color Palabra de Stroop (*Stroop Color-Word Association*), el test de Asociación de Palabras Orales Controlada (*Controlled Oral Word Association Test*), las Partes A y B del Test del Trazo (*Trail Making Test*), los subtests de Aritmética y Amplitud de Dígitos del WISC-III y el Test de Ejecución Continua de Conners (*Conners Continuous Performance Test*). Los niños con TDAH obtuvieron puntuaciones significativamente más bajas que los controles en la parte B del Test del Trazo, en la Amplitud de Dígitos y en el Test de Ejecución Continua de Conners. Sin embargo, la sensibilidad de estas pruebas fueron 29%, 38% y 67%, respectivamente. De acuerdo con Cicchetti (2001) un nivel de sensibilidad por debajo de 70% se considera en el rango *pobre*. Por lo tanto, todas estas pruebas no son sensibles por sí mismas en la identificación del TDAH. Perugini y colaboradores encontraron que una combinación de estas pruebas podría aumentar la sensibilidad. Ellos reportaron que si el criterio para el diagnóstico fuera considerar las puntuaciones por debajo del rango normal en dos de estas siete pruebas se podrían lograr un equilibrio aceptable entre sensibilidad, especificidad y eficiencia.

Una cuestión adicional a considerar es la heterogeneidad del síndrome, que abarca tres subtipos. En la actualidad, el DSM-V reconoce tres subtipos de TDAH: Trastorno de déficit de atención, tipo con predominio del déficit de atención (TDAH-I),

trastorno por déficit de atención, tipo con predominio hiperactivo-impulsivo (TDAH-H) y déficit de atención / hiperactividad, tipo combinado (TDAH-C), siendo la última una combinación de los dos primeros subtipos. El diagnóstico de TDAH-I requiere la presencia de seis o más síntomas de falta de atención (pero menos de seis síntomas de hiperactividad-impulsividad) durante un período de al menos seis meses. El TDAH-H requiere la presencia de seis (o más) síntomas de hiperactividad-impulsividad (pero menos de seis síntomas de falta de atención) durante el mismo período, y, finalmente, el subtipo TDAH-C exige la presencia de seis (o más) síntomas de falta de atención y seis síntomas (o más) de hiperactividad-impulsividad.

La mayoría de los niños diagnosticados con TDAH reciben el diagnóstico de TDAH-C (50% -75%), seguido por el TDAH-I (20% -30%), y el TDAH-H (menos del 15%) (Spencer, Biederman & Mick, 2007). Por lo tanto, ya desde su definición y clasificación este síndrome implica algo más que déficits atencionales.

En resumen, a pesar de que los déficits atencionales están en la base del diagnóstico de TDAH, el síndrome involucra más que las deficiencias de atención, incluyendo los síntomas conductuales y cognitivos que son fundamentales para su definición.

Los trastornos de atención en pacientes con traumatismo de cráneo

Como se ha indicado anteriormente los problemas de atención son una de las consecuencias más frecuentes de los traumatismos craneoencefálicos (TCE). Una vez más, la diversidad de conceptos y marcos teóricos utilizados hacen difícil la interpretación de los resultados. Asimismo, las cuestiones metodológicas tienen una influencia importante en la interpretación de los resultados. Algunas de las deficiencias se pueden ver cuando se usan ciertos tests, pero no cuando se utilizan tests diferentes que supuestamente miden el mismo constructo. Sin embargo, las investigaciones han demostrado que los pacientes con lesiones cerebrales tienen dificultades en varias áreas de atención. Resultados recientes muestran que estos pacientes tienen déficits en la amplitud de la atención, la atención focalizada, la atención dividida, la vigilancia, el control atencional supervisor (memoria de trabajo) y, más notoriamente, en la velocidad de procesamiento de información, entre varias deficiencias que implican dominios distintos de la atención (Azouvi, Vallat-Azouvi & Belmont, 2009; Mathias & Wheaton, 2007).

Aunque es tema de debate si la velocidad de procesamiento es o no un componente del dominio de la atención, la lentitud mental se considera generalmente como un contribuyente a las dificultades de atención. Esto se debe principalmente a la naturaleza cronometrada de la mayoría de las pruebas de atención. La prueba de Stroop, el TT, y el Test Sincronizado de Adición Serial Auditiva (PASAT, por sus siglas en inglés) son ejemplos de pruebas de atención cronometradas. Por lo tanto, un paciente con una reducción de la velocidad de procesamiento tiende a tomar más tiempo para completar estas tareas, lo que le generará puntuaciones inferiores en el test. Las deficiencias en la velocidad de procesamiento (lentitud mental) son altamente frecuentes en la LCT y probablemente contribuyen a muchas de las

deficiencias encontradas en los otros dominios cognitivos, es decir, si el componente de la velocidad de procesamiento se eliminara de la tarea, el rendimiento podría mejorar significativamente. De hecho, cuando se permitió a los pacientes con TCE completar algunas tareas con independencia del tiempo, no cometieron más errores que los controles (Azouvi, Vallat-Azouvi & Belmont, 2009; Leclercq & Azouvi, 2002). Sin embargo, la dinámica de la interacción entre la velocidad de procesamiento y la atención en pacientes con TCE aún no se ha esclarecido.

En muchos pacientes los déficits de atención permanecen durante mucho tiempo. La investigación ha demostrado que el deterioro cognitivo persiste en pacientes que han sufrido una lesión cerebral traumática. Ruttan, Martin, Liu, Colella y Green (2008), mediante el uso de meta-análisis encontraron que los pacientes que habían sufrido un TCE se desempeñaron significativamente peor que los controles tanto en pruebas cronometradas como en pruebas sin límite de tiempo en dos momentos de evaluación: el período 1, de 6 a 18 meses después de la lesión, y el período 2, de 4,5 a 11 años después de la lesión. Las pruebas cronometradas incluyeron muchas pruebas de atención, tales como: TT, Test de Stroop, pruebas de cancelación de dígitos y el PASAT. Además, Ponsford, Drape y Schönberger (2008), encontraron que los pacientes que tenían la capacidad funcional más reducida 10 años después de una lesión cerebral traumática, mostraron una lentitud mental significativa, medida con el test de Codificación Dígito-Símbolo. Según estos autores el deterioro en los dominios de velocidad de procesamiento de la información, memoria y funciones ejecutivas contribuyen a la discapacidad permanente en estos pacientes.

Los elementos cerebrales responsables de los trastornos atencionales en la LCT no están muy claros. Los mecanismos por los que se produce el daño cerebral después de una LCT son múltiples, entre ellos: hemorragia, hematoma, lesión axonal difusa, lesión isquémica, inflamación cerebral y lesión vascular (Journal of American Academy of Psychiatry Law. Granacher, 2008). Por consiguiente, la distribución de las lesiones cerebrales es amplia. Los sitios más frecuentes son los polos frontales, superficies orbitales de los lóbulos frontales, polos temporales, superficies laterales e inferiores de los lóbulos temporales y la corteza adyacente a la cisura de Silvio. En consecuencia, los mecanismos mediante los cuales se deteriora la atención podrían provenir de diferentes fuentes. Como se ha explicado antes, cuando se describieron las principales teorías de atención, la misma involucra a una gran red de regiones cerebrales que incluye todas las áreas frecuentemente lesionadas en la LCT, es decir, los lóbulos frontal, temporal y parietal. Por lo tanto, se espera que los daños en cualquiera de estas regiones afecten a la atención. La amplia extensión de la red atencional es probablemente la razón por la cual la atención es tan vulnerable al daño cerebral. Algunas investigaciones sugieren que las lesiones en el lóbulo frontal son responsables de las deficiencias en la atención compleja, sin embargo, las lesiones cerebrales que afectan la atención no se limitan a las lesiones en el lóbulo frontal (Leclercq & Azouvi, 2002).

Para estudiar los mecanismos cerebrales de déficit de atención en las LCT se han

utilizado distintas técnicas de imágenes cerebrales. Aunque con algunas inconsistencias a través de los diferentes estudios, todas estas técnicas han demostrado alteraciones en el funcionamiento del cerebro de los pacientes con lesión cerebral traumática (Belanger, Vanderploeg, Curtiss & Warden, 2007). Los hallazgos más notables utilizando el SPECT son la hipoperfusión en el cerebro de pacientes con TCE, ya sea después de una conmoción cerebral reciente (hasta 3 meses) o en pacientes crónicos (Belanger, Vanderploeg, Curtiss & Warden, 2007). Otro estudio más reciente utilizó MRS para evaluar las consecuencias de TBI en el funcionamiento cerebral (Govind, Gold, Kaliannan, Saigal, Falcone, Arheart, Harris, Jagid & Maudsley, 2010). Mediante el uso de imágenes de espectroscopía por resonancia magnética volumétrica estos investigadores, examinaron las posibles alteraciones de los metabolitos cerebrales en pacientes que habían sufrido una LCT y los compararon con sujetos controles. Además, ellos correlacionaron las puntuaciones z de pruebas neuropsicológicas con la colina total (indicador del estatus estructural de la membrana) y el N-acetil aspartato (marcador del estatus funcional neuronal) de la materia blanca y gris de cinco regiones lobulares diferentes. Curiosamente, encontraron que las puntuaciones combinadas de sus tests de atención correlacionaron significativamente con la materia blanca frontal izquierda (.64) y la materia gris frontal izquierda (.45). Estos datos confirman el importante papel de las lesiones frontales en el desarrollo de déficits de atención después de una LCT. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, las interpretaciones deben ser cautelosas debido a la amplia variedad de regiones cerebrales dañadas que podrían resultar de una lesión cerebral traumática, y que podrían estar contribuyendo a estos trastornos.

Un aspecto particular de los pacientes con TCE que es interesante destacar es que sin duda hay una discrepancia entre las quejas de los pacientes y su rendimiento. Muy frecuentemente los pacientes tienden a subestimar o negar la importancia del problema. Leclercq, Deloche y Rosseaux (2002) encontraron que al comparar las correlaciones entre las puntuaciones de la atención de las pruebas psicométricas y las puntuaciones de las escalas de observación de atención (obtenido por encuestadores independientes), las correlaciones fueron mayores cuando se compararon las puntuaciones psicométricas con puntuaciones de observación de los profesionales que cuando se compararon con la auto-evaluación de los pacientes. Las correlaciones con las calificaciones de los parientes cercanos a los pacientes fueron superiores a las correlaciones con puntuaciones de los pacientes, pero más baja que con las puntuaciones de los profesionales. Por lo tanto, un profesional independiente entrenado en la observación del comportamiento de las conductas cognitivas puede hacer una mejor predicción del rendimiento cognitivo atencional en una situación de la vida diaria. Sin embargo, más importante que esto es el tema de la validez ecológica, es decir, cómo una batería de pruebas psicométricas de atención puede predecir el rendimiento del paciente en el mundo real. La situación de evaluación en un consultorio es muy artificial y estructurada (habitación tranquila, sólo dos personas, las instrucciones son claras, sin estímulos distractores), mientras que el entorno en el que las personas desarrollan sus actividades de la vida diaria es muy

diferente (varios estímulos al mismo tiempo, situaciones no estructuradas, estímulos cambiantes, presiones de tiempo, demandas de otras personas, etcétera). Hasta ahora, los estudios que exploran la capacidad de pruebas neuropsicológicas para predecir el desempeño de las actividades de la vida diaria (la exploración de la validez ecológica), han dado resultados que están abiertos a la discusión (Loewenstein & Acevedo, 2010). En consecuencia, aunque el auto-reporte en el cual los pacientes describen sus habilidades atencionales en las actividades de la vida diaria probablemente tiende a sobreestimar sus capacidades, la predicción de su comportamiento a partir de su ejecución en tests psicométricos debe interpretarse con cautela, ya que estos pacientes, en su ambiente natural, pueden desempeñarse peor (debido a la presencia de múltiples estímulos, por ejemplo), o mejor (debido a estrategias compensatorias).

2. Conclusiones

En síntesis, el marco conceptual y experimental del campo de la atención es sumamente complejo. A lo largo de la historia se han desarrollado una gran variedad de esquemas conceptuales para explicarla. En este artículo se han descrito los dos modelos más destacados y con mayor aceptación de la comunidad científica: el modelo de Mirsky y Duncan y el modelo de Posner y Petersen. El primero de ellos con una sólida base psicométrica y experimental y el segundo con más fundamento en la experimentación de laboratorio. Ambos modelos involucran múltiples áreas cerebrales. Los dos modelos, aunque utilizan diferentes categorías, presentan algunas coincidencias: los conceptos de focalización/ejecución, atención sostenida y alternancia en la teoría de Mirsky y Duncan son comparables a los de orientación, vigilancia y atención ejecutiva, respectivamente en el esquema de Posner y Petersen. A pesar de su gran similitud existen algunas diferencias en cuanto a su definición conceptual, particularmente en la comparación entre alternancia y atención ejecutiva, ya que en este último el concepto abarca muchas más funciones cognitivas que en el primero. Además, las componentes de codificación y estabilidad, conceptualizados dentro de la teoría de Mirsky y Duncan, no tienen una contrapartida en la teoría de Posner y Petersen. Debido a que dichos componentes surgen a partir del análisis factorial y no de la elaboración teórica es interesante cuestionarse sobre la validez de los distintos abordajes en la construcción de una teoría explicativa: abordaje estadístico versus abordaje teórico. ¿Hasta dónde es válido incluir en una teoría componentes obtenidos solo a partir de un análisis factorial que incluye pruebas que son multifactoriales en su naturaleza (Aritmética del WAIS, por ejemplo)? ¿Hasta dónde es válido construir un esquema teórico que no tenga tests psicométricos (pruebas que vayan más allá del laboratorio y que cumplan con los requisitos técnicos de confiabilidad, validez y que posean baremos) que apoyen los conceptos teóricos? Estas preguntas pueden extenderse también a las múltiples teorías sobre la atención

no discutidas en este artículo.

Es interesante, no obstante, observar que si bien los conceptos teóricos son similares a través de los modelos las regiones cerebrales involucradas en cada uno de ellos presentan varias diferencias (ver Tabla 4). En las áreas involucradas en focalización/ejecución-orientación los autores solo coinciden en que el lóbulo parietal está involucrado en este tipo de atención. Por lo demás el resto de las áreas cerebrales involucradas por los autores de los distintos esquemas no tienen ninguna coincidencia. En el caso de la atención sostenida-vigilancia no existe ninguna coincidencia respecto de las regiones cerebrales que participan de esta función. Finalmente, con relación a la alternancia-atención ejecutiva ambos esquemas coinciden en que la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza del cíngulo están implicadas en dicha función, no obstante la teoría de Posner y Petersen incluye a muchas otras estructuras no consideradas por Mirsky y Duncan dentro de este factor. Dichas diferencias referidas a la neuropsicología propiamente dicha de la atención son difíciles de explicar. Es posible que muchas de ellas tengan su raíz en diferencias metodológicas al momento de abordar el estudio de las bases cerebrales de la atención (diseño experimental [estudios lesionales o con sujetos sanos], individuos de experimentación [animal o humano], tecnología utilizada [imágenes cerebrales, implantación de electrodos, etcétera]); o en las diferencias en la definición conceptual de los elementos de la atención. Aunque, como se señaló más arriba, los conceptos son similares a través de las teorías, la introducción de algunas diferencias en la definición del concepto podría conducir a que determinadas regiones estén activas o inactivas durante la administración de una prueba específica. Por ejemplo, la inclusión de la planificación como función cognitiva dentro de la atención ejecutiva en el modelo de Posner y Petersen (el cual no existe en el componente alternancia del modelo de Mirsky & Duncan) podría dar lugar al diseño de experimentos que al involucrar a la planificación activen zonas cerebrales adicionales a las cortezas prefrontal dorsolateral y cingular en las cuales coinciden ambos modelos.

Tabla 4. Comparación entre las regiones cerebrales involucradas en ambos modelos en elementos de la atención conceptualmente similares.

ELEMENTO DE LA ATENCIÓN	REGIÓN CEREBRAL INVOLUCRADA	
	MIRSKY & DUNCAN	POSNER & PETERSEN
FOCALIZACIÓN/EJECUCIÓN-ORIENTACIÓN	lóbulo parietal inferior, giro temporal superior y partes del cuerpo estriado	corteza parietal, surco precentral de la corteza frontal, colículo superior y tálamo
ATENCIÓN SOSTENIDA-VIGILANCIA	regiones del tectum y la formación mesopontina de la formación reticular del tallo cerebral, núcleo reticular del tálamo medio	cortezas frontal y parietal derechas
ALTERNANCIA-ATENCIÓN EJECUTIVA	corteza prefrontal dorsolateral y circunvolución cingulada anterior	corteza cingulada anterior y área motora suplementaria, corteza orbitofrontal, corteza prefrontal dorsolateral, secciones de los ganglios basales y el tálamo

Finalmente puede decirse que la atención es una de las funciones cognitivas más fácilmente afectadas en las distintas patologías cerebrales. Con relación a las patologías descritas en este artículo puede concluirse que en el TDAH se observa más frecuentemente una afectación de la alternancia-atención ejecutiva y de la atención sostenida-vigilancia. Mirsky et al. (1999), y Mirsky y Duncan (2001), sostienen que son 4 los elementos de la atención afectados en el TDAH: focalización/ejecución, atención sostenida, alternancia y estabilidad. No obstante, como se señaló más arriba otros investigadores no encontraron diferencias significativas en el rendimiento de niños con TDAH en pruebas del elemento orientación (Huang-Pollock, Nigg, & Carr, 2005), por lo que algunos de estos hallazgos, nuevamente, parecen estar determinados por cuestiones metodológicas (tests utilizados, diseño metodológico, etcétera).

Por otra parte, en el caso del TCE la afectación es más inespecífica y puede involucrar varios dominios atencionales dependiendo de las áreas afectadas por el TCE, por lo que es más difícil predecir qué elementos de la atención se encontrarán afectados en estos pacientes.

En resumen, no existe un consenso general en la comunidad neuropsicológica sobre cuáles son los elementos que componen la atención y que regiones cerebrales

están asociadas a ellos. No obstante, las similitudes conceptuales entre algunos modelos teóricos permiten afirmar que al menos los elementos de focalización, sostenimiento y alternancia de la atención parecen ser aceptados como componentes constitutivos de la atención por la mayor parte de los teóricos del campo. Se observa, sin embargo, la necesidad de lograr un modelo más universal que tenga solidez teórica y empírica, y que pueda ser utilizado en el ámbito clínico para el diagnóstico y rehabilitación de los trastornos de la atención.

Bibliografía

American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Fifth Edition. DSM-5.*

Azouvi, P., Vallat-Azouvi, C. & Belmont, A. (2009) Cognitive deficits after traumatic coma *Progress in Brain Research*, 177, 89-110.

Baddeley, A.D. (1986) *Working memory*. Oxford, England: Clarendon Press.

Belanger, H.G., Vanderploeg, R.D., Curtiss, G. & Warden, D.L. (2007) Recent Neuroimaging Techniques in Mild Traumatic Brain Injury. *Journal of Neuropsychiatry Clinical Neuroscience*, 19 (1), 5-20.

Bracy, O.L. (1994) Cognitive functioning and rehabilitation. *Journal of Cognitive Rehabilitation*, 12, 10-28.

Cherkasova, M.V. & Hechtman, L. (2009) Neuroimaging in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: Beyond the Frontostriatal Circuitry. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 54 (10), 651-664.

Cohen, R. A., Malloy, P.F. & Jenkins, M. A. (1999) Disorders of attention. En P.J. Snyder y P.D. Nussbaum (Ed.), *Clinical neuropsychology: a pocket handbook for assessment* (pp. 541-572). Washington, DC: American Psychological Association.

Corbetta, M. & Shulman, G.L. (2002) Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Natural Review of Neuroscience*, 3 (3), 201-215.

De Brigard, F & Prinz, J. (2010) Attention and consciousness. *WIREs Cognitive Science*, 1, 51-59.

Dickstein, S.G., Bannon, K., Castellanos, F.X. & Milham, M.P. (2006) The neural correlates of attention deficit hyperactivity disorder: an ALE meta-analysis. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47 (10), 1051-1062.

Fan, J., McCandliss, B.D., Sommer, T., Raz, M. & Posner, M.I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(14):340- 347.

Faraone, S. V., Perlis, R. H., Doyle, A. E., et al. (2005). Molecular genetics of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57, 1313-1323.

Fernández-Duque, D. & Posner, M.I. (2001). Brain imaging of attentional networks in normal and pathological states. *Journal of Experimental and Clinical Neuropsychology*, 23:74-93.

Fernández, A.L & Bendersky, V. (2004). Valores normativos para el Test de Stroop en una muestra de hispano parlantes. *Psicodiagnosticar*, 13, 63-72.

Forn, C., Belloch, V., Bustamante, J.C., Garbin, G., Parcet-Ibars, M.A., Sanjuan, A., Ventura, N. & Avila, C. (2009) A symbol digit modalities test version suitable for functional MRI studies. *Neuroscience Letters*, 29, 456 (1), 11-4.

Frazen, M. (2000). *Reliability and Validity in Neuropsychological Assessment*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers

Govind, V., Gold, S., Kaliannan, K., Saigal, G., Falcone, S., Arheart, K. L., Harris, L., Jagid, J. & Maudsley, A. A. (2010) Whole-Brain Proton MR Spectroscopic Imaging of Mild-to-Moderate Traumatic Brain Injury and Correlation with Neuropsychological Deficits. *Journal of Neurotrauma*, 27, 483-496.

Greve, K.W., Stickler, T.R., Love, J.M., Bianchini, K.J., & Stanford, M.S. Latent structure of the wisconsin card sorting test: a confirmatory factor analytic study (2005). *Archives of Clinical Neuropsychology*. 20:355-364.

Huang-Pollock, C.L., Nigg, J.T. & Carr, T.H. (2005) Deficient attention is hard to find: applying the perceptual load model of selective attention to attention deficit hyperactivity disorder subtypes. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 46 (11), 1211-8.

James, W. (1890). *The Principles of Psychology*, vol. 1. New York: Holt & Co.

Journal of American Academy of Psychiatry Law (2008) 36(3):323-8. Commentary: Applications of functional neuroimaging to civil litigation of mild traumatic brain injury. Granacher RP

Kremen, W.S., Seidman, L. J., Faraone, S. V., Pepple, J. R. & Tsuang, M.T.J. (1992) Attention/information-processing factors in psychotic disorders. Replication and extension of recent neuropsychological findings. *Journal of Nervous Mental Disorders*, 180, (2), 89-93.

Leclercq, M. & Azouvi, P. (2002). Attention after traumatic brain injury. En M. Leclercq & P. Zimmermann (Eds.), *Applied neuropsychology of attention* (pp. 251-273). Hove, UK: Psychology Press

Leclercq, M., Deloche, G. & Rousseaux, M. (2002). Attentional complaints evoked by traumatic brain-injured and stroke patients: frequency and importance. En M. Leclercq & P. Zimmermann (Eds.), *Applied Neuropsychology of Attention: Theory, Diagnosis and Rehabilitation* (pp. 89-109), New York: Psychology Press.

Levine, A. J., Hardy, D. J., Barclay, T. R., Reinhard, M. T., Cole, M.M., & Hinkin, C. H. (2008) Elements of attention in HIV-infected adults: Evaluation of an existing model. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30 (1), 53-62.

Lezak, M.D., Howieson, D.B., Bigler, E.D. & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological*

Assessment (5th ed.). New York: Oxford University Press.

Lim, J., Tan, J.C., Parimal, S., Dinges, D.F. & Chee, M.W. (2010) Sleep deprivation impairs object-selective attention: a view from the ventral visual cortex. *PLoS One* 5(2): e9087.

Loewenstein, D. & Acevedo, A. (2010). The relationship between instrumental activities of daily living and neuropsychological performance. In: Marcotte, T. D. & Grant, I.: *Neuropsychology of everyday functioning*. New York: The Guilford Press.

Mapou, R. (1995) A cognitive framework for neuropsychological assessment. In R. Mapou and J. Spector (Ed.), *Clinical neuropsychological assessment: A cognitive approach* (pp. 295-337). New York: Plenum Press.

Mathias, J.L. & Wheaton, P. (2007) Changes in attention and information-processing speed following severe traumatic brain injury: a meta-analytic review. *Neuropsychology*, 21(2), 212-23.

Mesulam, M. M. (1990) Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language, and memory. *Annals of Neurology*, 28, (5), 597-613.

Mirsky, A.F & Duncan, C.C. (2001) A nosology of disorders of attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 931, 17-32.

Mirsky, A.F., Anthony, B.J., Duncan, C.C., Ahearn, M.B. & Kellam, S.G. (1991) Analysis of the elements of attention: a neuropsychological approach. *Neuropsychology Review*, 2, (2), 109-45.

Mirsky, A.F., Pascualvaca, D.M., Duncan, C.C. & French, L.M. (1999) A model of attention and its relation to ADHD. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 5, 169–176.

Mitrushina, M., Boone, K. B., & D'Elia, L. F. (1999). *Handbook of Normative Data for Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press.

Mole, C. (2008) Attention in the absence of consciousness? *Trends in Cognitive Science*, 12, (2), 44.

Nigg, J.T. (2005) Neuropsychologic theory and findings in Attention- Deficit/Hyperactivity Disorder: the state of the field and salient challenges for the coming decade. *Biological Psychiatry*, 57, 1424–1435.

Norman, D. A. & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In Davidson, R. J., Schwartz, G. E., and Shapiro, D., editors, *Consciousness and Self-Regulation: Advances in Research and Theory, Vol. 4* (pp. 1-18). New York: Plenum Press.

Polanczyk, G., Silva de Lima, M., Lessa Horta, B., Biederman, J. & Rohde, L.A. (2007). The worldwide prevalence of ADHD: A systematic review and metaregression analysis. *American Journal of Psychiatry*, 164(6), 942-948

Posner, M. I. & Petersen, S. E. (1990) The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.

Posner, M. I. & Rothbart, M. K. (2009) Toward a physical basis of attention and self-regulation. *Physics of Life Reviews*, 6, 103–120.

Posner, M.I., Sheese, B.E., Odludas, Y. & Tang, Y. (2006). Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural Networks*, 19, 1422–1429

Pribam, K. H. & McGuinness, D. (1975) Arousal, activation, and effort in the control of attention. *Psychological Review*, 82 (2), 116-149.

Ravnkilde, B., Videbech, P., Rosenberg, R., Gjedde, A. & Gade, A. (2002). Putative test of frontal lobe function: A PET-study of brain activation during a Stroop's test and verbal fluency. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 534–547.

Rueda, M.R., Fan, J., McCandliss, B.D., Halparin, J.D., Gruber, D.B., Lercari, L.P., & Posner, M.I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42(8), 1029-1040.

Ruttan, L., Martin, K., Liu, A., Colella, B. & Green, R. E. (2008). Long-term cognitive outcome in moderate to severe traumatic brain injury: A meta-analysis examining timed and untimed tests at 1 and 4.5 or more years after injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89, S69-S76

Sánchez-Cubillo I, Periañez J. A., Adrover-Roig D., Rodríguez-Sánchez J.M., Ríos-Lago M., Tirapu, J. & Barceló, F. (2009) Construct validity of the Trail Making Test: role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15 (3),438-50.

Sohlberg, M.M. & Mateer, C.A. (1989) *Introduction to cognitive rehabilitation. Theory & Practice*. New York: The Guilford Press.

Strauss, E; Sherman, E.M.S. & Spreen, O. (2006) *A compendium of neuropsychological tests: administration, norms, and commentary (3rd. ed.)* New York: Oxford University Press.

van Zomeren, A. H. & Brouwer, W.H. (1994) *Clinical neuropsychology of attention*. New York: Oxford University Press.

Whyte, J. (1992) Attention and arousal: basic science aspects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 73, 940-949.

Zakzanis KK, Mraz R, Graham SJ. (2005) An fMRI study of the Trail Making Test. *Neuropsychologia*, 43, (13), 1878-86.

Zubin,j. (1975) Problem of attention in schizophrenia. En Kietzman, M. L., Sutton, S., & Zubin, J. (Eds.), *Experimental approaches to Psychopathology*. Academic Press, New York, pp. 139-166.