 ISSN 0716-7423

La memoria en la neuropsicología del aprendizaje

Carla Andrea Mossó Valdivia*

Resumen

En el presente trabajo se revisan algunas de las más recientes investigaciones neuropsicológicas que analizan los procesos cerebrales implicados en el funcionamiento de la memoria humana.

Se demuestra que los procesos cognitivos mantienen un correlato funcional y anatomo-estructural con el cerebro. Dicho correlato se observa en cambios a nivel químico, anatómico y funcional que explicarían cómo y por qué se almacena y se recupera la información y la experiencia.

Históricamente, se asigna al lóbulo frontal un rol significativo en la mayoría de las funciones ejecutivas cognitivas superiores. Éstas establecen diferencias entre los seres humanos y otros seres vivientes. No obstante, producto de investigaciones recientes, se ha encontrado que el hipocampo y la amígdala, participan activamente en distintos procesos de la memoria, así como también el cerebelo y el hipotálamo.

Abstract

Some of the most recent neuro-psychological research on the brain processes implied in human memory mechanisms are discussed in the present work.

* Psicóloga Infanto-Juvenil. Licenciada en Psicología. Terapeuta Familiar. Docente del Departamento de Educación de la Universidad de La Serena.

Cognitive processes are proved to keep a functional and anatomic-structural correlation with the brain. This relation can be found in chemical, anatomic and functional changes determining how and why the information and the experiences are stored and retrieved.

The frontal lobe has always been considered to play a main role in most major cognitive executive functions which determine the differences between humans and other living things.

Nevertheless, results of present research are showing that the hippocampus and the amygdala, as well as the cerebellum and the hypothalamus, have an active participation in the various processes related to memory.

Introducción

El aprendizaje es una capacidad que en mayor o menor medida todos los seres humanos la poseen, incluso los animales. Es un proceso cognitivo activo que actúa sobre los datos que alcanzan un cierto umbral de significación. La información elaborada por el cerebro posteriormente se reincorpora, permaneciendo cibernéticamente abierto. Este es un proceso cíclico que facilita la adaptación del individuo a las complejas contingencias del medio.

El aprendizaje mantiene una estrecha correlación con el funcionamiento cerebral. De ese modo, las estructuras neuropsicológicas, así como también la sucesión de eventos bioquímicos se modifican, permitiendo la elaboración y reutilización de la información transformada.

Campos-Castelló (1998:280) define el aprendizaje como una serie de operaciones cuyo fin es acumular datos a largo plazo que pueden ser de nuevo utilizados, dependiendo esencialmente de la memoria y la atención. Permite pasar las experiencias de la situación de memoria a corto plazo a la de largo plazo, suponiendo un almacenamiento de datos y su consolidación. Esta definición sugiere que existen operaciones neuropsicológicas asociadas a la memoria y que implican una serie de cambios a nivel cerebral.

¿Qué se modifica?, ¿dónde ocurren esas modificaciones y cuáles son los mecanismos involucrados? Estas preguntas están todavía lejos de dilucidarse. Sin embargo, en las últimas décadas se han logrado importantes avances en la comprensión de los mecanismos celulares de la memoria, en la atención y concentración, reflexión y pensamiento que explicarían, parcialmente las

respuestas a las preguntas ya enunciadas. (Gómez-Pérez: 2003, Almaguer: 2002, Manga 1991)

El objetivo de este artículo intenta recopilar información actualizada de los avances científicos en esta área, especialmente, en lo que respecta a la memoria, y que permitan responder las preguntas anteriormente formuladas.

El papel de la sinapsis en la memoria

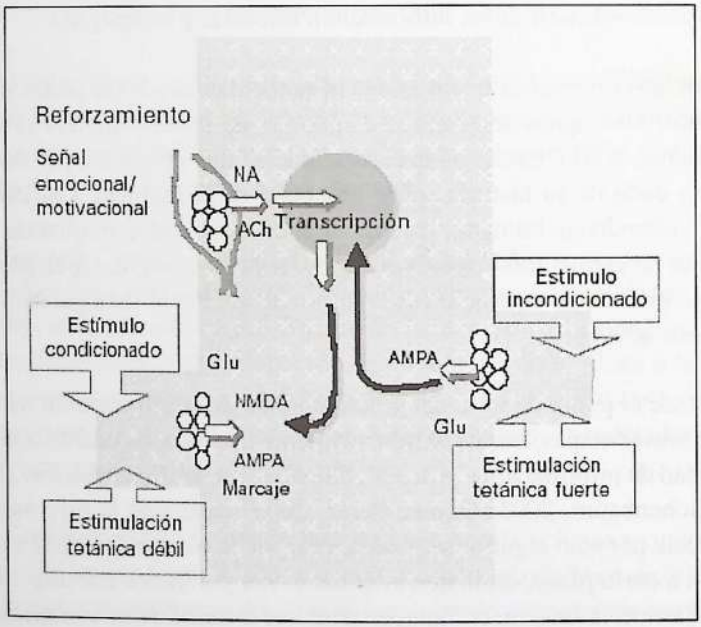
La memoria es un factor fundamental en el aprendizaje. Delval (1991) señala que la memoria puede entenderse como la adquisición y el mantenimiento de conocimientos de cualquier tipo. En un sentido muy amplio se puede considerar como memoria todo lo que sea formación y mantenimiento de nuevos esquemas. Por su parte, Manga (1991) define la memoria como un mecanismo de grabación, archivo y clasificación de información, haciendo posible su recuperación posterior.

Muchas regiones y estructuras del cerebro en conjunto con la corteza cerebral son esenciales para el aprendizaje y la memoria. Los recuerdos también parecen estar almacenados de forma racionada y redundante en la corteza. Para recordar alguna información, una persona debe realizar tres procesos exitosamente: adquirir dicha información, retenerla y recuperarla.

Los seres humanos no aprenden ni recuerdan pequeñas partes de la información, sino que construimos esquemas de conocimientos (Puyuelo-Sanclemente, 2001). Estos son la representación que posee una persona en un momento dado de su historia sobre una parte de la realidad. Los esquemas guían el aprendizaje humano, reestructurando, revisando, ampliando y enriqueciendo las estructuras cognitivas organizadas ya existentes, permitiendo el almacenamiento y recuperación de la información. Por lo tanto, la memoria es un proceso activo.

Desde el punto de vista del procesamiento de la información, la memoria tiene varias etapas, una es extremadamente limitada, en cuanto a tiempo y en cantidad de información a procesar, llamada «memoria inmediata»,(Delval: 1991, Eichenbaum, 2003: Gómez-Pérez, 2003) en la que la información es almacenada por sólo algunos segundos, ésta puede perderse o transferirse a la memoria a corto plazo, en la que es almacenada por varios minutos. Al igual que la anterior, la información puede perderse o transferirse a la memoria de largo plazo, en donde el almacenaje puede durar indefinidamente.

Los neuropsicólogos del aprendizaje han señalado varios modelos explicativos del funcionamiento cerebral en los procesos de memoria. Por ejemplo, Cajal (en Almaguer, 2002), ya a finales del siglo XIX, propuso y demostró que el sistema nervioso se componía de unidades discretas, interconectadas entre sí por medio de estructuras especializadas denominadas sinapsis. Supuso que en esas uniones podían ocurrir cambios como consecuencia de la actividad de dichas unidades neuronales y que los cambios de esa naturaleza estaban en la base de la memoria. A partir de esta hipótesis se han desarrollado modelos funcionales que supondrían que un estímulo aferente, es decir, información que entra al cerebro, produce cambios de transición en las sinapsis activadas, aunque éstas resulten demasiado débiles para provocar una respuesta. Si durante ese intervalo de tiempo, en que la sinapsis débil se gesta producto de una aferencia, se producen simultáneamente otras sinapsis fuertes sobre las mismas neuronas, los neurotransmisores producidos por éstas modificarán la eficacia de la sinapsis débil, conduciendo al apareamiento temporal entre ambos estímulos. En otras palabras, la información almacenada inicialmente de forma lábil y transitoria, transmuta a la memoria a largo plazo, mediante un proceso de consolidación de ese trozo de memoria. Si no tiene lugar la consolidación, se pierde la información (Matthies, 1989).



La figura 1 muestra el modelo celular implicado en la consolidación de la memoria y el reforzamiento de la memoria a largo plazo. El esquema sugiere que en los procesos de memoria, la activación de sinapsis excitadoras débiles (estímulo condicionado) puede conducir al incremento de su eficacia de transmisión, si se asocia temporalmente con la estimulación de otras sinapsis excitadoras fuertes (estímulo incondicionado)

La consolidación de la memoria se refiere a los cambios físicos y neuropsicológicos que dan cuenta de cómo el cerebro organiza y reestructura la información que puede convertirse en una parte de la memoria permanente. Esta consolidación se establece mediante una segunda sinapsis fuerte, y está asociada a estados emocionales y motivacionales que aseguran la potencialización de dicha sinapsis. Habría una estrecha relación entre la eficacia de una o varias sinapsis con los estados emocionales y motivacionales de los sujetos. Así, una motivación elevada o un estado emocional excepcional ayuda o facilita el recuerdo de eventos y sucesos que en otras condiciones se habrían olvidado.

El avance tecnológico de estos últimos setenta años ha permitido a los investigadores observar el comportamiento del cerebro con gran detalle. (Manga: 1991, Eichenbaum:2003, Rains: 2003) Entre estos avances tecnológicos se encuentra la técnica conocida como Tomografía por emisión de positrones o exploraciones (TEP). Buckner (1996), utilizando dicha técnica, señaló que las áreas corticales prefrontales del hemisferio derecho están más implicadas en la recuperación de la memoria episódica (memoria que refleja nuestras experiencias personales) que las zonas corticales prefrontales izquierdas. Sin embargo, la recuperación de la memoria semántica (memoria que contiene información general del mundo) es producto de una organización hemisférica distinta a la anterior. Esto demostraría que el hemisferio izquierdo tiene mayor relevancia que el derecho en este tipo de memoria. Estos estudios han podido respaldar los modelos de asimetría hemisférica de codificación y recuperación de la memoria. Además, se ha podido demostrar la participación de sistemas de neurotransmisores que incluyen a la noradrenalina, dopamina, acetilcolina, sistema gabaminérgico, y hormonas como los glucocorticoides.

A través de la Tomografía se ha podido observar la participación de estructuras en los procesos de memoria, como la amígdala, el hipocampo, el tálamo y el septo del sistema líbico, entre otros, los que también median en las respuestas de estrés que interfieren en el aprendizaje.

El hipocampo y la amígdala

El hipocampo es una estructura límbica cortical localizada en el lóbulo temporal medial. Almaguer (2002) destaca entre sus funciones, la consolidación de la memoria de tipo espacial, relacionada con la ubicación temporoespacial de los sujetos y la memoria explícita, relacionada con el procesamiento de la información de carácter consciente en los sujetos. Estos tipos de memoria están presentes tanto en seres humanos como en los animales. No obstante, no se descarta, que el hipocampo también participe en otros tipos de memoria. Esta estructura cerebral recibe información (aferencias) procedente de todas las áreas asociativas corticales a través de la vía perforante originada en la corteza entorrinal. También recibe proyecciones vía fórnix procedentes del septo, hipotálamo o los núcleos de la formación reticular.

La información recibida por medio de neurotransmisores, producto de sinapsis débiles, provoca en el hipocampo la inducción transitoria de la memoria, constituyendo el primer almacén temporal de información a corto plazo. Dado que es un almacenaje temporal de información, el aprendizaje aún no se ha realizado. Para que ello ocurra es necesario potencializar estas sinapsis débiles, mediante la activación de sinapsis septales que transmiten información emotiva procedente de la amígdala. La amígdala es una estructura límbica conformada por varios núcleos. Presenta numerosas conexiones recíprocas con otras estructuras límbicas y con la corteza cerebral. Según LeDoux (1994), la amígdala se relaciona con los procesos de memoria emocional. Ésta se activa durante los estímulos que a los sujetos les parecen emocionalmente significativos, y además podría actuar como refuerzo de contenidos de memoria almacenados en otras zonas del cerebro, por ejemplo, en el hipocampo.

Las investigaciones han mostrado que las sinapsis hipocampales transitorias y lábiles podrían ser moduladas por las sinapsis amigdalinas (Gómez-Pérez,2003. Ramos J., 2002. Matthies H. (1989). Los hallazgos revelan que la estimulación sináptica de la amígdala puede incrementar la magnitud inicial de la memoria a largo plazo, y cuando ha se producido una lesión en la amígdala basolateral atenúa la magnitud de esta memoria. Además, se sabe que la amígdala afecta a las fases tardías de la memoria a largo plazo en las sinapsis del giro dentado.

A pesar de esta serie de hallazgos, la vía anatómica a través de la cual ocurre la potencialización por estimulación de la amígdala no se ha aclarado

aún. Es probable que tal desconocimiento se deba, entre otros, a que no se sabe cuáles son las conexiones directas entre la amígdala y el hipocampo. Sin embargo, se reconoce que la amígdala tiene conexiones con el septo y la corteza entorrinal, y que ambos los constituyen las mayores aferencias al hipocampo.

Investigaciones recientes (Campos-Castelló, 1998, Almaguer, Bregado. 2002. Pizarro de Zulliger. 2003) han revelado que las células en el hipocampo, cuando son estimuladas repetidamente por electrodos que simulan la estimulación amigdalina, continúan disparándose por tantas semanas después que la estimulación se detiene. Estos experimentos sugieren que la repetición constante de un contenido favorecería la potencialización sináptica, transformando una sinapsis débil en una fuerte. Al potencializar la sinapsis correspondiente a dicho contenido, se favorecería su paso a la memoria a largo plazo.

Desde el punto de vista cognitivo, un individuo podría recurrir a sus procesos sensoriales para recordar un estímulo y extraer de él sus características físicas (Best, 2001). Estas características físicas se almacenan en la memoria en forma codificada, las que adquirirían propiedades semánticas, no sólo porque se almacenan en forma codificada y en localizaciones cerebrales concretas, sino porque han sido procesadas de un modo específico por el individuo, mediatizado por sus emociones y cogniciones.

Cuando un individuo recupera la información almacenada en su memoria a largo plazo, la recodifica, utilizando para ello la estimulación que experimenta en ese momento. Esta misma información puede ser nuevamente almacenada de manera diferente, producto de un proceso de retroalimentación. Proceso que recibe el nombre de aprendizaje propiamente tal.

Se ha observado que los propios procesos cognitivos utilizados para aprender y recordar influyen en la probabilidad cuantitativa y cualitativa de recuperar una memoria concreta. Por otra parte, existe evidencia (Eichenbaum, 2003. Etchepareborda, 2001. Nation K. 1999.) que sugiere que el sistema cognitivo utiliza un dispositivo de memoria de algún tipo, aún cuando los sujetos no estén conscientes de ello. A este tipo de memoria se le llama memoria implícita. La memoria implícita se refiere a las situaciones en las que es evidente que una experiencia previa concreta influye en el comportamiento actual del sujeto. No obstante, esta experiencia previa no es consciente para el sujeto ni tampoco es consciente del intento de recuperación.

Los efectos contextuales, tales como el ruido ambiental, los estados biológicos y de ánimo del sujeto, etc., parecen operar sobre los intentos de recuperación de la información, aún cuando no se haya procesado tales estímulos con la profundidad requerida para estar consciente de ello. Por lo tanto, para recordar más fácilmente la información, el sistema de recodificación debe retroceder al mismo estado en el que estaba cuando tuvo lugar el aprendizaje. Para llevar a cabo este proceso, es necesario que los mismos o similares estímulos contextuales estén presentes tanto en la consolidación como en la recuperación de la información.

Siguiendo esta misma línea de análisis, es necesario hacer notar el rol fundamental que juegan las emociones en estos procesos de memoria, tanto explícitos como implícitos, ya sea para la consolidación como también para la recuperación de la información. Pero, ¿qué sucede cuando las emociones interfieren en el aprendizaje?, ¿cuál es el correlato neuropsicológico de este suceso?

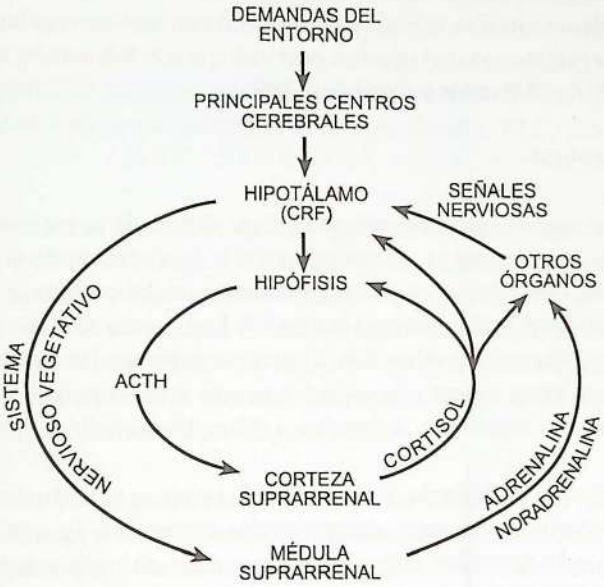
Eje Hipotálamo - Pituitario - Adrenal (HPA)

Como ya se ha expuesto, los factores emocionales participan activamente en la consolidación de los aprendizajes, no obstante, hay respuestas emocionales que interfieren y bloquean la potencialización de las sinapsis vía septal, entre la amígdala y el hipocampo, tales como el estrés y la depresión. En el hipotálamo se secreta el factor liberador de corticotrofina, componente del sistema inmune, y luego es transportado vía circulación portal hipotálamo-pituitaria a la hipófisis anterior (Sistema HPA). En la hipófisis anterior se estimula la secreción de la hormona adrenocorticotrofina (ACTH), ésta a su vez entra a la circulación sanguínea y estimula la secreción de glucocorticoides por la corteza adrenal ej: cortisol. Los glucocorticoides, a su vez realizan retroalimentación negativa sobre la hipófisis, el hipotálamo y el hipocampo, los que normalmente mantienen los niveles de cortisol dentro del rango esperado.

El factor liberador de corticotrofina (CFR) también se encuentra disperso heterogéneamente en todo el sistema nervioso central, incluyendo primariamente la corteza cerebral, el núcleo central de la amígdala y el tronco encefálico. Desde la amígdala existen conexiones sinápticas con el hipotálamo regulando los niveles de cortisol en dichas estructuras.

El cortisol es un glucocorticoide y como tal desempeña 2 funciones básicas: la estimulación de la conversión de proteínas en glucosa y el almacenaje de la glucosa en la forma de glucógeno. Bajo variadas condiciones estresantes, incluyendo ejercicio, trauma, ansiedad y depresión, los niveles de cortisol au-

mentan, induciendo una cadena de eventos que en última instancia, proveen de energía inmediata al organismo, y mantienen al individuo alerta a través de la estimulación del sistema HPA, tal como describe la figura 2.



Sin embargo, cuando el cortisol es hipersecretado produce neurotoxicidad hipocampal, deteriora la funcionalidad sináptica y si se cronifica la hipersecreción puede llegar a la atrofia neuronal. Según Sadek (2000), es posible observar una reducción en el hipocampo de adultos con historia de abuso infantil y depresión crónica.

Cuando los sujetos se sienten preocupados, ansiosos, tristes, agobiados, sus respuestas fisiológicas desencadenan la hiperproducción de glucocorticoides. Los glucocorticoides afectan la interacción sináptica del hipocampo con la amígdala, interfiriendo, en último término con la potencialización sináptica. Esta sería la causa por la cual, la información que

se trata de aprender no rebasa el umbral de significación para ser consolidada en la memoria a largo plazo. En cambio, cuando los sujetos se sienten motivados, sus respuestas fisiológicas favorecen la potencializacion de la memoria a corto plazo. Es por ello que los educadores deben promover esta actividad sináptica cerebral, estimulando la asociación de un estímulo condicionado a uno incondicionado que mantenga los niveles óptimos de glucocorticoides. La identificación del sistema cerebral de la motivación, a partir de los hallazgos de Olds y Milner, (citados en Almaguer 2002) han permitido inferir la existencia de un circuito neural, cuya función consiste en regular el nivel de activación y proporcionar el impulso necesario para actuar en una determinada dirección (Suay, Salvador y González, 1996).

El lóbulo frontal

Paralelamente, es necesario considerar dentro de la memoria, factores atencionales, que permiten la concentración y focalización de la percepción en uno o más estímulos. Los receptores sensitivos del cerebro se ven afectados continuamente por numerosos estímulos. Los sujetos sólo son conscientes de un número limitado de ellos. Esta limitación dependerá de la intensidad del estímulo, o si éstos tienen una especial significación asociada a intereses y motivaciones del sujeto que los percibe.) (Campos-Castelló, J. 1998)

La atención es definida (Buckner 1996) como un proceso de orientación mental selectivo hacia unos determinados estímulos, lo que implica la centración de la actividad cognoscitiva hacia un estímulo o actividad y la inhibición simultánea de los demás concurrentes.

Para que el organismo atienda es necesario un nivel de alerta y vigilancia fundamental que depende de la activación de la corteza cerebral. Según varios hallazgos, (Buckner 1996, Campos-Castelló, J. 1998, Etchepareborda y Abad-Mas, L. 2001) el proceso de la atención se lleva a cabo producto de la interacción y modulación de la actividad sináptica entre la amígdala, hipocampo, formación reticular y lóbulos frontales.

La formación reticular también es conocida como sistema reticular y comprende todas las masas grises situadas en la parte central del tegmento encefálico que no son núcleos de origen o terminación de nervios craneales, ni tampoco de las vías de conducción. Se extiende desde la médula espinal hasta el diencéfalo, continuándose con el sistema reticular talámico. Estructuralmente se caracteriza por constituir un agregado de células de diferentes dimensiones interconectadas por una rica red de fibras, cuya disposición es difusa.

La formación reticular interviene en los estados de alerta del sujeto necesarios para la atención. Además de esta función, la sustancia reticular controla los ciclos de sueño, regulación visceral y del sistema motor encefálico en estructuras cerebrales.

Por otra parte, al lóbulo frontal se le asignan funciones cognitivas tales como la monitorización de los estímulos que provienen del medio ambiente. Dicha monitorización es producto de sinapsis del lóbulo parietal y occipital izquierdos los que reciben información aferente tanto de los sentidos como la información propia del interior de cada individuo. Así también, recibe información respecto de sentimientos y emociones provenientes de sinapsis del lóbulo parietal y occipital derechos. (Etchepareborda, M.C, Abad-Mas, L. 2001).

Se conoce que la corteza de los lóbulos frontales posee funciones de control. También se le atribuye a la corteza frontal izquierda la formulación de planes para alcanzar metas y el mantenimiento motivacional necesario para realizar una tarea. El sistema por el cual se logra la activación motivacional se denomina tónico. Por otro lado, la corteza frontal derecha es capaz de relacionar eventos externos con los internos, mediante un sistema de activación denominado fásico.(Gómez-Pérez. E. y col. 2003)

El lóbulo frontal posee una poderosa interrelación con el núcleo estriado, a través de sinapsis dopaminérgicas. Aparentemente, esta relación es necesaria para desarrollar y mantener el incentivo o motivación neocortical. De esta manera se logra la consolidación de una determinada información en la memoria a largo plazo, la que en forma posterior, será reutilizada, concluyendo así el proceso de aprendizaje.

CONCLUSIÓN:

De acuerdo con lo anteriormente expuesto es posible concluir los siguientes aspectos:

1. La memoria tiene distintos estados y está continuamente cambiando, algunas investigaciones dan cuenta de reacciones a nivel neuroquímicos hasta modificaciones estructurales.

2. La memoria de largo plazo o memoria permanente puede representarse por cambios físicos o plásticos del cerebro.

3. Los cambios físicos que codifican la memoria están localizados en

regiones múltiples a través del sistema nervioso, no obstante el hipocampo y la amígdala juegan un rol fundamental en este proceso.

4. Los contenidos almacenados en la memoria a largo plazo no son simplemente producto de un cambio en la estructura de una sola célula sino que involucra la interacción de muchas células nerviosas.

5. Las memorias explícitas e implícitas pueden involucrar diferentes circuitos neuronales. La mayoría de estos circuitos se asocian al hipocampo.

6. Un recuerdo puede ser almacenado y recuperado por una sensación, pensamiento o emoción que activa alguna de las neuronas del conjunto cerebral. Las emociones juegan un significativo rol en el aprendizaje, ya sea para favorecerlo o entorpecerlo.

7. El lóbulo frontal juega un rol indiscutible en la memoria, tanto en procesos atencionales, motivacionales como así también, en procesos de monitoreo y control de la información.

8. El aprendizaje no es una grabación estática de un contenido en la memoria a largo plazo, sino que involucra sucesos de recuperación, reutilización, retroalimentación, y realmacenaje de dichos contenidos.

REFERENCIAS:

Almaguer,W. Bergado, J.A. (2002) *"Interacciones entre el hipocampo y la amígdala en procesos de plasticidad sináptica"*. Revista de Neurología; Madrid. España. 35 (6): pág 588.

Best, Jhon B.(2001) *"Psicología Cognitiva"* Thomson Editores, Madrid, España. págs. 127- 132.

Buckner, R.L. (1996) *"Contribuciones de las áreas prefrontales del Cerebro a la recuperación de la memoria"* Revista de Psiquiatría; 3: 149-158.

Campos-Castelló, J. (1998) *"Evaluación neurológica de los Trastornos del aprendizaje"*. Revista de Neurología; Marcial. España. 27 (156): pág. 280.

Delval, Juan. (1991). *"Crecer y pensar. La construcción del conocimiento en la escuela"*. Ed. Paidós Mexicana. México. Págs. 125. 128- 131.

Eichenbaum, Howard (2003). *"Psicología Biológica"* Edit. Ariel. España. Págs. 300-315.

Etchepareborda, M.C, Abad-Mas, L. (2001). *"Sustrato biológico y evaluación de la atención"*. Revista de Neurología clínica.; 2 (1): 113-124.

Gómez-Pérez. E., Ostrosky-Solís. F., Prospero-García. O. (2003): *"Desarrollo de la atención, la memoria y los procesos inhibitorios: relación temporal con la maduración de la estructura y función cerebral"*. Revista de Neurología, Madrid. Espana. Págs. 37 (6): 561-567

Quirós, Julio B. de, Schrager, Orlando L. (1980). *"Fundamentos neuropsicológicos en las discapacidades de aprendizaje"*. Ed. Médica Panamericana: Bogotá, Colombia. Págs. 86-99.

López Mato, Andrea (1999). *"Psiconeuroinmunoendocrinología"*. Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires. Págs. 56-57.

Manga. Dionisio, Ramos. Francisco (1991). *"Neuropsicología de la edad escolar : - aplicaciones de la teoría de A. R. Luria a niños a través de la batería LURIA-DNI"*. Ed. Visor. Madrid. Pág. 115-116.

Matthies H. (1989). *"Aspectos neurobiológicos del aprendizaje y la memoria"*. Revista de Psiquitría, 40: 445.

Nation K, Adams J, Bowyer-Cane C,(1999) *Snowling M. Working memory deficits in poor comprehenders reflect underlying language impairments*. J Exp Child Psychol 73: 139-58.

Pizarro de Zulliger. Beatriz. (2003). *"Neurociencia y Educación"*. Editorial La Muralla S.A. Madrid. Pág. 121.

Puyuelo-Sanclemente M.(2001) *"Psicología, audición y lenguaje en diferentes cuadros infantiles. Aspectos comunicativos y neuropsicológicos"*. Rev. Neurol; 32: 975-80.

Rains, Dennis G. (2003). *"Principios de la Neuropsicología Humana"* MCGraw-Hill /Interamericana de México. Págs. 21-33.

Ramos, J.M (2002): *"Es necesario el hipocampo para el aprendizaje espacial"*. Revista de Neurología. Madrid . España. Pag 34 (12): 1142-1151.

Sadek Noha, Nemeroff Charles- (2000). *"Revista de Psiquiatría del Uruguay"*. Actualización en Neurobiología de la Depresión. Págs. 462-469.

Satín, Rubio, Begega, Miranda, Arias (2000) *"Aprendizaje espacial e hipocampo"*. Revista de Neurología; Madrid. España. 31 (5): 455-462.

Suay, F., Salvador, A. y González, E. (1996). *Bases neurofisiológicas de la motivación*. En I. Garrido (Coor.), Psicología de la motivación. Madrid: Síntesis

Vázquez C. *Psicopatología de la memoria: Psicología Médica, Psicopatología, y Psiquiatría*. Editores Fuentenebro F y Vázquez C. Ed. Interamericana, Madrid, 1990. Págs. 507-535.