

# CAPÍTULO 3

## Una aproximación al desarrollo de los sistemas de memoria

Paula Andrea Montoya Zuluaga

La memoria posibilita la supervivencia y el desarrollo humano, pues sin esta los seres humanos involucionaríamos y cada día sería como el primero. Es así, que resulta ser uno de los procesos cognitivos más complejos, pues sin este el sistema psíquico no tendría información que le posibilitara ejecutar acciones y pensamientos en un momento y situación determinada (Baddeley, 1998; Darby & Sloutsky, 2016; Rains, 2004).

Autores como Shiffrin (1970), Feigenbaum (1970) y Reitman (1970) han conceptualizado la memoria como una actividad mnésica, la cual posibilita elaborar activamente la información presentada, donde el sujeto codificará la misma seleccionando sus rasgos más esenciales. Información que dependiendo del tipo, se introduce en un determinado sistema, siendo organizada de manera subjetiva.

Labos (2008) y Allegri (2008) afirman que la memoria no es una función unitaria, en su ejercicio convergen dominios múltiples de actividad mental. Por tanto, existen varias áreas cerebrales que con su acción mancomunada posibilitan que se codifique, organice y almacene la información de diverso contenido y tiempo de duración. Ello implica que se hable de *Sistemas de Memoria* y para cada uno de ellos, existe un trabajo dinámico entre varias áreas cerebrales. La memoria entonces resulta ser un sistema compuesto de subsistemas diferenciados que se interrelacionan e interactúan entre sí, haciendo posible el registro, almacenamiento y recuperación de diferentes tipos de información (Darby & Sloutsky, 2016; Labos, 2008). Por su parte, Nitrini et al. (2004), así como Darby & Sloutsky (2016), consideran que la memoria es una de las más básicas e importantes opera-

ciones cerebrales, que involucran un conjunto de representaciones almacenadas y procesos de codificación, consolidación y acceso por medio de los cuales el conocimiento es adquirido y manipulado. Consideran que la memoria contribuye a que los procesos cognitivos operen efectivamente, dándole de esta manera un papel protagónico para la actividad mental; mientras que Perea Bartolomé, Ladera Fernández y Echeandía Ajamil (2001), afirman que es un proceso o sistema funcional complejo de elaboración de la información.

En este capítulo se asume que la memoria, más que ser un proceso básico, es un *sistema complejo*, el cual es posible por la interacción de varias estructuras anatómico-funcionales; por lo tanto, hablar del desarrollo de la memoria involucra reconocer los períodos de maduración cerebral, tanto de las modificaciones permanentes en la actividad neuronal a nivel eléctrico, químico y estructural (Carlson, 1995; Hebb, 1949), como en incremento de la sustancia blanca en diferentes regiones corticales y subcorticales, procesos de mielinización o períodos de desarrollo sensible en las diferentes áreas cerebrales, asumiendo que hacen parte de las mismas un conjunto de estructuras que por ontogenia inician su desarrollo desde las estructuras inferiores a las superiores y de las estructuras corticales posteriores a las anteriores (Perlman, Huppert & Luna, 2015). Así mismo, es reconocer una maduración funcional progresiva que va desde las áreas primarias a las secundarias y posteriormente a las terciarias (Luria, 1966).

Es de precisar y según lo expresan Rosselli, Matute y Ardila (2010), que dada la participación de múltiples áreas o regiones cerebrales para que se dé lugar a la memoria, hablar de su desarrollo es un asunto complejo y se espera que “las nuevas técnicas en neuroimagen proporcionen un mejor entendimiento de los mecanismos de maduración cerebral involucrados en la memoria” (p. 38). Lo que sí es un asunto de unanimidad desde una perspectiva neurocientífica, como se ha venido advirtiendo (Spreen, Riesser & Edgell, 1995; Rosenfield, 1988), es que el desarrollo de la memoria no se da específicamente con el incremento en el volumen (espacio) de la misma, sino que está relacionado con el cambio de estrategias, pues en la medida que el niño crece, tendrá mayores estrategias de mediación que incrementarán la capacidad de memoria. Lo anterior indica que el desarrollo de la memoria está más relacionado con el número y calidad de conexiones neuronales, las cuales van posibilitando la aparición de estrategias para codificar, organizar y evocar información almacenada ya sea en un espacio de memoria a corto o largo plazo.

Abordar la memoria y su desarrollo a través del ciclo evolutivo, específicamente en la infancia, involucra tres asuntos fundamentales:

- » La atención como constructo multidimensional y su relación con la memoria.
- » Procesos de memoria o niveles de procesamiento.
- » Clasificación de la memoria según el contenido, tipo de información y tiempo en el que la información es almacenada.

---

## La atención y su relación con el funcionamiento de la memoria

---

Si bien desde el momento en que nacemos traemos una memoria genética (Olazarán-Rodríguez y Cruz-Orduña, 2007), es reconocido desde las perspectivas neurocientíficas que las diferencias de la memoria entre los diversos periodos evolutivos radican especialmente en el espacio disponible que por desarrollo neurológico se va adquiriendo conforme se avanza el ciclo vital; por tanto, asumir la memoria cualitativamente igual, pero cuantitativamente diferente de acuerdo con la edad evolutiva (Spreeen et al., 1995), es reconocer que si bien nacemos con memoria, hay periodos evolutivos donde neurológicamente los avances en el desarrollo van posibilitando no solo almacenar cierto tipo de información, sino manipularla para ejecutar acciones, pensamientos y emociones (Cycowicz, 2000). Así mismo, se admite que para que exista la capacidad de almacenar información de diverso tipo, será fundamental tener la capacidad de enganchar los recursos mentales sobre aquellos estímulos que se requiere codificar para luego organizar y probablemente almacenar; constructo multidimensional denominado *Atención* (Mesulam, 1985). Desde esta perspectiva neoconexionista (Mesulam, 1987), no es un proceso cognitivo ni una unidad de trabajo especializado; es una actividad direccional energizadora que participa en, y facilita el trabajo de todos los procesos cognitivos, convirtiéndose en el mediador funcional indispensable para que la actividad psíquica tenga lugar, de ahí que recibe el nombre de multidimensional. En palabras de Luria (1973), la atención posibilita la *selectividad* y *direccionalidad* de los procesos mentales.

Dicho lo anterior, sería utópico asumir que se almacena la información sin que exista una capacidad cuantitativamente especial y propicia para enganchar los recursos mentales frente a los estímulos que constantemente se presentan (Fuster, 1995; Spreeen et al., 1995). En consecuencia, cuando estamos más pequeños, tenemos una capacidad restringida no solo para enganchar, sino para mantener y ejecutar la atención (recursos mentales) frente a los estímulos pertinentes (Luria, 1982), competencia del desarrollo que se relaciona con la memoria. Es así que no solo la cantidad, sino el tipo de información que se almacene dependerá del periodo evolutivo. Se estima pues, que para que sea posible que se den los procesos de memoria (codificación, organización, almacenamiento y recuperación) y el niño logre desarrollar las estrategias cognitivas para almacenar y recuperar (responsabilidades de la memoria de trabajo para mantener información y para traerla de un sistema de memoria a largo plazo para ser evocada según la demanda del contexto) diferente tipo de información (episódica, semántica, procedimental), se requiere del desarrollo de la atención; y es de esperarse que conforme se dé el mismo, vaya apareciendo de manera paulatina la capacidad mnésica.

La atención depende de diferentes estructuras cerebrales que evolucionan, ontogenéticamente hablando, en diversos momentos del ciclo vital. Luria (1984) estima que desde el nacimiento y desarrollándose de manera precoz en el primer año de vida, el niño muestra una *atención involuntaria*, la cual hace

alusión a la sustancia reticular proyectada en toda la corteza cerebral, teniendo como neurotransmisor principal la noradrenalina, asunto que explicaría los niveles de atención selectiva y sostenida que muestra el niño desde edades muy tempranas y que dependen de la participación de estructuras corticales (corteza prefrontal y cortezas sensoriales) y subcorticales (tálamo óptico, cuerpo estriado-núcleo caudado y lenticular-, núcleos septales, y de Meynert y cerebelo), así como del circuito triangular (sistemas dopaminérgicos, noradrenérgicos y acetilcolinérgicos) propuesto por Laberge, Cruikshank & Beer (1996).

Es de precisar, que si se asume desde las neurociencias la atención como un constructo que influye para avizorar la cantidad y calidad de información que la psique codificará, organizará y finalmente almacenará, es de esperarse en niños menores, que ni el tiempo en que mantienen enganchados sus recursos mentales, ni la cantidad de información que puedan codificar (Mirsky, Anthony, Duncan, Ahern & Kellam, 1991) ni las estrategias para manipular la información probablemente almacenada, se utilicen para el servicio de conductas refinadas, pues mientras más pequeño se encuentre, los procesos de mielinización y desarrollo de las estructuras corticales involucradas en la atención, estarán menos avanzados. Es justamente la interacción entre cerebro y experiencia lo que terminaría posibilitando un funcionamiento de la atención, transformándose desde su naturaleza refleja a un carácter voluntario a partir de dicha interacción.

La atención y sus particulares características de *selectividad, volumen, ciclicidad, direccionalidad, intensidad y estabilidad* van posibilitando la aparición en términos de cualidad y cantidad, de operaciones elementales de captación, mantenimiento y cese de la atención durante la trayectoria evolutiva (infancia, adultez, vejez). Es así que la atención tiene varios niveles que evolucionan durante la ontogenia. En la primera infancia, la atención se guía por el reflejo de orientación (primer año de vida), el infante selecciona activamente y filtra aspectos irrelevantes, gozando de una flexibilidad atencional. Posteriormente va apareciendo un aumento progresivo de la atención sostenida (disminuye la distractibilidad), aumenta la focalización atencional y se va diferenciando progresivamente la atención selectiva y aumenta la capacidad anticipatoria (disminuye la impulsividad). Específicamente habrá mayor economía en el gasto cognitivo, el volumen atencional aumentará y aparecerá una eficiencia progresiva en el uso de estrategias de exploración visual y una capacidad progresiva para atender simultáneamente a varios estímulos, y como disminuye la distractibilidad, el niño estará más preparado para responder y seguir instrucciones, viéndose facilitada la adquisición de control, adaptación, planificación, estrategias y clasificación rápida, que van *abonando el trayecto* para codificar (penúltimo sub-proceso de la atención propuesto por Mirsky et al., 1991; primer nivel de procesamiento propuesto por Craik & Lockhart, 1972) y proseguir con lo requerido para almacenar y manipular la información y así ir adquiriendo unos procesos mnésicos elaborados.

---

## Procesos de memoria

---

Claik & Lockhart (1972) se concentran específicamente en identificar cómo es posible que una información se registre, almacene y recupere, y para ello enuncian unos “niveles de procesamiento”, lo que para otros autores como Ardila y Rosselli (2007) y Rosselli y Matute (2008), serían *etapas o niveles en el proceso temporal de la memoria* o los *procesos de memoria* (Ardila, Montañes y Rosselli, 1987). Independiente de su denominación, son básicamente 4 procesos de memoria:

- » Codificación, registro o retención de la información.
- » Organización.
- » Almacenamiento.
- » Evocación o recuperación de la información.

### **Codificación, registro o retención de la información**

Este proceso es el que posibilita que la psique le asigne al material o estímulo que acaba de entrar al SNC (estímulo preseleccionado por el sujeto, que ha sido foco de atención en el momento del registro) una marca, la cual será el distintivo y tendrá unas dinámicas específicas que posibilitarán la posterior organización y almacenamiento de la información. Para que se logre la codificación, debe existir previamente el enganche de los recursos mentales (atención) al estímulo que se codificará o registrará (Broadbent, 1958; Treisman, 1969; Deutsch, & Deutsch, 1963; Norman, 1968).

El desarrollo neurológico es importante para los alcances en la codificación y se ha encontrado que los niños pequeños tienen la habilidad para realizar este proceso, el cual resulta fundamental para el posterior almacenamiento de la información, no obstante, para ello no solo se requiere atención (lo que no implica amplitud en el espacio psíquico), sino desarrollo de las diferentes habilidades ejecutivas y específicamente de la metamemoria (Rosselli, 1991; Spreen et al., 1995), siendo ésta primordial para reconocer el tipo de estrategias que se utilizan desde el inicio del almacenamiento de la información y para codificarla, habilidad que está notoriamente más desarrollada en los niños mayores, dado el tiempo de maduración de los lóbulos frontales (Pineda, 2010), que están estrechamente relacionados con la generación de estrategias, las cuales se requieren para la codificación y demás procesos de la memoria (Rosselli, Jurado y Matute, 2008).

## **Organización**

El proceso de organización involucra la capacidad de ubicar el material codificado de tal forma que en el momento de ser solicitado se pueda recuperar y así dar respuesta frente a las demandas de las situaciones. Dentro de los procesos de memoria, la organización dependerá del desarrollo y maduración de los lóbulos frontales, pues la memoria involucra una serie de estrategias (Pineda, 2010; Rosselli, 1991; Rosselli y Matute, 2008; Spreen et al., 1995). Desde esta perspectiva, la organización sería un proceso de memoria *refinado*, pues no es sencillo para la psique y mucho menos para aquella que apenas está en desarrollo, organizar la información de manera que pueda evocarse efectivamente frente las demandas. En múltiples momentos, es posible identificar que aun cuando la información se haya almacenado, la persona tiene dificultades para recuperarla y hay evidencia empírica que demuestra que no es que exista una falla global de la memoria, lo que sucede es que existe una organización poco efectiva que es lo que imposibilita que se recupere la información cuando se solicita, dando por sentado que la falla no es en la recuperación o evocación de la información, sino que las estrategias utilizadas para “ordenar” la información inicialmente codificada no posibilitan su posterior recuperación (Ardila et al., 1987; Craik & Jennings, 1992; Krakauer & Shadmehr, 2006; LaBar & Cabeza, 2006; Parkin 1997; Rosselli, 1991; Ruiz-Vargas, 2011).

## **Almacenamiento**

La capacidad para almacenar información depende en gran medida de la organización que realizamos de aquella información que viene al SNC, no obstante, podemos tener varias formas o estrategias para hacerlo y de hecho la almacenamos, pero no logramos recuperarla. Es así que se asume que cuando se codifica y organiza la información simplemente se almacena o *guarda* (Ardila et al., 1987; Ardila y Rosselli, 2007; Craik & Lockhart, 1972; Rosselli, 1991; Rosselli et al., 2010), pero realmente el hecho de que se encuentre almacenada, no se relaciona con la rapidez y efectividad de recuperarla. En muchas ocasiones, asumimos que si una persona, especialmente un niño, no da respuesta frente a la demanda presentada en el contexto escolar, es porque no ha almacenado la información y es probable que en la mayoría de las ocasiones, sí se encuentre, pero las estrategias utilizadas para almacenarla no fueron lo suficientemente efectivas y es por ello que evocar la información no representará una tarea sencilla. No obstante, también existen los casos en los que no se recupera la información porque hubo problemas para codificarla y no habría información alguna para organizar y posteriormente para almacenar (Krakauer & Shadmehr, 2006; LaBar & Cabeza, 2006; Parkin, 1997; Ruiz-Vargas, 2011).

## **Evocación o recuperación de la información**

El último proceso de la memoria es la evocación o la capacidad de recuperar la información almacenada que inicialmente fue codificada y organizada. Organizar, tal y como se ha mencionado, es lo que permite, dependiendo de la manera como se realice, que cuando las demandas externas o internas lo exigen, se dé respuesta.

Esta habilidad para evocar será el resultado de cómo se haya organizado la información. Se requiere del desarrollo de estrategias de organización para evocar la información de manera efectiva tras la solicitud que el medio realice a la psique. Cuando una información se ha almacenado de manera organizada en el Sistema de Memoria a Largo Plazo (SMLP), será mucho más factible encontrarla para dar respuesta frente a la necesidad del momento, pero si la misma está almacenada de manera desorganizada, para el sistema cognitivo será mucho más complejo encontrarla para ser recuperada y dar respuesta a lo demandado. Lo anterior advierte que no es tan sencillo establecer las razones por las cuales la información no se recupera, si en unas ocasiones se justifica porque no se organizó de manera específica la información, en otras es porque hay problemas en la evocación o recuperación, siendo esto último poco frecuente en edades tempranas, convirtiéndose la codificación y organización en los procesos que habitualmente explican mejor las fallas en la recuperación de la información en los niños (Ardila et al., 1987; Krakauer et al., 2006; LaBar & Cabeza, 2006; Rosselli, 1991; Ruiz-Vargas, 2011).

Cuando desde la neuropsicología se habla de la memoria, indiscutiblemente se debe retomar el **olvido**. Olazarán-Rodríguez y Cruz-Orduña (2007) consideran que el olvido sería otro de los *niveles de procesamiento* y afirman que el mismo libera a los sistemas de memoria de exceso de información, con el propósito de garantizar la conservación y adecuado funcionamiento. Es así que una información debidamente almacenada en un SMLP, cuando deja de utilizarse por un tiempo determinado, el mismo sistema psíquico la elimina.

Finalmente y tal y como se ha mencionado, la atención como un componente multidimensional de la cognición es el que marca la pauta para el procesamiento de la información, lo que significa que es posible que los procesos de memoria y otros se den, si este funciona de manera correcta. Es bien conocido, desde el modelo de la atención de Mirsky (1996), que la codificación como el tercer elemento que el mismo autor enuncia del proceso de la atención, es finalmente el que asegura si hay o no material para ser organizado y almacenado, por lo tanto, encontrando una explicación desde este modelo, se espera que si los recursos mentales no se enganchan de manera esperada en los estímulos relevantes, los mismos no serán codificados y posteriormente no se podrá esperar que sean organizados y almacenados para poder evocarse cuando una demanda externa (reminiscencia o respuesta desencadenada por un estímulo externo) o interna (motivación para recuperar la información) así lo solicite (Ardila et al., 1987; Rosselli, 1991; Rosselli et al., 2010).

---

## Conceptualización y desarrollo de los sistemas de memoria

---

### Conceptualización

Hablar de sistemas de memoria (Allegri, 2008; Olazarán-Rodríguez y Cruz-Orduña, 2007) es asumir que no hay *una memoria*, hay *muchas memorias*, por lo tanto, hay diferentes tipos de información que se procesan, mecanismos neurales implícitos para el funcionamiento de cada uno de esos sistemas (o memorias), con principios y propiedades específicas que rigen su funcionamiento. Un sistema se relaciona inevitablemente con los demás, aunque cada uno funcione autónomamente, y también poseen un orden de adquisición filo y ontogenético.

Cuando se habla desde una perspectiva de sistemas de memoria, no se trata de una posición opuesta al modelo de los niveles de procesamiento, ambos se complementan, pues los primeros se verán atravesados por los niveles de procesamiento. Hablar entonces de sistemas de memoria, es mostrarse de acuerdo con que existe un trabajo y participación de varias áreas cerebrales (estructuralmente hablando) para que haya un funcionamiento en sistema de los diversos tipos de información (funcionalmente hablando).

Tradicionalmente se ha hablado de varios tipos de memoria dependiendo de la clase de información que cada una de ellas almacene. Habitualmente se habla de la memoria episódica, procedimental, semántica; otros hacen alusión a la memoria dependiendo de la modalidad sensorial del estímulo que inicialmente se codifica y desde ahí se habla de memoria verbal, no verbal, auditiva. También se puede clasificar según el tiempo en el que la información es almacenada o como lo mencionan Rosselli (1991) y Allegri (2008), clasificarla según sus niveles; es así que se habla de memoria sensorial, memoria inmediata, memoria a corto plazo, memoria a largo plazo. Para los fines de este texto, se entenderá la memoria como sistema y se busca que el lector conozca la clasificación de la misma según tres posibilidades, tal y como lo muestra la figura 1.

Por otro lado, desde la neuropsicología y para el estudio de la memoria, se ha constatado la presencia de disociaciones. Teuber (1955) advierte que una disociación hace alusión a que por asuntos durante el desarrollo, por una lesión, por un fármaco o demás, se altera una manifestación cognitiva mientras que otra está intacta. Cada manifestación cognitiva tiene representaciones anatómicas diferentes y se afirma que la memoria se adquiere y evidencia a través de tantas modalidades sensoriales como órganos de los sentidos existen, donde se han encontrado importantes disociaciones (si el lector considera oportuno profundizar, se sugiere revisar uno de los trabajos pioneros de disociación, el de Ross, 1980).

Se habla entonces de los siguientes sistemas mnémicos:

- » Memoria Episódica y Memoria Semántica (Tulving, 1972).
- » Memoria Operativa o de Trabajo (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000)
- » Memoria Procedimental (Cohen & Squire, 1980).
- » Sistema de Representación Perceptiva (Priming-Fenómeno de facilitación) (Tulving & Schacter, 1990).

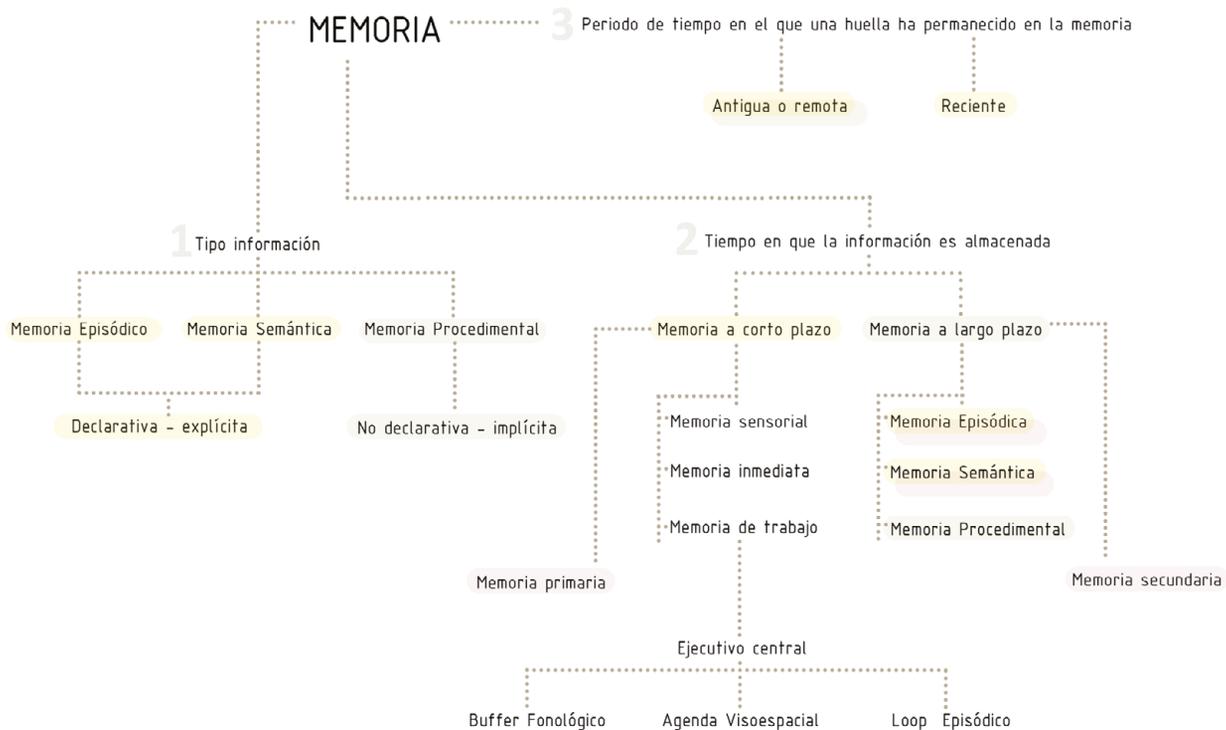


Figura 1. Clasificación de la memoria. Elaboración propia, 2017.

No obstante, como se muestra en la figura 1 y con el propósito de abordar la memoria como un sistema, se conceptualizará cada uno de estos, como hipotéticamente se considera su funcionamiento. El sistema psíquico (específicamente el archivo de cada modalidad sensorial) en un primer momento mantiene por un breve tiempo la información sensorial que ingresa al SNC, una parte de esta información es enviada al sistema de memoria a corto plazo (SMCP) y posteriormente a un SMLP (Atkinson & Shiffrin, 1968).

### **Memoria sensorial**

Atkinson & Shiffrin (1968) afirman que la información que ingresa al SNC se mantiene por unos períodos de tiempo cortos en los sistemas sensoriales y que parte de esta información sensorial es enviada al SMCP y el resto al SMLP. La memoria sensorial es el primer componente entonces del sistema de memoria. Se asume entonces, que la información sensorial se mantiene por un breve período de tiempo en el espacio específico de cada modalidad sensorial (memoria sensorial) y desde cada una de estas, se envía (proyecta) la información al sistema de memoria a corto plazo (Allegri, 2008). La información que se mantiene en cada modalidad sensorial se encuentra en un lugar periférico y marca la pauta para que se dé la memoria como proceso complejo.

### **Sistema de memoria a corto plazo**

Es la llamada memoria primaria. Retiene información por períodos cortos de tiempo, la almacena de manera temporaria y pasiva y su duración es limitada en el tiempo. Es altamente sensible a la interferencia y tiene especialización hemisférica (procesa información verbal, reproducción de secuencias visoespaciales). Se ha considerado la memoria sensorial como un sistema que antecede al SMCP (aunque es válido asumirla como un tipo de memoria a corto plazo) y que está directamente relacionada con la codificación y el registro (como niveles de procesamiento) y cuando la información es proyectada desde la modalidad sensorial al SMCP, es almacenada de manera superficial por un período corto de tiempo hasta que la psique responda a la demanda que viene del medio (Craik & Jennings, 1992; Krakauer & Shadmehr, 2006; LaBar & Cabeza, 2006). El SMCP ha sido considerada como una **memoria inmediata** (Allegri, 2008; Squire, 2004), en tanto involucra el volumen atencional o *span* de memoria, es decir, refiere la cantidad de información que una persona puede retener por breves momentos. Específicamente, en los niños pequeños y por desarrollo neurológico, tal y como lo hemos venido planteando, se esperaría que en comparación con los más grandes, el volumen de información que pueda retener sea mucho menor y por lo tanto, requiera para su posterior almacenamiento en un SMLP, un origen del código (visual / auditivo) coherente con los logros del neurodesarrollo esperados para la edad (Navarra, Valles y Roig, 2000; Rosselli y Ardila, 2010).

### **Sistema de memoria de trabajo u operativa**

(SMT- o también llamada memoria funcional) es un tipo de memoria que se encuentra en el SMCP y amplía y perfecciona su concepto. Filogenéticamente es la más reciente y ontogenéticamente y por su estrecha relación con las áreas prefrontales, la última en desarrollarse. Mantiene y procesa la información presente en la consciencia a través de la repetición verbal, la visualización y la puesta en funcionamiento de recursos cognitivos. Realiza múltiples tareas (Baddeley, 1998); una de ellas es que tiene la capacidad de mantener en el SMCP información hasta que el sujeto dé una respuesta de acuerdo a la demanda. Además, es la encargada de traer del SMLP aquella información semántica o episódica que está siendo solicitada o demandada en un momento determinado (Baddeley, 1998; Calia, Darling, Allen, & Havelka, 2015; Olazarán-Rodríguez y Cruz-Orduña,

2007), por ello se le atribuye la capacidad de activar temporalmente determinados componentes del SMLP, es decir, activa unidades semánticas durante tareas de comprensión verbal (Scherr, Hahn, Hooper, Hatton, & Roberts, 2016).

El SMT posibilita el control de la atención (dirigir, mantener, cambiar el foco) y la modificación de estrategias de recuperación de la información (Calia et al., 2015). Baddeley & Hitch (1974) afirman que tiene la capacidad de retener información de 20 a 30'' y garantiza la conexión entre el SMLP y el SMCP, lo que facilita el desempeño de tareas cognitivas complejas como el raciocinio, aprendizaje a largo plazo, aritmética mental, entre otras. Adicionalmente, se le ha adjudicado un papel protagónico en la funcionalidad del lenguaje y su funcionamiento está en correspondencia con la maduración y desarrollo de la corteza prefrontal (Calia et al., 2015; Perlman et al., 2015).

Baddeley & Hitch (1974) y Baddeley (2000) proponen los siguientes componentes o subsistemas del SMT:

Ejecutivo Central*		
Loop fonológico*	Agenda visuoespacial*	Buffer episódico**

Fuente: elaboración propia, 2017.

Nota: \* Baddeley et al. (1974). \*\* Baddeley (2000)

- *Ejecutivo central*: es de capacidad limitada y su responsabilidad primordial es el control atencional. Interviene en actividades cotidianas que requieran atención voluntaria donde se activen mecanismos de planificación de la acción o función ejecutiva. Para que funcione no solo depende del almacenamiento de los estímulos, sino de mantener y manipular la información. Es el que dirige y controla el trabajo realizado por el *loop fonológico*, la *agenda visuoespacial* y el *buffer episódico*.
- *Bucle o Loop fonológico*: es un espacio de memoria de trabajo en el que la información verbal es temporalmente mantenida antes y durante la aplicación de procedimientos, estrategias y análisis (Calia et al., 2015), lo que indica que mantiene en un SMCP la información verbal. Tiene 2 componentes:
  - » *Almacenador fonológico*: sistema de capacidad limitada que retiene por 2'' información fonológica que viene de alguna modalidad sensorial.
  - » *Ensayo subvocal*: reintroduce las representaciones en el almacén fonológico (tiempo). Codifica fonológicamente el material representado de forma no auditiva.
- *Agenda visuoespacial*: es el componente menos estudiado. Se encarga de registrar información de naturaleza visual y espacial, manteniéndola codificada de manera temporaria. Es un sistema activo que involucra retención temporal, manipulación y recombinación de elementos de la información proveniente del ambiente y de la experiencia previa (Calia et al., 2015). Posee dos componentes distintos. Visual:

apariciencia visual de un objeto o escena, color, forma, tamaño, localización de los objetos en un punto estático. Espacial: secuencia de movimientos para *moverse o mover* algo de un sitio a otro y procesos de cambio perceptivo.

- *Buffer episódico*: mantiene información temporaria multimodal (integra información de varios orígenes en una única estructura compleja). Tiene una capacidad limitada. No solo activa informaciones existentes en el SMLP, sino que es un espacio de modulación mental que permite establecer representaciones para orientar sobre acciones futuras. Este buffer ha sido relacionado de manera directa con las áreas prefrontales y su funcionamiento dependerá de la maduración de dichas regiones (Baddeley, 2000; Perlman et al., 2015; Pineda, 2010; Rosselli y Matute, 2008).

### **Sistema de memoria a largo plazo**

En el SMLP se encuentra la información procesada y almacenada y la misma permanece a disposición para ser evocada. Es el registro permanente de experiencias, conocimientos y habilidades. El tiempo que la información es almacenada es ilimitado, así como la capacidad en términos de cantidad. Es resistente a la interferencia, tiene especialización hemisférica y constituye el almacén o archivo de conservación definitiva de la información. Adicionalmente, la información consolidada (huella mnémica) se traslada con la ayuda del SMT al SMCP para ser utilizada.

Hacen parte del SMLP, el sistema de representación perceptiva (SRP), el sistema de memoria episódica (SME), el sistema de memoria semántica (SMS) y el sistema de memoria procedimental (SMP).

### **Sistema de representación perceptiva (SRP)**

Tulving, Hayman & Macdonald (1991) proponen el SRP como uno de los sistemas a considerarse en el funcionamiento de la memoria y el sistema responsable del fenómeno de la facilitación (priming). Es un sistema de memoria que se encuentra en el SMLP. Esencialmente el SRP facilita la detección rápida de situaciones nuevas y hace que el sujeto reaccione frente a los cambios sin que sea consciente de estar realizando un acto de evocación. Tiene ciertas propiedades o características para el procesamiento de la información. Es resistente al deterioro y olvido, su aprendizaje es automático (no genera desgaste o esfuerzo cognitivo), es independiente del nivel de procesamiento y se ve influenciado por aspectos perceptivos. El SRP tiene dos subsistemas o modalidades, la auditiva que hace alusión a la forma auditiva de las palabras; y la visual que hace alusión a la forma visual de las palabras y las caras (Ruiz-Vargas, 2000; Shacter, 1989). Es así, que a partir de tareas como la presentación de dos listas de palabras o imágenes, en momentos diferentes, el sujeto termina reconociendo palabras de una primera lista, tras la presentación de la segunda, lo que Ruiz-Vargas (2000) enuncia como *reconocimiento convencional*; y en otro momento, se presentan las palabras de manera

visual (degradadas o completamiento de palabras), fenómeno de facilitación que no logra diferenciar a sujetos sanos de los que tienen problemáticas de memoria, solo los resultados son diferentes en la fase de reconocimiento visual, mostrando peores ejecuciones los sujetos con patología de la memoria.

### **Sistema de memoria episódica**

Filogenéticamente es el sistema de adquisición más reciente dentro del SMLP. En esencia almacena información autobiográfica, es decir, experiencias o acontecimientos vividos de manera personal, cuya información está relacionada con el contexto extra e intrapersonal, y está inevitablemente vinculada a la vivencia subjetiva del tiempo y del espacio (Allegrí, 2008; Olazarán-Rodríguez y Cruz-Orduña, 2007; Tulving, 1986; Tulving, 1993; Tulving, 1995) o es la que implica un código temporal y espacial, tal y como lo enuncian Rosselli et al. (2010).

Por su parte, la memoria autobiográfica se considera diferente a la memoria episódica (Brewer, 1986; Manzanero, 2008). Se hace una distinción de componentes episódicos (recuerdo de hechos específicos situados en el tiempo) y semánticos (reagrupa conocimientos generales de eventos sin acceso al contexto particular del aprendizaje), y aunque almacena información personal, no lo hace en forma de imágenes.

Se resalta además que autores como Johnson, Hashtoudi, & Lindsay (1993) y Wheeler, Stuss, & Tulving (1997) afirman la existencia de otros tipos de memoria episódica. Una que se encuentra directamente relacionada con el funcionamiento frontal (Nosarti & Froudish-Walsh, 2016) y de aparición tardía (ontogenéticamente hablando) denominada **memoria fuente** (del inglés: *source memory*), la cual se relaciona con el *dónde* y *cuándo* sucedió un evento. Esta memoria fuente es de tres tipos: interna, externa o interna-externa. Es así que cuando se posibilita que la persona juzgue si realmente realizó o imaginó hacer una acción, se está haciendo alusión a la memoria fuente interna, pero cuando juzga quién realizó una acción será una memoria fuente externa y finalmente cuando juzga si es ella misma u otra persona quien realiza una acción, ello depende de la memoria fuente interna-externa o yo-otro. El desarrollo de la memoria fuente está entonces estrechamente relacionado con la maduración del lóbulo frontal (Spreen et al., 1995), por lo tanto y de acuerdo al tiempo de desarrollo de dichas áreas, es de esperarse que un niño de 5 años de edad tenga una capacidad más reducida de recobro que la adquirida a edades más avanzadas (Cycowicz, 2000; Pineda, 2010; Rosselli et al., 2010).

El otro tipo de memoria episódica afirmado por Johnson et al. (1993) y Wheeler et al. (1997) es la **memoria de contenido**, que hace alusión a la capacidad que se tiene para reconocer la cara de una persona. Esta memoria estaría más vinculada a las regiones mediales del lóbulo temporal. Con relación a ambas memorias episódicas, Cycowicz et al. (2000) afirman que existe una diferencia importante entre niños y adultos con relación a la capacidad de estos dos tipos de memoria. Es bien sabido que el desarrollo de las memorias explícitas está directamente explicado por la maduración de las regiones temporales, especialmente del

hipocampo (Wixted & Squire, 2004), las cuales inician su evolución finalizando el primer trimestre de gestación y lo culminan varios años después de nacido el niño, constituyendo una de las estructuras más lentas en desarrollarse (Spren et al., 1995).

### **Sistema de memoria semántica**

El SMS almacena conocimientos y creencias generales acerca del mundo y de uno mismo. Ha sido denominada como la enciclopedia mental (Olazarán-Rodríguez y Cruz-Orduña, 2007). Está desvinculada del contexto de adquisición y almacena los conocimientos conceptuales, todos aquellos que no se relacionan a ME específicas. Tiene acceso a la consciencia (recorridos, ubicación de lugares en el barrio, conocimiento del significado de las palabras y conceptos, permite la comunicación, la utilización de objetos, reconocimiento de alimentos, reacción a estímulos ambientales). Es el sistema de memoria que posibilita ver un funcionamiento de forma adecuada del mundo (Tulving, 1972; Tulving, 1986).

### **Sistema de memoria procedural o procedimental**

Cohen & Squire (1980) han sido los precursores para establecer la existencia del SMP y afirman que es un sistema de representación en relación a cómo hacer algo, la persona no tiene acceso a dicha información, de ahí que sea un sistema de memoria implícito, no declarativo. Es filogenéticamente más antiguo que el declarativo, su función es el aprendizaje de habilidades motoras y perceptivas. Tiene una capacidad alta de recuperación después de una práctica de aprendizaje de una tarea procedural.

Se adquiere gradualmente a lo largo de diversas experiencias y está fuertemente conectado a situaciones de adquisición original, por ello es inflexible y poco accesible a otros sistemas. Las manifestaciones de aquella información procedimental se evidencian desde los actos reflejos simples, atravesando por actos motores más refinados como la marcha y los gestos, hasta la adquisición de habilidades cognitivo-motoras complejas como interpretaciones musicales, conducción de carros u otros medios de transporte, la escritura en un ordenador, entre el aprendizaje de otras habilidades (Allegri, 2008; Ruiz-Vargas, 2000; Squire, 2004). Normalmente la información procedural se adquiere a través de hábitos, preactivación, condicionamiento clásico simple y aprendizaje no asociativo. De todos los sistemas de memoria, el SMP es el último en deteriorarse en personas con cuadros neurodegenerativos y amnesias (Allegri, 2008; Olazarán-Rodríguez y Cruz-Orduña, 2007).

---

## Desarrollo de los sistemas de memoria

---

Con relación al desarrollo de los sistemas de memoria, Olazarán-Rodríguez y Cruz-Orduña (2007) afirman que el desarrollo del SRP se da conforme se avanza en el ciclo evolutivo y es la base para que se den los demás sistemas. Es evidente entonces como el estímulo visual deja de ser necesario para que el niño realice un acto motor, el cual resulta ser espontáneo durante el primer año de vida (va perdiendo su carácter de espontaneidad, en la medida que va avanzando en el ciclo vital), desdibujándose paulatinamente y apareciendo conductas en respuesta a un estímulo verbal. A partir de estos primeros avances de la manifestación de la memoria, específicamente del SRP (que constituye un sistema de memoria no declarativo, implícito), se forman los nuevos sistemas, un desarrollo que se da de manera paralela. Entonces pues, el desarrollo de una percepción visual (SRP- hacia los 10 meses de vida), posibilita la aparición de un acto motor (SMP), por lo tanto, el desarrollo inicial de las percepciones y actos motores son interdependientes. Sobre estas primeras percepciones, el niño va construyendo un significado (SMS). Con esto de base y un desarrollo del lenguaje, alrededor de los 3 años de vida empieza a tener la capacidad de evocar experiencias vividas (SME) (Nosarti & Froudish-Walsh, 2016; Perlman, et al., 2015). Fuster, Bodner & Kroger (2000) precisan desde el modelo de desarrollo cognitivo que plantean, que la evolución en paralelo de los diferentes sistemas de memoria sigue a lo largo de la vida de los sujetos y sobre los sistemas de adquisición más primitivos, se van desarrollando los sistemas de memoria más reciente.

Si bien se nace con una memoria genética (aquella que posibilita que el neonato se retire ante un estímulo doloroso, la succión frente al hambre, etc.), la interacción bidireccional y transaccional del sujeto con el entorno es lo que posibilita el desarrollo (Toro y Ezpeleta, 2015) de los sistemas de memoria (Olazarán-Rodríguez y Cruz-Orduña, 2007), un desarrollo que corresponde a la maduración cerebral, pues esta última se va dando en la medida en que las características propias de un sujeto empiezan a tener una interacción con el medio (Rosselli y Ardila, 2010). Específicamente, la capacidad en el SMT depende primero de la maduración y desarrollo de los sistemas fronto-parietales, lo que implica lo dorsolateral, dorsomedial y ventromedial de la corteza prefrontal como las porciones mediales y laterales de la corteza parietal (Nosarti & Froudish-Walsh, 2016).

Coherente con lo anterior y precisando las características que van teniendo lugar para evidenciar los avances en el desarrollo de la memoria, Bermejo (1998) enuncia cuatro componentes del desarrollo de la memoria, los cuales van manifestándose en relación con la maduración cerebral.

### **Capacidad funcional**

Son los recursos de procesamiento totales de los que dispone un sujeto; es decir, es el espacio de almacenamiento y operativo, es la cantidad de espacio que posee una persona para almacenar información y la cantidad de espacio para ejecutar operaciones intelectuales. A medida que se va creciendo, va aumentando la amplitud

de la memoria, la velocidad o eficiencia operacional. Esta afirmación de Bermejo (1998), resulta contraria al trabajo propuesto por Spreen et al. (1995), quienes asumen, como bien se ha reiterado a lo largo del escrito, que la capacidad de memoria se relaciona más con el cambio de estrategias, que con el volumen de la memoria. No obstante, es de precisar que la cantidad de información que un niño tenga la capacidad de almacenar o de mantener en un SMCP para posteriormente almacenarla, requiere de logros en la maduración cerebral, lo que supone un aumento en las conexiones neuronales (Carlson, 1995).

### **Desarrollo de estrategias memorísticas**

Son conductas apropiadas para aumentar los niveles de eficiencia en la ejecución de una tarea. Son procedimientos específicos que propenden a facilitar el recuerdo, determinan el contenido y el orden de ejecución de la codificación, el almacenamiento, la búsqueda y recuperación de la información. Es indiscutible la importancia de la maduración de la corteza prefrontal para que el niño desarrolle estrategias memorísticas refinadas (Cycowicz, 2000; Rosselli et al., 2010), y es solo a partir de los 5 años de edad cuando los niños empiezan a utilizar estrategias de almacenamiento simples. Con el paso del tiempo se manifiestan estrategias más sofisticadas como la repetición activa y la organización (Bermejo, 1998; Rosselli, 1991), ello coherente con la maduración de las regiones prefrontales (Carlson, 1995; Cycowicz, 2000; Martínez-Mendoza, 2015).

### **El conocimiento base**

Incluye el conocimiento declarativo, de estrategias y el metacognitivo. Es de destacar que el grado de asociación entre los elementos tiende a ser más débil e idiosincrásico en los niños más jóvenes y la naturaleza de los agrupamientos suele ser de índole perceptiva, mientras que en los niños mayores este proceso se suele dar de manera más compleja, más si se tiene en cuenta que los procesos de mielinización están mucho más avanzados en esta población. Esto indica que se requiere de procesos de maduración cerebral en regiones prefrontales, pues si bien los avances en el conocimiento base van incrementándose conforme se adelanta la etapa infantil, se requiere como lo expresaría Piaget (1954), mínimamente el desarrollo de la constancia de las relaciones cuantitativas y la capacidad de clasificación (operaciones concretas) para que el componente de conocimiento base esté presente; no obstante, y aunque el mismo no aparece en un momento determinado, sino que es el producto de un proceso de desarrollo, las conductas más elaboradas que indicarían un desarrollo importante del conocimiento base, estarían ubicándose alrededor de los 12 años y hasta la adolescencia o vida adulta, tiempo en que se considera continúan los desarrollos neurológicos de la corteza prefrontal (Rosselli et al., 2010).

## La metamemoria

Hace referencia al conocimiento que tienen los sujetos acerca de sus propios procesos y productos de memoria. Implica la planificación, el control y la evaluación del rendimiento propio en tareas de memoria (Bermejo, 1998; Dixon, 1989; Ruiz-Vargas, 2011; Sierra-Fitzgerald, 2010). La edad es la variable demográfica que más ha sido estudiada con relación a la metamemoria y no necesariamente porque sea la variable de mayor influencia en ella, pero sí se considera la que más se relaciona. Cavanaugh, Feldman, & Hertzog (1998) y Troyer & Rich (2002), han encontrado que la edad se relaciona con el funcionamiento de la memoria en la medida en que a mayor edad, existen efectos negativos del funcionamiento de la memoria y ello posibilita que aparezca una baja autoeficacia de la memoria, la cual es la que permite la manifestación de comportamientos que evidencian el uso de estrategias inadecuadas para almacenar, organizar y evocar información, contrario a los hallazgos de West, Welch, & Knabb (2002), quienes encontraron bajas correlaciones entre la autoeficacia y ejecución en tareas de memoria en personas de diferentes edades.

Pannu & Kaszniak (2005) afirman que el control y monitoreo como componentes claves en la metamemoria se relacionan directamente con las regiones prefrontales; y las personas que tengan problemas en la función ejecutiva, serán personas con problemas de metamemoria. Lo anterior necesariamente lleva a considerar que la adquisición y logros de metamemoria estarán relacionados con la maduración y el desarrollo de las áreas prefrontales y si bien aspectos como el control atencional, la planeación y la flexibilidad cognoscitiva (Rosselli y Matute, 2008) hacen parte de la función ejecutiva, también son los responsables de la metamemoria, por ello no se puede asumir una capacidad de metamemoria si no ha existido un desarrollo de dichos componentes.

*El control atencional*, por su parte, está relacionado con la atención selectiva y mantenida, con la capacidad de inhibir conductas irrelevantes y automáticas, pero en especial con la capacidad de mantener activo el SMT para localizar la información requerida. Tal y como se describió previamente, el SMT va mejorando a lo largo de la infancia, cuya condición se relacionaría con el desarrollo del control atencional, el cual se logra de los 6 a los 7 años de edad (Rosselli y Matute, 2008), pero solo de los 9 a los 12 años se alcanza el desarrollo del control inhibitorio.

De Luca et al. (2003), Rosselli y Matute (2008) y Pineda (2010), afirman que la *planeación* o capacidad para organizar actividades o eventos y así llegar a una meta establecida (otro componente importante de la metamemoria, pero que también constituye un elemento de la función ejecutiva), inicia a los 3 años de edad con conductas de planeación simples, a los 5-8 años los niños muestran mayor habilidad para solucionar problemas, a los 7-11 años el plan de acción se evidencia más organizado y eficaz, de los 9-10 /16, los logros adquiridos en la planeación decremantan, se reduce la velocidad, es como si se tuviera una regresión, pero ello indica la presencia de cambios en las estrategias cognoscitivas.

Con relación al desarrollo de la habilidad para cambiar de estrategia o la llamada *flexibilidad cognoscitiva*, Espy (1997), Zelazo & Frye (1998) y Rosselli et al. (2008), han encontrado que de los 3 a los 5 años de edad se empiezan a evidenciar conductas de flexibilidad cognoscitiva, aunque hasta los 7 años de edad se pueden presentar problemas si las reglas son modificadas (las personas muestran conductas de perseveración). En los niños más pequeños y según lo afirma la teoría conocida como *del Control y la Complejidad Cognitiva*, el niño tendrá la capacidad de mantener en la mente una sola regla o instrucción y de los 8-10 años se evidencian conductas coherentes con el desarrollo de la flexibilidad cognoscitiva. El desarrollo de este componente requiere el análisis de las consecuencias de la conducta y aprendizaje de los errores.

En conclusión, enunciar perspectivas de desarrollo con relación a los sistemas de memoria, lleva a precisar que son muchas las regiones cerebrales involucradas en el funcionamiento de dichos sistemas. El trabajo mancomunado de cada una de las regiones cerebrales para que sea posible que se dé la conducta humana, de manera particular, la memoria, se relaciona con la maduración y desarrollo de la atención y la función ejecutiva, lo que implica que difícilmente haya una aparición en la maduración de los diferentes funcionamientos cognoscitivos de manera aislada e independiente. La maduración del SNC (reconociendo que este desarrollo se debe a la relación bidireccional y transaccional del paquete individual con el contexto), en especial la mielinización, sinaptogénesis, arborización, el número y calidad de las conexiones neuronales, la mayor producción de sustancia blanca, alistan al sistema psíquico para el desarrollo, lo que implica evidenciar a través de la conducta del niño, funcionamientos cada vez más refinados en los sistemas y procesos de memoria. Es así que se precisa que es el desarrollo y la maduración cerebral la que va definiendo los alcances en el tipo y la cantidad de información que un niño sea capaz de almacenar y posteriormente evocar, así como el desarrollo de estrategias mnésicas, las cuales finalmente terminan dependiendo del desarrollo de las áreas prefrontales.

---

## Referencias

---

- Allegri, R. F. (2008). Neuroanatomía funcional de la memoria. En E. Labos, A. Slachevsky, P. Fuentes y F. Manes (Eds.), *Tratado de Neuropsicología clínica* (pp. 261-263). Argentina: Akadia Editorial.
- Ardila, A., Montañes, P. y Rosselli, M. (1987). *La memoria. Principios neuropsicológicos*. Bogotá: Prensa creativa.
- Ardila, A. y Rosselli, M. (2007). *Neuropsicología clínica*. México: Manual Moderno.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Volume 2, pp. 89–195). New York: Academic Press.

- Baddeley, A. (1998). *Memoria humana*. España: McGraw-Hill.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.
- Bermejo, V. (1998). *Desarrollo cognitivo* (1ª ed.). Madrid: Síntesis.
- Brewer, W. F. (1986). What is autobiographical memory? In D. C. Rubin (Ed.), *Autobiographical memory* (pp. 25-49). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Broadbent, D. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- Calia, C., Darling, S., Allen, R. J., & Havelka, J. (2015). Visuospatial Bootstrapping: Aging and the Facilitation of Verbal Memory by Spatial Displays. *Archives of Scientific Psychology*, 3, 74-81. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/arc0000019>
- Carlson, N. R. (1995). *Physiological psychology*. New York EUA: Allyn & Bacon.
- Cavanaugh, J. C., Feldman, J. M., & Hertzog, C. (1998). Memory beliefs as social cognition: a reconceptualization of what memory questionnaires assess. *Review of General Psychology*, 2(1), 48-65.
- Cohen, N. J., & Squire, L. R. (1980). Preserved learning and retention of pattern analyzing skill in amnesia: Dissociation of knowing how and knowing that. *Science*, 210, 207–209.
- Cycowicz, Y. (2000). Memory development and event-related brain potentials in children. *Biological psychology*, 54, 145-74.
- Craik, F., & Jennings, J. M. (1992). Human Memory. En F. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 51-110). Hillsdale: Erlbaum.
- Craik, F., & Lockhart, R. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- Darby, K. P., & Sloutsky, V. M. (2016). The Cost of Learning: Interference Effects in Memory Development. *Journal Experimental Psychology General*, 144(2), 410–431. doi:10.1037/xge0000051.

- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70, 80–90. doi:10.1037/h0039515
- De Luca, C. R., Wood, S. J., Anderson, V., Buchanan, J., Proffitt, T. M., Mahony, K., & Pantelis, C. (2003). Normative data from the Cantab: Development of executive function over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 242-254.
- Dixon, R. A. (1989). Questionnaire research on metamemory and aging: Issues of structure and function. In L. W. Poon, D. C. Rubbin & B. A. Wilson (Eds.), *Everyday cognition in adulthood and late life* (pp. 394-415). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Espy, K. (1997). The shape school: Assessing executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 13, 495-499.
- Feigenbaum, E. A. (1970). Information processing and Memory. En D. A. Norman (Ed.), *Models of human Memory* (pp. 451-468). New York: Academic Press.
- Fuster, J. M. (1995). *Memory in the Cerebral Cortex—An Empirical Approach to Neural Networks in the Human and Nonhuman Primate*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fuster, J. M., Bodner, M., & Kroger, J. (2000). Cross-modal and cross-temporal association in neurons of frontal cortex. *Nature*, 405, 347–351.
- Hebb, D. (1949). *The organization of behavior*. New York EUA: Oxford University press.
- Johnson, M. K., Hashtoudi, S., & Lindsay, D. S. (1993). Source monitoring. *Psychological Bulletin*, 114, 3–28. doi: 10.1037/ 0033-2909.114.1.3.
- Krakauer, J. W., & Shadmehr, R. (2006). Consolidation of motor memory. *Trends in Neurosciences*, 29, 58-64.
- LaBar, K. S., & Cabeza, R. (January, 2006). Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 54-64. doi:10.1038/nrn1825
- Laberge, S., Cruikshank, W. W., & Beer, D. J. (1996). Center D M: Secretion of IL-16 (lymphocyte chemoattractant factor) from serotonin-stimulated CD8+ T cells in vitro. *Journal Immunol*, 156, 310-315.
- Labos, E. (2008). Evaluación de la memoria en neuropsicología. En E. Labos, A. Slachevsky, P. Fuentes y F. Manes (Eds.), *Tratado de Neuropsicología clínica* (pp. 267-274). Argentina: Akadia Editorial.

- Luria, A. R. (1966). *Human Brain and Psychological Processes*. New York: Harper & Row.
- Luria, A. R. (1973). *The working brain*. London: Penguin press.
- Luria, A. R. (1982). *Introducción evolucionista a la psicología*. Barcelona: Fontanella.
- Luria, A. R. (1984). *Conciencia y lenguaje*. Madrid: Ed. Visor.
- Manzanero, A. L. (2008). La memoria autobiográfica. En A. L. Manzanero (Ed.), *Psicología del Testimonio* (pp. 91-101). Madrid: Ed. Pirámide.
- Martínez-Mendoza, F. (2015). *Neurociencias y educación inicial*. Córdoba-Argentina: Editorial Brujas.
- Mesulam, M. M. (1985). *Principles of Behavioral Neurology*. Philadelphia: F.A Davis.
- Mesulam, M. M. (Noviembre-diciembre, 1987). Involuntal and developmental implications of age-related neuronal changes: in search of an engram for wisdom. *Neurobiol Aging*, 8(6), 581-3.
- Mirsky, A. F. (1996). Disorders of attention: A neuropsychological perspective. In G. R. Lyon & N. A. Krasengor (Eds.), *Attention, memory, and executive function* (pp. 71-93). Baltimore: Brookes.
- Mirsky, A. F., Anthony, B. J., Duncan, C. C., Ahern, M. B., & Kellam, S. G. (1991). Analysis of the elements of attention: a neuropsychological approach. *Neuropsychology Review*, 2, 109-145.
- Navarra, J., Valles, E. y Roig, J. (2000). Lateralidad cruzada y rendimiento escolar. *Doyma*, 7(5), 275-282.
- Nitrini, R., Caramelli, P., Herrera, E., Sellitto-Porto, C., Charchat-Fichman, H., Carthery-Goulart, M. T., Tadao Takada, L., & Pereira-Lima, E. (2004). Performance of illiterate and literate nondemented elderly subjects in two tests of long-term memory. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10, 634-638.
- Norman, D. A. (1968). Towards a theory of memory and attention. *Psychological Review*, 75, 522-536. doi:10.1037/h0026699
- Nosarti, C., & Froudish-Walsh, S. (2016). Alterations in development of hippocampal and cortical memory mechanisms following very preterm birth. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58(4), 35-45.
- Olazarán-Rodríguez, J. y Cruz-Orduña, I. (2007). Memoria y amnesias. En J. Peña-Casanova (Ed.), *Neurología de la conducta y neuropsicología* (pp. 295-316). Madrid: Ed. Panamericana.

- Pannu, J. K., & Kaszniak, A. W. (2005). Metamemory experiments in neurological populations: a review. *Neuropsychology Review*, 15(3), 105-130.
- Parkin, A. J. (1997). *Memory and amnesia: an introduction* (2ª ed.). Oxford: Blackwell.
- Perea Bartolomé, M. V., Ladera Fernández, V. y Echeandía Ajamil, C. (2001). *Neuropsicología. Libro de Trabajo* (2ª ed). Salamanca: Amarú.
- Perlman, S. B., Huppert, T. J., & Luna, B. (2015). Functional Near-Infrared Spectroscopy Evidence for Development of Prefrontal Engagement in Working Memory in Early Through Middle Childhood. *Cerebral Cortex*, 26, 2790–2799. doi: 10.1093/cercor/bhv139.
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. Oxford: Basic.
- Pineda, D. A. (2010). La función ejecutiva y sus trastornos. *Revista de Neurología*, 30(8), 764-768.
- Rains, G. D. (2004). *Principios de neuropsicología humana*. México: McGraw-Hill.
- Reitman, W. (1970). What does it take to remember? In D. A. Norman (Ed), *Models of human Memory* (pp. 470-509). New York: Academic Press.
- Rosselli, M. (1991). Evaluación de la memoria. En D. A. Pineda y A. Ardila (Eds.), *Neuropsicología. Evaluación clínica y psicometría* (Vol. 1, pp. 57-68). Medellín: Prensa Creativa.
- Rosselli, M. y Ardila, A. (2010). Desarrollo de la asimetría cerebral. En M. Rosselli, E. Matute y A. Ardila (Eds.), *Neuropsicología del desarrollo infantil* (pp. 47-66). México: Manual Moderno.
- Rosselli, M., Jurado, M. B. y Matute, E. (Abril, 2008). Las funciones ejecutivas a través de la vida. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), pp. 23-46.
- Rosselli, M., Matute, E. y Ardila, A. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. México: Manual Moderno.
- Rosselli, M. y Matute, E. (2008). Desarrollo cognoscitivo y maduración cerebral: una perspectiva neuropsicológica. En E. Matute y S. Guajardo (Eds.), *Tendencias actuales de las neurociencias cognitivas* (pp. 109-130). Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.
- Rosenfield, I. (1988). *The invention of memory: A new view of the brain*. New York EUA: Basic Books.

- Ross, E. D. (1980). Sensory-specific and fractional disorders of recent memory in man. I. Isolated loss of visual recent memory. *Arch Neurol*, 37, 193-200.
- Ruiz-Vargas, J. M. (2000). La organización neurocognitiva de la memoria. *Anthropos*, (189-190), 73-101.
- Ruiz-Vargas, J. M. (2011). Memoria y metamemoria durante la amnesia global transitoria: estudio comparativo sobre su evolución a largo plazo. *Revista de neurología*, 53(1), 15-21.
- Sierra-Fitzgerald, O. (Enero-Abril, 2010). Memoria y metamemoria: relaciones funcionales y estabilidad de las mismas. *Univ. Psychol*, 9(1), 213-227.
- Scherr, J. F., Hahn, L. J., Hooper, S. R., Hatton, D., & Roberts, J. E. (2016). HPA axis function predicts development of working memory in boys with FXS. *Brain and cognition*, 102, 80-90. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bandc.2015.12.002>
- Shacter, D. L. (1989). Memory. In M. I. Posner (Ed.), *Foundations of cognitive science* (pp. 683-725). Cambridge: The MIT Press. y desarrollo neurolójecutivas, tesara el almacenamamientoicacionles sobre aquellos estumulose los avances en el desarrollo
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiol Learn Mem.*, 82(3), 171-7.
- Shiffrin, R. M. (1970). Memory search. En D.A. Norman (Ed), *Models of human Memory* (pp. 375-447). New York: Academic Press.
- Spreen, O., Riesser, A., & Edgell, D. (1995). *Developmental neuropsychology*. Nueva York, EUA: Oxford University Press.
- Teuber, H. L. (1955). Physiological psychology. *Ann Rev Psychol.*, 6, 67-96.
- Toro, J. y Ezpeleta, L. (2015). La psicopatología del desarrollo. En L. Ezpeleta y J. Toro (Eds.), *Psicopatología del desarrollo* (pp. 33-51). España: Ediciones Pirámide.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory* (pp. 382-402). New York and London: Academic Press.

- Tulving, E. (1986). What kind of a hypothesis is the distinction between episodic and semantic memory? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 307-11.
- Tulving, E. (1993). What is episodic memory? *Current Perspectives in Psychological Science*, 2, 67-70.
- Tulving, E. (1995). Organization of memory: quo vadis? In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences* (pp. 839-847). Cambridge: MIT Press.
- Tulving, E., Hayman, C.A.G., & Macdonald, C.A. (1991). Long-lasting perceptual priming and semantic learning in amnesia. A case experimental. *Journal of experimental psychology: learning, memory and cognition*, 17, 595-617.
- Tulving, E., & Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301-306.
- Treisman, A. M. (1969). Strategies and models of selective attention. *Psychological Review*, 76(3), 282-299. doi:10.1037/h0027242
- Troyer, A. K., & Rich, J. B. (2002). Psychometric properties of a new metamemory questionnaire for older adults. *The Journals of Gerontology*, 57, 19-27.
- West, R. L., Welch, D. C., & Knabb, P. D. (2002). Gender and aging: spatial self-efficacy and location recall. *Basic and Applied Social Psychology*, 24, 71-80.
- Wixted, J., & Squire, L. (2004). Recall and recognition are equally impaired in patients with selective hippocampal damage. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 4, 58-66.
- Wheeler, M., Stuss, D., & Tulving, E. (1997). Towards a theory of episodic memory: The frontal lobes and autoegetic consciousness. *Psychological Bulletin*, 121, 331-354. doi:10.1037/00332909.121.3.331.
- Zelazo, P. D., & Frye, D. (1998). Cognitive complexity and control: II. The development of executive function. *Current directions in Psychological Science*, 7, 121-126.