



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
División de Ciencias Biológicas  
Departamento de Ciencias Ambientales

## INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

**Desarrollo de distintos tipos de memoria en varones  
de 8 a 15 años**

Tesis

que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO  
(ORIENTACIÓN NEUROCIENCIA)**

presenta

**Susana Citlaly Flores Pérez Coeto**

Comité tutorial

**Dra. Araceli Sanz Martin (Directora)**

Dra. Olga Inozemtseva

Dr. Daniel Zarabozo Enríques de Rivera

Dra. Fabiola Reveca Gómez Velázquez

Guadalajara, Jalisco

Enero del 2014

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
División de Ciencias Biológicas  
Departamento de Ciencias Ambientales

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

Desarrollo de distintos tipos de memoria en varones de 8 a 15 años

Susana Citlaly Flores Pérez Coeto

Directora de tesis: Dra. Araceli Sanz Martin

Comité Tutorial:

Dra. Fabiola Reveca Gómez Velázquez  
Dra. Olga Inozemtseva  
Dr. Daniel Zarabozo Enríquez de Rivera

# DEDICATORIA

Dedico con mucho cariño este trabajo a mi mamá, y a mis herman@s Vero, Wendy y Uriel por su apoyo incondicional.

También se lo quiero dedicar al nuevo miembro de mi hermosa familia Héctor Romeo por iluminar nuestras vidas desde el día que supimos que venía en camino.

# AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quiero agradecer a mi familia que tanto amo por apoyarme siempre en todas mis locuras.

De una manera muy especial, quiero agradecer a la Dra. Araceli Sanz por toda su paciencia en mis avances, su enseñanza, su apoyo y calidez humana dentro del laboratorio pero sobre todo fuera de él.

También quiero agradecer a mis sinodales la Dra. Fabi, la Dra. Olga y el Dr. Daniel por toda (y vaya que no fue poca) su ayuda en mi fortalecimiento académico, toda su paciencia y tacto para mostrarme el camino con cada tutorial.

De igual forma quiero agradecer al Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara por confiar en que mi desempeño sería óptimo para los requerimientos de la institución. Además, quiero agradecer a todos los Doctores y Doctoras que me impartieron clases por sus enseñanzas y su tolerancia; Especialmente quiero agradecer al Coordinador el Dr. Héctor Martínez y a la Lic. María del Pilar Vidaurre por todo el apoyo que me otorgaron durante el transcurso de este viaje.

Agradezco además, a CONACyT porque sin el apoyo de la beca que me otorgaron, hubiera sido sumamente difícil haber logrado realizar la maestría.

También quiero agradecer particularmente a todos los Padres de familia, Directivos y Personal encargado de las escuelas "Centro Educativo Koala", "Colegio Rudyard Kipling" y "Universidad del Valle de México (Prepa Guadalajara Norte)" ya que sin su apoyo, hubiera sido imposible realizar éste bonito proyecto y de manera muy especial, quiero agradecer a cada uno de los chico que participaron en él.

Estoy muy agradecida también con Monse e Ibeth, por su apoyo incondicional en el trayecto que recorrimos juntas, a Ron, América y Daniel por apoyarme en la revisión del trabajo, pero de manera muy especial les quiero agradecer a todos en el laboratorio, por hacer que mis días más pesados se volvieran mucho más leves.

Quiero extender mis agradecimientos de modo particular a Noemí Magaña, Elisa Mateos, Alejandro Lemus, Gina Pérez Coeto, Carmelita Barragán, Vero Vázquez, Leo Torres, Lupita Martínez, Ana Ma. García, Rodrigo Mondragón, mis tí@s, amig@s, y a todas las personas que me apoyaron moral, económica y/o físicamente en el transcurso de ésta maravillosa aventura llamada maestría.

GRACIAS A TOD @S POR CREER QUE ESTO PODIA FUNCIONAR

## RESUMEN

La memoria es el proceso encargado de codificar, almacenar y recuperar toda clase de información que adquirimos a lo largo de la vida. La supervisión y control de este proceso es efectuado por la metamemoria, la cual permite además, estimar las propias capacidades de memoria. Se ha sugerido que la memoria no es un proceso único, sino un conjunto de subprocesos que dependen de distintos sistemas cerebrales. Diversos estudios han mostrado que a lo largo del desarrollo existen patrones de maduración cerebral que incluyen el incremento en la mielinización, la sinaptogénesis y la poda neuronal y sináptica. Estos cambios son regionales, y pueden dar lugar a un aumento de la especialización de ciertas áreas, así como a una mayor integración del funcionamiento de distintas regiones. Sin embargo, no todas las regiones cerebrales presentan estos cambios madurativos a la misma edad por lo que es factible que los distintos tipos de memoria muestren, en consecuencia, un desarrollo diferente.

El objetivo de la presente investigación fue caracterizar los cambios que se observan con la edad en distintos tipos de memoria (incluyendo tanto la memoria explícita como la implícita) y la capacidad de metamemoria en varones sanos de 8 a 15 años. También se analizó si hay diferencias entre las distintas edades en las estrategias con que los niños codifican la información, así como entre las distintas formas de evocación. Para esto, se invitó a participar a 80 niños y jóvenes del sexo masculino de 8 a 15 años los cuales conformaron, según su edad, cuatro grupos de 20 integrantes (8-9, 10-11, 12-13 y 14-15 años). Los distintos tipos de memoria (de trabajo, explícita, implícita, prospectiva y contextual) se evaluaron con algunas subpruebas de las baterías Neuropsi Atención y Memoria, ENI, Rivermead y Contextual Memory Test, así como las torres de Hanoi y una tarea de priming. Además, se evaluó la metamemoria y el uso espontáneo de la categorización.

Tal como se había hipotetizado, el desempeño de los niños en algunas de las tareas de memoria explícita mostró un incremento con la edad. Sin embargo, estos cambios fueron más evidentes en las tareas visuales que en las verbales, no encontrándose en la memoria visoespacial. Además, se observó un incremento en el desempeño con la edad en la memoria

prospectiva y la memoria de trabajo. En la memoria implícita no hubo diferencias entre los grupos. La relación entre la metamemoria y la ejecución de la memoria se incrementa con la edad. En las tareas de memoria explícita verbal y visual la evocación de la memoria fue mejor durante el reconocimiento que durante la evocación espontánea o por claves. Las estrategias empleadas por los niños al memorizar estímulos visuales cambiaron con la edad, puesto que los niños de 14-15 años utilizan con más frecuencia la estrategia de clasificación.

Los resultados del presente estudio sugieren que las memorias explícita e implícita siguen un curso de desarrollo distinto, pues mientras que el desempeño de la memoria implícita se estabiliza durante las edades estudiadas, la memoria explícita continúa mejorándose. Estos cambios con la edad pueden atribuirse a una mayor eficiencia de los mecanismos para inhibir información irrelevante, el desarrollo de los procesos atencionales, lingüísticos y conceptuales, el uso de estrategias cognoscitivas más efectivas y la maduración de las áreas cerebrales relacionadas con la memoria.

## ABSTRACT

Memory is the process that encodes, stores and retrieves all the different kinds of information that we acquire throughout our lifetime. Supervision and control of this process is effectuated by the metamemory, which also makes it possible to estimate the capacities of memory itself. It has been suggested that memory is not a single process, but entails a set of sub-processes that depend on different brain systems. Several studies have shown that during its development this organ shows maturation patterns that include increased myelination, synaptogenesis and neuronal and synaptic pruning. These changes are regional, and may lead to the increased specialization of certain areas, as well as greater integration of the functioning characteristic of different regions. However, not all brain regions exhibit these maturational changes at the same age; thus, it is likely that the different types of memory may display distinct patterns of development.

The aim of this research was to characterize the changes seen in different types of memory (including both explicit and implicit memories) and metamemory ability as age increases in healthy 8-15-year-old boys. In addition, we probed whether there are differences among age groups in the strategies that boys use to encode information, as well as among different kinds of evocation. To achieve this, we invited 80 boys aged 8-15 years to participate. They were assigned to four different age groups with 20 subjects each: 8-9, 10-11, 12-13 and 14-15 years. The different types of memory (working, explicit, implicit, and prospective memories) were evaluated using a selection of sub-tests from the Neuropsi Attention and Memory, ENI, Contextual Memory Test, and Rivermead batteries, as well as the towers of Hanoi task and a priming task. Finally, metamemory and the spontaneous use of categorization were evaluated.

As we had hypothesized, the performance of children on some of the explicit memory tasks improved with age. However, these changes were more evident on the visual tasks than on the verbal ones, and no differences were observed in visuospatial memory. In addition, there was an increase in performance with age in prospective memory and working memory. While no differences were detected among the groups with respect to implicit memory, the correlation between metamemory and

memory performance did increase with age. With regards to the explicit verbal and visual memory tasks, performance was better for recognition than during spontaneous or cue evocation. The strategies used by children to memorize visual stimuli were also seen to change as age increased, as the 14-15-year-olds used the classification strategy most frequently.

The results of this study suggest that explicit and implicit memory follow different courses of development, since implicit memory performance stabilizes during the ages studied, but explicit memory continues to improve. These age-related changes can be attributed to greater efficiency in the mechanisms that inhibit irrelevant information, the development of attentional, linguistic and conceptual processes, the use of more effective cognitive strategies, and the maturation of the brain areas involved in memory.



## INTRODUCCIÓN

Probablemente uno de los procesos con mayor importancia para los seres humanos es la memoria, ya que resulta indispensable para recordar constantemente la información que hemos adquirido a lo largo de la vida (nuestro nombre, en donde vivimos, etc). Para que la memoria pueda funcionar correctamente debe pasar por tres etapas: codificación, almacenamiento y recuperación.

La memoria no es un proceso único, sino un conjunto de procesos y subprocesos que dependen de distintos sistemas cerebrales. Las estructuras relacionadas con la memoria que se consideran más importantes son el lóbulo temporal medial, las estructuras diencefálicas y la corteza prefrontal, aunque no son las únicas.

A pesar de que existen diversas clasificaciones de memoria, una de las más aceptadas es la propuesta por Squire y Zola-Morgan (1983), que la dividen en -explícita- o almacenamiento y recuperación consciente de la información que involucra al hipocampo e -implícita- o conjunto de hábitos y destrezas que no requieren de un acto consciente y que no involucran al hipocampo.

La memoria, como todos los procesos cognoscitivos muestra un desarrollo, entendiendo por éste los cambios que con el tiempo se producen en el cuerpo, el pensamiento u otras conductas debidos a la interacción entre factores biológicos (herencia) y medio ambientales (experiencias).

Entre los factores biológicos implicados en el desarrollo de la memoria se encuentran los cambios madurativos en el sistema nervioso central. Estudios *post mortem* y de imagenología cerebral han mostrado que a lo largo de la niñez, la adolescencia y la adultez existen patrones de maduración cerebral que incluyen el incremento en la mielinización, la sinaptogénesis y la poda neuronal y sináptica. Estos cambios son regionales, encontrándose un pico de desarrollo en los lóbulos frontal y parietal a los 12 años, en el temporal a los 16 y en el occipital a los 20 (Giedd et al., 1999; Giedd, 2004). La corteza prefrontal muestra un aumento en las arborizaciones dendríticas y un proceso prolongado de mielinización que continúa hasta los 20 años. El hipocampo tiene un

aumento en la mielinización entre el nacimiento y los 57 años (Benes, 1998); tanto en esta estructura, como en la amígdala hay un aumento del volumen de la sustancia gris con la edad. Los anteriores cambios anatómicos pueden dar lugar a un aumento de la especialización de ciertas áreas, así como a una mayor integración del funcionamiento de regiones distales. Estas características en la maduración cerebral pudieran estar ligadas a un aumento en la capacidad de memoria.

Durante el desarrollo hay un aumento en la capacidad para almacenar información, así como una maduración en el uso de estrategias que facilitan tanto su almacenamiento como su recuperación, mejor conocidas como estrategias de metamemoria (Gathercole y Hitch, 1993). Sin embargo, la mayoría de los estudios al respecto se han concentrado en algún tipo específico de memoria (*i.e.* memoria verbal y memoria de trabajo) y, los pocos que han intentado evaluar de manera integral diversas modalidades de memoria con la ayuda de baterías neuropsicológicas, se han enfocado en la memoria explícita. Además, muchos de estos estudios no hacen un seguimiento sistemático de los cambios paulatinos en la memoria que ocurren a cada edad en los niños en edad escolar y adolescentes. Lo anterior hace que el conocimiento acerca del desarrollo progresivo de la memoria sea fragmentario. Además, son escasos los estudios que han explorado los cambios con el desarrollo en la metamemoria, la memoria procedural, la memoria contextual y el priming. Con estos precedentes nos hemos preguntado:

¿Cómo son los cambios madurativos que se observan de los 8 a los 15 años en los distintos tipos de memoria?

Para contestar a la pregunta anterior se desarrolló una investigación encaminada a caracterizar los cambios que se observan con la edad en distintos tipos de memoria (incluyendo tanto a la memoria explícita como a la implícita) y la capacidad de metamemoria en varones sanos de 8 a 15 años. También se analizó si hay diferencias entre las distintas edades en las estrategias con que los niños codifican la información, así como entre las distintas formas de evocación.

La importancia del presente estudio radica en el hecho de poder hacer menos fragmentaria la evidencia sobre los estudios de la memoria,

así como poder conocer cómo se dan cambios en el desarrollo cerebral para poder entender un poco más a cerca de los procesos del desarrollo.

En este escrito, hablaremos de la memoria, su proceso, los diferentes tipos de memoria, algunas de sus clasificaciones, sus bases neurales y neuroquímicas así como la forma en la que se mide. En el segundo capítulo, encontraremos diversos aspectos del desarrollo, como algunas de sus teorías, el desarrollo del sistema nervioso central, la naturaleza contra crianza y finalmente algunas investigaciones sobre el desarrollo de la memoria. En el tercer capítulo se presentarán el planteamiento del problema, los objetivos y las hipótesis, mientras que en el cuarto la metodología que incluye el diseño de la investigación, las variables, los participantes, el procedimiento que se llevó a cabo en el presente proyecto así como el análisis estadístico. En el capítulo 5 se incluyen los resultados y en el 6 y 7 la discusión y las conclusiones.

## Capítulo 1: MEMORIA

Soprano (2007) define la memoria como un conjunto de funciones vinculadas con la habilidad para registrar, elaborar, almacenar, recuperar y utilizar información.

La memoria es un aspecto central del ser humano y un proceso sorprendente. A través de ella el sistema nervioso codifica los eventos pasados, permitiendo ocasionalmente recordar conscientemente eventos del pasado distante de forma tan vívida como si hubiese ocurrido recientemente (Rains, 2002). La información almacenada en la memoria resulta fundamental para la adaptación del individuo al medio y aunque su funcionamiento no es absolutamente perfecto, cumple bastante bien con su desempeño en condiciones normales y en individuos sanos (Ballesteros, 1999).

Desde hace ya muchos años, el hombre ha tratado de explicar el proceso de la memoria. En los años 86-82 A.C. los griegos elaboraron un libro para mejorar la memoria natural (Norman, 1988). A partir de este libro, muchos estudiosos, trataron de explicar cómo se realiza este proceso o cómo poder mejorarlo.

El primer análisis sistemático de la memoria en humanos fue realizado en 1885 por el científico Hermann Ebbinghaus quien publicó el libro titulado *Über das Gedächtnis* (Sobre la memoria), en el cual describe experimentos realizados en sí mismo de procesos de recuerdo-olvido mediante series de sílabas, logrando del mismo modo, introducir por primera vez una herramienta estadística en Psicología (promedios) (Ebbinghaus, 1964).

### Procesos componentes de la memoria

Tulving (2000) describe el proceso de memoria en tres etapas: a) la **codificación** es el proceso por el cual registramos inicialmente la información de tal forma que pueda ser utilizada posteriormente; b) el **almacenamiento** es el medio mediante el cual se guarda y conserva la información y, finalmente, c) la **recuperación** permite conseguir el acceso a la información almacenada.

Una buena memoria exige por tanto, que el material informativo este bien codificado, que no se deteriore con el tiempo (e incluso se actualice) y que pueda accederse a él de una manera conveniente y en el momento deseado (Gumá, 2001).

## Clasificación de memoria

Los intentos por clasificar la memoria han sido múltiples, y por tanto, se han propuesto distintas divisiones.

### Clasificación de acuerdo a su duración

Atkinson y Shiffrin (1968) propusieron un modelo de memoria basado en el curso temporal, el cual postula tres sistemas principales. La **memoria sensorial** (milisegundos), la **memoria a corto plazo** (varios segundos) y la **memoria a largo plazo**, (puede perdurar por años).

#### *Memoria sensorial*

La memoria sensorial es un importante componente del sistema de memoria, se refiere al almacenamiento de los procesos involucrados en la percepción; se conforma principalmente por la **memoria icónica** la cual hace referencia a la memoria sensorial visual, y la **memoria ecóica** a la memoria sensorial auditiva (Baddeley 1999).

Sperling (1960) fue el primero en estudiar el fenómeno de persistencia sensorial (mediante la memoria icónica); con el objetivo de saber cuanta información puede captar la mente en exposiciones muy breves del estímulo. Para ello diseñó un experimento llamado "Paradigma del reporte parcial vs el reporte global, para averiguar si el recuerdo deficiente obedece a un problema de memoria (aunque perciban bien) o bien a un problema de percepción (ya que el estímulo percibido es muy breve, y entonces recuerdan poco porque perciben poco). Luego de mostrarles durante 50 milisegundos una serie de letras y números, a los sujetos se les pedía que recordaran algunos (informe parcial) o todos (informe global) los elementos mostrados.

Sperling vio que los recuerdos eran mejores en reportes parciales, lo cual demostraba que la memoria captaba toda la información (tenía gran

capacidad), pero luego a la hora de recordar, sólo podía recordar una parte (los recuerdos se evaporaban de ese gran almacén mnémico).

Este autor concluye que la memoria sensorial tiene tres características:

1) Capacidad ilimitada: registra fielmente todo lo que aparece en el campo visual;

2) Persistencia muy escasa: las huellas de memoria aquí almacenadas duran aproximadamente 250 milisegundos;

3) Pre categorial: la información se registra sólo a nivel de características físicas (por ejemplo la forma de la letra o el número, no su categoría, es decir, si es letra o número).

### *Memoria a corto plazo*

El término "memoria a corto plazo" es usado para referir a la memoria de eventos del pasado reciente, donde el retraso entre la presentación del material a recordar y el recordado es medido en términos de segundos y posiblemente minutos (Gathercole, 1998), a menos que la información sea repasada continuamente. Por tanto. Esta memoria es vulnerable a las distracciones (Rains, 2002).

La primera cuantificación de los límites de capacidad asociado con memoria a corto plazo fue el "The Magic Number Seven", introducido por Miller, que sugirió que la capacidad de memoria es limitada (en espacio y tiempo) y sólo puede retener  $7 \pm 2$  elementos o "chunks" (bloques) independientemente de si son números, letras, palabras u otras unidades (Miller, 1956 En: Baddeley et al., 2009).

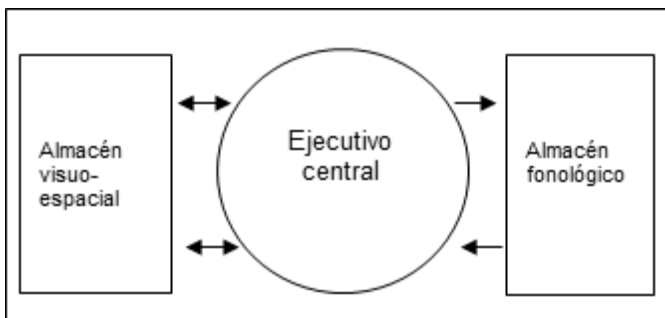
La memoria a corto plazo incluye la particular situación de mantener activamente en la atención consciente información que está siendo procesada o utilizada simultáneamente, conocida como memoria de trabajo (Gumá, 2001).

### *Memoria de trabajo*

El término de memoria de trabajo se refiere a la capacidad de procesar y almacenar simultáneamente la información necesaria para realizar tareas cognitivas complejas como comprensión, aprendizaje y razonamiento (Baddeley, 1992), es decir, que necesita mantenerse accesible mientras está siendo objeto de un procesamiento.

La memoria de trabajo es importante para regular y guiar la conducta y los procesos mentales, su contenido es temporal y cambia constantemente (Rains, 2002).

En 1974 Baddeley y Hitch propusieron un modelo de memoria operativa o de trabajo compuesto por tres componentes principales: un ejecutivo central y dos sistemas esclavos, el almacén fonológico y el almacén visuoespacial, que están especializados en el procesamiento y manipulación de cantidades limitadas de información dentro de modalidades altamente específicas. El ejecutivo central es un sistema de control atencional de capacidad limitada, que organizaría el flujo de la información en el sistema; el almacén fonológico encargado de la codificación y retención de la información verbal, y el almacén visuoespacial, encargado de la retención de la información visuoespacial (Baddeley, 1999).



**Figura1.** Representación del modelo de memoria de trabajo propuesto por Baddeley y Hitch. Un sistema de control atencional (el ejecutivo central) es soportado por dos subsistemas, uno visual y uno verbal.

(Baddeley 2000) agrega un cuarto componente del modelo, conocido como buffer episódico; este componente es un sistema esclavo, que mediante dominios, vincula la información para la formación de unidades integradas de la información visuo-espacial y verbal con el tiempo de secuenciación; por ejemplo: la memoria de una historia o una escena de la película. Este buffer también tiene vínculos con la memoria a largo plazo y el significado semántico.

El principal motivo para introducir este componente, fue la observación de que algunos de los pacientes con amnesia, que presumiblemente no tienen capacidad para codificar información en la memoria a largo plazo, tenían buen recuerdo de historias a corto plazo,

recordando mucho más información de la que podría tener en el bucle fonológico (Baddeley y Wilson, 2002).

### *Memoria a largo plazo*

Es un sistema complejo el cual almacena gran cantidad de información, de tal manera que aún no se han podido definir sus límites, manteniendo la información durante años o toda la vida (Rains, 2002). De los tres tipos de memoria mencionados anteriormente, éste es el que corresponde más estrechamente a lo que la gente comúnmente reconoce como memoria (Soprano, 2007).

### **Clasificación de acuerdo al tipo de información**

Otra clasificación de la memoria en función de la clase de información que se almacena, es la propuesta por Squire y Zola-Morgan en 1983, en la que se distinguen dos tipos de memoria; la declarativa o explícita (encargada del almacén de datos y sucesos) y la no declarativa o implícita (relacionada con el desarrollo de habilidades y otros procesos) (Tulving y Craig, 2000).

### *Memoria implícita*

También conocida como memoria no declarativa, no consciente o incidental; está caracterizada por su automatismo, es decir, que no se requiere de un acto intencional, ni para su recuerdo, ni para su adquisición. Por ello no depende de un procesamiento cognitivo o de la conciencia para poderse expresar. Generalmente se establece progresivamente mediante la repetición de sus elementos (Sandi et al., 2000). Este tipo de memoria concierne a habilidades u operaciones que pueden o no ser conscientes, son muy heterogéneas y no implican un mecanismo único. Cada vivencia es heterosensorial y no corresponde a un solo tipo de realidad sea visual, auditiva, somestésica, afectiva, espacial, verbal, etc., y el engrama correspondiente guarda el recuerdo de todas esas dimensiones evocadas a la vez (Gumá, 2001). Entre los principales tipos de memoria implícita se encuentran los siguientes:

1. **Procedimental:** conocida como “músculo de la memoria”; se repite constantemente una actividad compleja hasta hacer que todos los sistemas neuronales trabajen juntos y se automatice (Sprenger,



1999), dicho de otra forma, cuando sea necesario el recuerdo, se recuperan automáticamente y se utilizan para la ejecución de los procedimientos integrados.

2. **Priming:** es la facilitación en la ejecución de una tarea inducida por la previa exposición a los componentes de la misma. Esta facilitación tiene lugar sin que el sujeto necesariamente recuerde o reconozca tales elementos (Sandi et al., 2001) y es medida en términos de velocidad de respuesta o de precisión. Existe un priming perceptivo, basado en la forma del estímulo, es sensible a la modalidad del formato exacto de los estímulos y puede medirse empleando tareas de identificación perceptiva, y un priming semántico, basado en las características semánticas, que se mide utilizando tareas como la generación de ejemplares de una categoría (Yourcena, 2008).
3. **La habituación:** consiste en la reducción de la magnitud de una respuesta inducida por un estímulo, ante la repetición de éste, es decir, que al repetirse un estímulo se extingue la respuesta al mismo. Entre mayor sea el número de repeticiones se tendrá un efecto más prolongado, persistiendo hasta por semanas y en este caso está acompañado por algunos cambios estructurales como la disminución del número de contactos entre las neuronas del circuito sensoromotor correspondiente (Gumá, 2001).
4. **La sensibilización:** es la potenciación de una respuesta como resultado de la aplicación de un estímulo aversivo o nocivo (Sandi et al., 2001), es decir, que cuando el estímulo aversivo se repite, se confirma su carácter dañino y se responde a él con mayor intensidad cada vez, incluso se responde de la misma manera a otros estímulos que no son aversivos. Al aumentar la cantidad de ensayos también se obtiene un efecto mucho más duradero (semanas), una sensibilización a largo plazo, que implica cambios estructurales como síntesis de nuevas proteínas y de RNA mensajero así como formación de mayor cantidad de contactos sinápticos sensorio-motores (Gumá, 2001).
5. **Condicionamiento clásico:** se basa en el aprendizaje de una relación entre dos estímulos, de manera que uno inicialmente inefectivo al asociarse con uno efectivo adquiere la misma efectividad. A esta condición se le denomina dependencia de la actividad (Gumá, 2001).

### *Memoria explícita*

Esta memoria también conocida como declarativa, consciente, intencional o racional, tiene como función organizar la información sistemáticamente permitiendo hacer generalización e inferencias a partir del conocimiento que ha sido adquirido (referida al lenguaje coloquial); tiene que ver con el recuerdo de escenas, rostros, textos, etc. Es la memoria en la cual se adquiere y recupera la información de manera consciente. La memoria explícita se presenta en modalidades visual o verbal. Tulving (1972) propone la distinción entre: memoria *episódica* (para acontecimientos) y memoria *semántica* (para conceptos). Él mismo sugiere, en 1984 que la **memoria episódica** es un sistema que recibe y almacena temporalmente información acerca de episodios o eventos y la relación temporo-espacial entre ellos.

Por otra parte, la **memoria semántica** es la responsable de guardar información sobre el conocimiento del mundo, como vocabulario, conceptos o hechos. Este tipo de memoria no necesita guiarse por "marcas temporales" para su evocación, a diferencia de la memoria episódica (Sandi et al., 2000).

### **Otros tipos de memoria**

#### *Memoria prospectiva*

Es la capacidad que tiene un individuo para recordar realizar una acción futura, es decir, el hecho de acordarse de las cosas que debe de hacer, así como, almacenar planes e intenciones. Esto implica, la habilidad para la autoverificación y la autorregulación de la propia conducta con vistas a realizar una acción en un momento posterior y con ello lograr un objetivo. Tiene una estrecha relación con constructos como la memoria de trabajo y las funciones ejecutivas. El cerrar la llave del agua para que no se derrame, pagar el recibo de la luz, etc., son algunas de las tareas a las que estamos expuestos en la vida diaria de memoria prospectiva.

Se pueden distinguir dos tipos de memoria prospectiva: la que está basada en los sucesos y la basada en el tiempo; la primera supone acordarse y realizar un tarea, en un hecho concreto. Por ejemplo, al decir a alguien "recuerdas llamarme cuando llegues a tu casa", se le está pidiendo realizar una acción determinada cuando ocurra un hecho

específico; este tipo de memoria exige comprender el por qué ciertas señales o indicaciones provocan o no espontáneamente el recuerdo de una acción futura. La segunda conlleva el recordar que se debe realizar una acción en un momento concreto a futuro, por ejemplo: tomar un medicamento a una hora determinada; requiere entender cómo generamos indicaciones que más adelante nos ayudaran a recordar (Soprano, 2007).

## Metamemoria

Flavell (1971) introdujo por primera vez el término de "metamemoria". En la metamemoria están implicados dos aspectos: 1) El conocimiento de las tareas de memoria y cuáles son sus funciones; 2) El conocimiento de las capacidades de la propia memoria y sus limitaciones; también incluye el conocimiento acerca de la relativa dificultad que implica la tarea, al igual, que el conocimiento de uno como aprendiz (Flavell y Wellman, 1977).

Flavell y Wellman (1977) dividen a la metamemoria dentro de dos principales categorías: La categoría sensitiva que incluye el conocimiento de cuando la actividad de la memoria es necesaria (ejemplo: la conciencia de que una tarea en particular, en un escenario en particular, requiere el uso de estrategias de memoria). La categoría variable que fue dividida en tres subcategorías: a) características de una persona relevante para la memoria, b) características de una tarea relevante para la memoria y c) potencialmente aplicable a estrategias de memoria. Un ejemplo de esto, es el concepto que tiene un niño de su propia huella mnémica, incluyendo las claras ideas acerca de las debilidades y fortalezas de su memoria.

Es importante conocer el mayor número de estrategias para que finalmente se pueda hacer uso intencional de ellas, tomando decisiones para emplear una u otra de acuerdo a lo que se pretende memorizar o aprender. Por ejemplo, en una lista de palabras inusuales, los niños pueden decidir si es mejor memorizarlas imaginándolas en forma de historia o mediante una composición o mediante cualquier estrategia que ellos crean que es más pertinente, de acuerdo a su grado de habilidad y ajustándolo de la mejor manera a su estilo de aprendizaje. Para llegar a

este proceso hay que tomar en cuenta el desarrollo cognitivo, la edad, la dificultad de las tareas, etc., que son variables determinantes.

La metamemoria es una función ejecutiva que además de estimar las propias capacidades de memoria, supervisa y controla el proceso de codificación, almacenamiento y recuperación. Las funciones ejecutivas desempeñan un papel fundamental en los procesos de memoria, sean éstos a corto o a largo plazo.

Las funciones ejecutivas son procesos que asocian ideas simples y las combinan hacia la resolución de problemas de alta complejidad (Tirapu-Ustároz y Muñoz-Céspedes, 2005). Además, constituyen un constructo bajo el cual se han agrupado diferentes procesos cognitivos asociadas al control consciente del pensamiento, comportamiento y afectividad. Gran parte de los mismos, comienzan su desarrollo en la infancia, culminando dicho proceso a fines de la adolescencia. A nivel anatómico, el funcionamiento ejecutivo ha sido vinculado a la actividad de la corteza prefrontal y la corteza cingulada, entre otras regiones cerebrales.

## Bases neuronales de la memoria

### Estructuras cerebrales

Las estructuras que participan en la memoria se han establecido como sistemas de redes y conexiones de diversas áreas cerebrales, siendo las estructuras más importantes, el lóbulo temporal medial, las estructuras diencefálicas y la corteza frontal.

Dado que la memoria puede ser dividida en procesos se han distinguido estructuras que participa en los distintos tipos de memoria.

#### *Memoria de trabajo*

En la ejecución de tareas para este tipo de memoria, se involucran las áreas frontales, especialmente la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza prefrontal ventrolateral, así como las áreas de la corteza premotora, motora suplementaria, el lóbulo parietal, el temporal, el núcleo caudado y el cíngulo anterior entre otras (Rains, 2002; Gumá, 2001).

La corteza prefrontal es un componente decisivo para mantener y procesar en la atención consciente, un mismo tipo de información y al

mismo tiempo mantener y procesar información de índole distinta, a este proceso se le conoce como memoria de trabajo (Gumá, 2001).

Por otra parte, se sabe que el sistema cerebral para este tipo de memoria, se encuentra relacionada estrechamente con las funciones ejecutivas, por lo que la relación funcional y anatómica se encuentra asociada con la corteza prefrontal dorsolateral ya que es la zona en la cual hay una mayor activación durante la retención, el mantenimiento, el retraso y la manipulación de la información, así como para seleccionar la información necesaria para dar una respuesta correcta ante una tarea de memoria (Morgado, 2005). Los lóbulos frontales se relacionan con aspectos de memoria de trabajo y con el sistema ejecutivo central y coordinan ciertos procesos de la memoria y aspectos cognitivos de tal forma que operan tanto con el material ya almacenado como con el material nuevo (Ruiz et al., 2001).

### *Memoria implícita*

Las distintas variedades de memoria implícita sólo tienen en común que son no conscientes, por lo que se sustentan en mecanismos cerebrales diferentes entre sí. Por ejemplo, en el condicionamiento clásico de reflejos está implicado el cerebelo (Thompson, 1990), mientras que en el condicionamiento clásico de miedo es fundamental el papel de la amígdala (Kandel et al., 2012). Esta estructura participa también en la memoria emocional y se proyecta hacia el hipocampo y el área temporal medial, lo que permite que la activación emocional module la memoria explícita (Cahill et al., 1994; Eichenbaum, 2003).

En la memoria de procedimiento participan dos subsistemas. El primero está relacionado con la adquisición de destrezas y hábitos motores (*i.e.* tocar el piano o nadar) y se sustenta en las conexiones recíprocas entre los ganglios basales y la corteza cerebral (Eichenbaum, 2003). En el segundo subsistema participa el cerebelo, que permite realizar el ajuste de los reflejos motores a nuevos estímulos. Esta estructura recibe aferencias tanto sensoriales como motoras de la corteza cerebral, así como propioceptivas de la médula espinal, en virtud de lo cual reciben, por tanto, información correspondiente tanto al movimiento intentado como al realizado. A su vez, el cerebelo se proyecta (vía el tálamo) a las áreas

corticales motoras y premotoras. Cuando el cerebelo detecta la falta de coincidencia entre el movimiento realizado o el intentado hace surgir impulsos que dan lugar ya sea a la corrección del movimiento o la inhibición de los impulsos motores (Alcaraz, 2001).

El priming depende de la operación de sistemas de representación presemánticos localizados en las áreas corticales que procesan y representan información sobre la forma y la estructura. Se ha sugerido la existencia de tres de estos sistemas: a) visual de palabras (para la representación visual y ortográfica de las palabras, b) de descripción estructural (para la representación de las relaciones entre las partes de los objetos que especifican su forma global y estructura, y; c) auditivo de palabras (para el procesamiento de la información acústico-fonológica de las palabras) (Gumá, 2001).

### *Memoria explícita*

Este sistema involucra a la región hipocámpica (hipocampo, cortezas parahipocámpica, perirrinal y entorrinal), la corteza prefrontal y el lóbulo parietal medial (cortezas retrosplenial y cuneal). Dichas estructuras tienen conexiones recíprocas con las áreas sensoriales corticales (Kandel et al., 2012). La región hipocámpica participa en el almacenaje inicial o codificación consciente de todo tipo de información (Gumá, 2001). Dicha información es primeramente procesada en la corteza de asociación polimodal y desde ahí es enviada a las cortezas parahipocámpica y perirrinal y luego a la entorrinal, el giro dentado, el hipocampo y el subículo para finalmente, regresar a la corteza entorrinal. Desde ahí, la información es reenviada a las cortezas parahipocámpica y perirrinal y posteriormente a las zonas de asociación polimodal de la neocorteza, donde la información es almacenada (Kandel et al., 2012).

La corteza prefrontal participa en la movilización de los recursos limitados de atención consciente que permiten enviar y extraer información de los almacenes especializados en donde se guarda esta última en función de su modalidad (Gumá, 2001). Así, esta área participa en la organización, búsqueda y selección de información pertinente para cada situación, así como en la verificación del recuerdo de la información almacenada (Shimamura, 1995; Tirapu-Ustárrroz y Muñoz-Céspedes, 2005).

En esta corteza, la región dorsolateral se involucra con la codificación y manipulación de la información, mientras que la ventrolateral con el mantenimiento y recuperación de dicha información y con varios procesos ejecutivos de bajo nivel como comparaciones, juicios acerca de la ocurrencia o no ocurrencia de los hechos, etc. (Petrides, 1994; Petrides, 1998). La corteza prefrontal presenta también una especialización hemisférica, pues mientras que el lóbulo frontal izquierdo participa en la codificación de la información, el frontal derecho participa en la recuperación (Tulving et al., 1994).

El lóbulo parietal participa en el almacenamiento de información espacial mientras que la corteza somatosensorial puede ser el sitio de almacenamiento de la información táctil (Squire, 1987). La corteza parietal medial se activa durante la memoria de acontecimientos pero no durante la evocación de material semántico. Se ha sugerido que esta activación corresponde a la evocación de la imagen visual característica de la memoria episódica (Gumá, 2001). Por su parte, la corteza inferotemporal participa en el almacenamiento de representaciones visuales (Mishkin, 1982).

Se ha señalado que la adquisición de memorias semánticas nuevas, al igual que la adquisición de memorias episódicas nuevas, depende de la integridad de los lóbulos temporales (Eichenbaum et al., 1999). El lugar donde finalmente se almacena la información, corresponde a las áreas corticas no hipocámpicas, las cuales están especializadas en el procesamiento de una modalidad sensorial (Gumá, 2001).

### *Memoria prospectiva*

Las regiones cerebrales involucradas en la memoria prospectiva están localizadas en los lóbulos frontales y estructuras relacionadas. Se ha reportado que los pacientes con alteraciones de la memoria prospectiva suelen presentar daños en por lo menos alguna de las áreas frontales siguientes: región frontal izquierda, corteza cingulada anterior izquierda, corteza prefrontal dorsolateral derecha o corteza cingulada posterior izquierda (Burgess, Quayle y Frith, 2001).

## *Metamemoria*

Diversos estudios en pacientes neurológicos han demostrado que el lóbulo frontal está estrechamente relacionado con la capacidad de metamemoria (Modirrousta y Fellows, 2008; Pannu y Kaszniak, 2005). Además, se ha demostrado que las lesiones en la corteza prefrontal ocasionan una alteración en la capacidad de valorar la propia memoria, perturbando la autovaloración en diversos contextos (Shallice and Evans 1978).

## **Bases neuroquímicas de la memoria**

Como es sabido en la memoria participan diferentes sistemas de neurotransmisores (noradrenérgico, dopaminérgico, colinérgico, serotoninérgico y gabaérgico entre otros) que modulan químicamente el funcionamiento de estructuras relacionadas con la misma (Gumá, 2001; Reins, 2004; Morgado, 2005).

Los liberadores de Noradrenalina, proceden del núcleo locus coeruleus (ubicado en el tallo cerebral); terminan en la amígdala, hipocampo, tálamo e hipotálamo (Gumá, 2001; Sandi et al., 2001). La noradrenalina tiene una acción de tipo general e indirecta sobre la memoria, al modular el estado de alertamiento y la atención. Se ha demostrado que el nivel de alertamiento tiene gran influencia sobre la calidad del recuerdo posterior, tanto en el momento de la recepción del estímulo a recordar como en el periodo inmediato siguiente. Se ha sugerido que es en la corteza cerebral prefrontal donde la noradrenalina ejerce su acción moduladora sobre las funciones cognitivas (Gumá, 2001).

Los liberadores de Dopamina, procedentes de la sustancia nigra (área mesencefálica del tallo cerebral), llegan tanto a los ganglios basales (caudado, putamen y globo pálido), como al área frontal medial, corteza cingulada anterior y corteza entorrinal (Gumá, 2001; Sandi et al., 2001). En las áreas prefrontales, se ha visto que la reducción de dopamina se relaciona con una disminución en la memoria de trabajo, mientras que en el estriado se relaciona con la dificultad para cambiar el foco de atención (Coull y Sahakian, 2003).

Los liberadores de serotonina, que proceden de los núcleos de rafe y dorsal (región mesencefálica del tallo cerebral) terminan en amplias áreas



de la neocorteza cerebral (Gumá, 2001; Sandi et al., 2001) a través de seis vías diferentes. La serotonina favorece la consolidación y la recuperación de la memoria y ante situaciones de ansiedad aumenta su secreción y modula la liberación de glutamato. La serotonina regula el aprendizaje en áreas prefrontales (Coull y Sahakian, 2003).

Los liberadores de Acetilcolina, procedentes del núcleo mesencefálico basal de Meynert y terminan en la amígdala, el hipocampo y en distintas áreas de la neocorteza (Gumá, 2001; Sandi et al., 2001). Los circuitos cerebrales directamente comprometidos en el sistema de memoria no son colinérgicos; sin embargo, los fármacos que tienen acción sobre la transmisión colinérgica se destacan por sus efectos opuestos sobre el recuerdo, según el tiempo transcurrido entre el aprendizaje o la codificación y la administración de las sustancias (Gumá, 2001). Se ha observado que las manipulaciones colinérgicas modifican tanto a la atención como a la memoria (Coull & Sahakian, 2003).

Por último, los liberadores de GABA, proceden del grupo magnocelular de la región mamilar del hipotálamo y llegan a las áreas frontal, parietal y occipital de la neocorteza cerebral (Gumá, 2001; Sandi et al., 2001). Este neurotransmisor se encuentra casi exclusivamente en el SNC participando en diversos procesos cognoscitivos como el aprendizaje y la memoria (Castro-Sierra et al., 2007).

Además existen otros sistemas de proyección específicos para neuropeptidos como los opiáceos endógenos, los cuales se expresan tanto en el cerebro, como en sistemas periféricos en situaciones de estrés o traumáticas y parecen facilitar el olvido de la información recientemente adquirida (Sandi et al., 2001).

## La Evaluación de la Memoria

El inicio del estudio experimental de la memoria tuvo lugar en 1885 con la publicación por Heman Ebbinghaus de *Über das Gedächtnis*. El método de Ebbinghaus además de ser riguroso científicamente tuvo la virtud de considerar que los recuerdos pueden ser creados en el laboratorio como parte integral de un procedimiento experimental.

Desde entonces el estudio de la memoria se ha centrado básicamente en tres componentes: a) la fase de adquisición donde se

establece la huella mnésica, b) el intervalo de retención donde decae o tiene interferencia dicha huella y c) la fase de recuperación que sirve para medir la fuerza residual de la huella mnésica, es decir, es el punto que define la medición de la respuesta.

A continuación se mencionaran algunos de los métodos de medición de la memoria más comunes (Lockart, 2000):

- **Pruebas de reconocimiento:** Se presenta a los sujetos evaluados una réplica de un material previamente presentado. Existen dos versiones de este método. En la primera o de "libre elección" se presenta, uno por uno, cada elemento anteriormente estudiado entremezclado aleatoriamente con información nueva; se pide a los sujetos que digan si cada elemento es "nuevo" o "viejo". Un ejemplo de este método se encuentra en sub prueba de caras (I) de la Escala de Memoria de Weschler III, WMS-III (Wechsler, 1997). Aquí se presenta una serie de 24 fotografías de caras; posteriormente, se pasa una segunda serie de 48 fotografías y se pide al sujeto que señale cuáles sí ha visto (viejas) y cuáles no (nuevas). Otros ejemplos se encuentran en las sub-pruebas de reconocimiento verbal-auditivo y reconocimiento visual de la Evaluación Neuropsicológica Infantil, ENI (Matute et al., 2007). En la segunda versión, o de "elección forzada", cada elemento previamente estudiado es presentado junto con un grupo de reactivos nuevos o distractores y el sujeto tiene que decidir cuál de éstos es el "viejo".
- **Recuerdo con pistas:** se trata de tareas en la cuales se le presenta a los sujetos una pista y se tiene que recordar un dato asociado con ésta. Las pistas pueden estar dentro de la propia lista a recordar apareciendo junto con el reactivo blanco durante la fase de presentación del experimento o bien, pueden no estarlo. La sub-prueba de pares asociados del WMS-III es un típico ejemplo en donde las pistas aparecen junto con la palabra a recordar. Aquí se presentan pares de palabras como "camión-flecha", "reptil-payaso" y "flecha-escalera" y luego se le pide al sujeto que diga la palabra que completa el par, por ejemplo, camión va con. . . Entre las tareas en donde las claves están fuera de la lista se incluyen aquéllas en que se pide a los sujetos que recuerden un material previamente estudiado de acuerdo a ciertas etiquetas. Un ejemplo

de estas aparecen en las sub-pruebas de recuperación verbal-auditiva y visual por claves de la ENI en donde se presentan una serie de palabras o figuras y después se le pide al sujeto que recupere los reactivos por categorías, siendo frutas, animales y partes del cuerpo en el caso de las palabras y círculos, cuadrados y triángulos en el caso de las figuras.

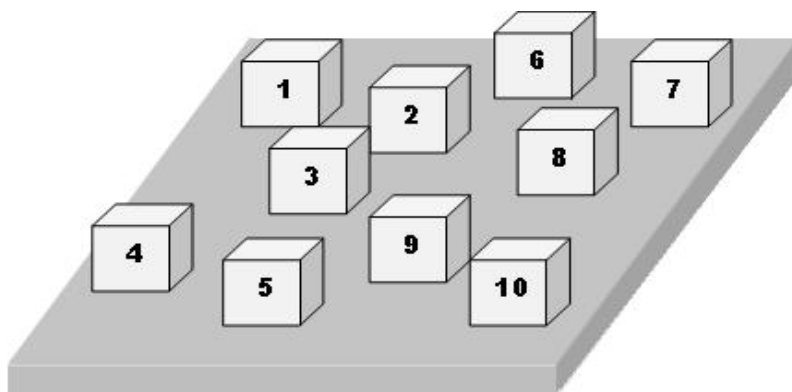
- **Recuerdo serial y libre:** en el primero se deben recordar los reactivos en el orden en que fueron presentados, mientras que en el segundo, los reactivos pueden ser recuperados en cualquier orden. El ejemplo más típico del recuerdo serial es la prueba de retención de dígitos (en inglés *digit span*) la cual se encuentra en muchas pruebas y baterías estandarizadas. En esta tarea se lee una secuencia de dígitos e inmediatamente el sujeto tiene que repetir la secuencia en el mismo orden. El mismo procedimiento es empleado con otro tipo de materiales como letras, palabras o la secuencia de toques de cubos como los de Knox, de Corsi y de Queensland (Fleming et al., 1997). En el recuerdo libre se han empleado también diversos materiales que van desde sílabas, palabras, figuras, posiciones de los personajes que aparecen en imágenes, etc. Ejemplos de este tipo los podemos encontrar tanto en el WMS-III como en la ENI.
- **Recuerdo prospectivo:** se deben recordar y realizar una serie de acciones en un tiempo futuro, por ejemplo, los pasos para cocinar un pastel.
- **Memoria implícita:** en este tipo de tareas no se dan instrucciones al sujeto, de forma tal, que éste no es consciente de que está aprendiendo algo. Por ejemplo, se le presenta una lista de palabras (refrigerador, helicóptero, rinoceronte) y se le pide que mencione algún atributo de éstas (ej. categoría a la que pertenecen: electrodomésticos, vehículo, animal). Luego de un intervalo, se presentan fragmentos de las palabras previamente exhibidas (*\_e\_r\_g\_r\_\_d\_r*, *h\_\_ic\_\_t\_ro*, *\_\_no\_\_r\_o\_n\_e*) junto con otras que no se han visto. En este tipo de tareas se espera que las palabras previamente vistas se completen de mejor manera que aquéllas que no habían sido presentadas.

## Medición de la memoria de trabajo

En la evaluación de la memoria de trabajo se emplean tareas en las que se debe retener cierta información por un tiempo breve y simultáneamente manipularla antes de efectuar una respuesta. Es común en diversas baterías psicométricas (p. ej. Weschler) el empleo de tareas en donde los sujetos deben repetir series crecientes de letras o dígitos en el orden inverso al que son presentadas. Otros ejemplos se encuentran en la sub-prueba de "números letras" y "aritmética" de las escalas de inteligencia y memoria de Weschler. En la primera, se presentan series progresivas de letras y números que se deben ordenar, diciendo primero los números y luego las letras (*i.e.* T 9 A 3, 3 9 A T). En la segunda, se deben resolver problemas y operaciones aritméticas mentalmente. También existen tareas en modalidades visoespaciales como la secuencia regresiva de toques de cubos de Knox, Corsi y Queensland (Fleming et al., 1997).

### *Prueba de Span Espacial o Cubos de Corsi*

Esta prueba mide tanto la memoria inmediata como la memoria de trabajo espacial y se ha usado ampliamente en poblaciones clínicas (Milner, 1971). La prueba consta de un tablero en el que se encuentran insertados 9 o 10 cubos numerados (Figura 2). Dicho tablero se coloca frente al sujeto evaluado de tal forma que éste no ve la numeración de los cubos pero el evaluador sí. Este último toca secuencias crecientes de cubos y el sujeto debe repetir dichas secuencias de toques en el mismo orden que el evaluador (memoria inmediata) o en el orden contrario (memoria de trabajo).



**Figura 2. Tablero de la prueba de *span* espacial.**

## Estrategias de Memoria

Favell (1970) denominó estrategias a los procedimientos deliberados para memorizar estímulos. Las diferencias en la ejecución de tareas de memoria de sujetos de diferentes niveles evolutivos, ha sido explicada en su mayoría, por la capacidad de utilizar estos procesos.

El uso de estrategias de memoria puede influir en la capacidad de codificar y evocar la información. Se ha demostrado que los sujetos normales son capaces de retener y evocar más información cuando la organizan de forma semántica, que cuando lo hacen de forma serial. También podemos obtener información de cómo funciona la memoria, si se recupera el material mediante métodos diferentes (Ostrosky-Solis, Gómez, Matute, Roselli, Ardila y Pineda, 2003).

Se puede encontrar frecuentemente en la literatura de la memoria a corto y largo plazo, referencias de los componentes de Primacia y Recencia en las curvas de posición serial (Castro y Rodríguez, 1975). Cuando a sujetos neurológicamente sanos se les pide evocar en forma inmediata una lista de palabras, tienden a recordar con mayor facilidad las primeras y últimas palabras de la lista y a olvidar las palabras intermedias. Se ha postulado que las primeras palabras de la lista son codificadas en la memoria a largo plazo, mientras que las últimas están en la memoria a corto plazo ya que pueden repetirse fácilmente (Ostrosky-Solis et al., 2003).

Las estrategias suelen clasificarse en estrategias visuales y verbales; estas últimas, se dividen a su vez en: serial que es la repetición secuencial del listado de origen y se caracteriza principalmente por la ausencia de categorización o establecimiento de relaciones significativas que agrupe los elementos entre sí; semántica la cual implica la agrupación en categorías de elementos a memorizar (por ejemplo, objetos relacionados con el transporte- bicicleta, autobús, coche, etc – prendas de vestir- pantalón, blusa, zapato, etc.), este agrupamiento varía según la capacidad de categorización y la edad de los niños (Martí, 1999).

Evidencias experimentales han mostrado que la probabilidad de aprendizaje es una función del nivel de procesamiento, así se retienen menos las palabras que se codifican superficialmente al categorizar sus características visuales, que las palabras categorizadas en función de su

sonido, esto a su vez conlleva a un aprendizaje menor, que cuando se utiliza la codificación semántica (Craik y Tulving, 1975).

El estudio de las acciones de memoria ha mostrado que existe un aumento asociado con la edad de la capacidad de emplear procedimientos auxiliares de adquisición y recuperación de información, de forma cada vez más flexible y adaptada (De la Mata, 1988).

## Capítulo 2: DESARROLLO

El desarrollo se entiende como los cambios en la estructura, el pensamiento y la conducta de una persona, provenientes de las interacciones biológicas y ambientales que se dan a lo largo de la vida (Craig, 2001).

Para entender el significado del desarrollo es preciso conocer dos procesos importantes en que se basa el cambio evolutivo: a) la maduración que designa el despliegue biológico según la herencia, y b) el aprendizaje o proceso en el que las experiencias producen cambios relativamente permanentes en los sentimientos, pensamientos y comportamientos (Shaffer y Kipp, 2007). Muchas de las habilidades y hábitos que posee cada individuo no se desarrollan solamente como parte de la maduración, el individuo cambia en respuesta tanto al ambiente como a las acciones y reacciones de quienes lo rodean (Shaffer y Kipp, 2007).

Shaffer y Kipp (2007) mencionan que si se quiere describir en forma adecuada el desarrollo se tiene que tomar en cuenta los patrones típicos del cambio, el desarrollo normativo (dentro de los individuos) y el desarrollo ideográfico (variaciones entre individuos).

### **Teorías del Desarrollo**

El desarrollo comienza con la concepción y se prolonga durante toda la vida, a veces se divide en etapas para poder contar con puntos de referencia.

De acuerdo con Shaffer y Kipp, (2007) el desarrollo se puede dividir en nueve etapas (tabla 1).

Tabla 1. Etapas del desarrollo según Shaffer y Kipp (2007).

Periodo de vida	Limites aproximados de edad
1. Periodo prenatal	De la concepción al nacimiento
2. Infancia	Primer año de vida
3. Niños en la etapa de los primeros pasos	De 18 meses a 3 años de edad
4. Periodo preescolar	De 3 a 5 años de edad
5. Niñez media	De 5 a 12 años de edad aproximadamente (hasta el inicio de la pubertad)
6. Adolescencia	De 12 a 20 años de edad aproximadamente (muchos estudiosos del desarrollo definen el final de la adolescencia como el momento en que el individuo empieza a trabajar y no está sujeto a la sanción de sus padres)
7. Adultez joven	De 20 a 40 años
8. Edad madura	De 40 a 65 años
9. Vejez	De 65 años en adelante

Dos de las teorías más extensamente utilizadas para explicar el desarrollo cognitivo son las perspectivas de Piaget y la de Vigotsky. La perspectiva Piagetana considera que, desde el punto de vista funcional (conducta y pensamiento), el organismo humano tiene mecanismos constantes característicos en todas las edades y en todos los niveles, es decir, son de carácter invariante y son responsables del modo único del funcionamiento del organismo. Al lado de las funciones constantes, distingue la parte variable o “el interés” el cual es la forma de organización de la actividad mental. Para Piaget (1994) el desarrollo infantil se encuentra dividido en 4 etapas:

1. Sensoriomotriz. Caracterizado por la adquisición del control motor; los recién nacidos y niños pequeños dependen de sus sentidos para el procesamiento de la información a la que responde con reflejos (del nacimiento a los 2 años).

2. Preoperacional. Caracterizado por la adquisición de habilidades verbales y el inicio de la elaboración de signos; los niños aprenden por



imitación y siguen siendo incapaces de tomar el punto de vista de otras persona (de los 2 a los 7 años).

3. Operaciones concretas. Caracterizado por el manejo de conceptos abstractos y el establecimiento de relaciones; los niños desarrollan habilidades para utilizar la lógica y consideran múltiples factores para resolver un problema (de los 7 a los 12 años).

4. Operaciones formales. Caracterizado por que ya se opera lógica y sistemáticamente con símbolos abstractos; los preadolescentes y adolescentes comienzan a entender conceptos abstractos y desarrollan habilidades para crear y contrarrestar argumentos (de los 12 a los 15 años).

El Sistema Nervioso Central se desarrolla de una manera secuencial y jerárquica. Esta secuencia de desarrollo depende de los cambios fisiológicos y funcionales que ocurren con la maduración normal de varias áreas corticales. La progresión de cada etapa es altamente compatible con el enfoque de desarrollo cognitivo de Piaget.

La perspectiva sociocultural de Vigotsky explica cómo los procesos sociales influyen en la adquisición de las habilidades cognitivas. Vigotsky (1982) describió la interiorización del lenguaje gradual de los procesos psicológicos del niño en la ontogenia, como una de las regularidades generales del desarrollo intelectual; este aprendizaje se adquiere mediante la interacción con los adultos. Dice también, que cada función psicológica surge dos veces en la psique del niño: en la primera ocasión surge como una función material, social, externa y la segunda como una función ideal, individual, interna y esto significa, que en el proceso de interiorización se identifican 3 aspectos particulares: a) de acuerdo con el plano de su funcionamiento (material o ideal), b) con el carácter de la distribución de sus componentes (social o individual) y c) con la forma de su existencia (externa o interna)

En la época de los 80's Kuhn concluyó que los autores que seguían la línea constructivista social tendían a dar más importancia al **neoconstructivismo**, pues enfatizaban la interacción entre el ambiente y las condiciones de las personas para lograr las destrezas del desarrollo cognitivo (León, 2007). El término neoconstructivismo fue generado por la combinación *neo* tomados de los griegos *neos* que significa nuevo, y constructivismo, tomado (entre otros) del teórico e investigador Jean Piaget (Johnson, 2010). El modelo constructivista de Piaget, se centra en la

interacción del sujeto con su entorno: el niño actúa sobre el entorno y reacciona a los estímulos del entorno. Sin negar los principios básicos del constructivismo, algunos alumnos de Piaget (Perret-Clermon, Doise y Mugny), proponen el concepto de conflicto socio-cognitivo como base del desarrollo y del aprendizaje. Para ellos todo aprendizaje es social por lo que es insuficiente el concepto piagetiano de conflicto cognitivo interno de un sujeto. Esta teoría yace en la idea de que el efecto que estructura al conflicto cognitivo crece si está acompañado por un conflicto de tipo social. El método empleado por estos autores es confrontar a varios sujetos a una misma tarea, lo cual los llevará a desarrollar acciones y verbalismos que los harán entrar en conflicto; con esta confrontación se le ofrece a los sujetos en presencia, más posibilidades de mejorar los procesos de equilibrio y de instaurar procesos de acomodamiento de las estructuras de conocimientos iniciales (Perret-Clermon, 1980).

Este modelo está apoyado en una serie de situaciones experimentales, metodológicamente bien conducidas, en la mayoría de los casos, donde grupos (generalmente triadas), seleccionados en función de su estado de desarrollo, eran llevados a interactuar para resolver las pruebas (piagetianas en la mayoría de los casos). Se comparaba luego los resultados de estos grupos en interacción con "grupos" comparables que trabajaban individualmente. Doise, Clemente y Lorenzi-Coldi (1992 en Roegiers, 2000) explicitan, como se muestra a continuación, las principales conclusiones de estas investigaciones:

a) en buenas condiciones, la interacción social permite a los sujetos de un nivel dado, resolver algunas tareas que no podrían realizar solos;

b) confrontados de nuevo a dichas tareas, pero solos, logran ejecutarlas;

c) los esquemas nuevos que se generan a partir de estas tareas, son estables y ocupan el lugar de otras tareas;

d) de esto resulta, que los conflictos socio-cognitivos son motores del aprendizaje.

Finalmente, una de las teorías que trata sobre el desarrollo del sistema nervioso y su relación con los procesos cognitivos es la de **Luria** (1966), conocida como "teoría del desarrollo de los sistemas funcionales"

(grupos de estructuras cerebrales que participan en una función particular).

Luria distingue 3 unidades funcionales del cerebro:

1. La primera unidad está relacionada con el tallo cerebral. A través de las conexiones recíprocas con la corteza, ésta unidad es responsable de regulación cortical.

2. La segunda unidad está localizada en la convexidad de las regiones posteriores de los dos hemisferios, incluye el occipital (visual), temporal (auditorio) y parietal (somatosensorial).

3. La tercera unidad que consiste en los lóbulos frontales, es responsable de la programación, regulación y verificación de la actividad.

Cada una de estas unidades funcionales del cerebro está compuesta por tres zonas corticales que llevan a cabo el procesamiento:

Primarias: Reciben impulsos de, o envían impulsos a, la periferia.

Secundarias: son responsables de procesar la información de entrada de una sola modalidad sensorial.

Terciarias: Zonas de integración de la información, reciben entradas de dos o más de las áreas secundarias.

Luria además, distingue 5 etapas del neurodesarrollo:

1. Primera unidad (Desarrollo del tallo cerebral y de la unidad de activación difusa). La maduración del sistema reticular activador es esencial para el ritmo de sueño vigilia-sueño; este sistema está incluido en el tallo cerebral, donde se desarrollan además los centros que controlan los movimientos respiratorios, los reflejos de tos, de succión y deglución, la presión arterial, los movimientos cardíacos y las funciones autónomas primarias de la vida. Al nacimiento, el sistema reticular debe haber madurado lo suficiente para que el bebé pueda respirar autónomamente durante la vigilia y durante el sueño, pueda succionar y deglutir sin aspirar el alimento a las vías respiratorias, garantizando así su supervivencia. La inmadurez de este sistema activador elemental podría explicar en ocasiones el fenómeno de la muerte súbita del recién nacido.

2. Desarrollo de las áreas primarias motoras y sensoriales. Las capas de la corteza motora maduran primero que las sensoriales. Al nacimiento están bastante maduras para permitir los movimientos reflejos y

espontáneos de las extremidades, aunque no lo suficiente para realizar movimientos coordinados que permitan cambios de posición o tomar objetos con las manos.

3. Desarrollo de las áreas corticales secundarias motoras y sensoriales. En este nivel se da la aparición del lenguaje; inicia concurrentemente a los 2 primeros niveles pero continua hasta aproximadamente los 5 años de edad. Es la base para los procesos motores y perceptuales complejos. Este nivel es compatible con la transición del pensamiento representacional que es característico del periodo preoperacional.

4. Desarrollo de las áreas terciarias de la segunda unidad funcional. Coincide con el paso preoperatorio a operatorio. Es el cimiento para los aprendizajes académicos: lectura escritura, matemáticas, etc.

5. Desarrollo de las regiones corticales terciarias de la tercera unidad funcional. Es un proceso de mezclas múltiples entre los 6 y los 8 años de edad y el dominio de la mayoría de las teorías es evidente hacia los 12 años (preadolescencia). Este periodo es concurrente con el de operaciones formales.

## **Desarrollo del Sistema Nervioso Central (SNC)**

Durante el desarrollo del SNC se diferencian básicamente dos momentos: la neurogénesis, primeras 20 semanas de vida intrauterina y el crecimiento neuronal y la maduración de estas estructuras.

### **Neurogénesis**

La formación del sistema nervioso inicia aproximadamente a los 18 días después de la fertilización; en ese momento el embrión está constituido por tres capas germinales: el epiblasto, el hipoblasto (endodermo primitivo) y finalmente el amnios (da lugar a la cavidad amniótica); las dos primeras forman el disco bilaminar, en el que aparece la estría primitiva al inicio de la tercera semana de gestación. A través del proceso conocido como gastrulación, este disco se convierte en trilaminar con la formación del mesodermo, esta estructura reúne células que se extienden entre el epiblasto y el hipoblasto. Las otras dos capas son el ectodermo (capa superior) que reúne los restos de los epiblastos anteriores

y el endodermo (capa germinal inferior) derivado de algunas células del hipoblasto (Roselli y Matute, 2010).

Las transformaciones para la formación del tubo neural se llevan a cabo a través de dos procesos de inducción. La inducción dorsal que se lleva a cabo a las 3 o 4 semanas de gestación y la inducción ventral entre las 5 y 6 semanas; a través de la primera inducción, la placa neural se deriva del engrosamiento del área dorsal media del ectodermo mediante el proceso conocido como *neurulación* (Roselli y Matute, 2010).

Posteriormente a los lados de la posición media, se forman cadenas de células, los extremos denominados pliegues neurales, comienzan a doblarse buscando tocarse, quedando un surco entre ellas (surco neural). Las invaginaciones neurales que resultan de estos pliegues se doblan hacia atrás hasta unirse y así formar el tubo neural. La espina dorsal es producida por la parte caudal de tubo, el cerebro de la parte rostral y el sistema vascular de la cavidad. El día 25 son aparentes tres vesículas primarias: el procencéfalo, el mesencéfalo y el romboencéfalo. El día 32 la primera y la tercera vesículas se dividen en dos y con ello el tubo pasa de trivesículas a pentavesicular; del procencéfalo se deriva el telencéfalo y el diencéfalo, y por otro lado, el romboencéfalo da origen al metencéfalo y al mielencéfalo (Roselli y Matute, 2010).

### **Maduración cerebral**

La maduración va a depender de la organización y diferenciación celular caracterizados por el crecimiento axonal, dendrítico, la sinaptogénesis, la muerte axonal y celular y la mielinización. Durante la etapa fetal se dan los procesos madurativos que darán la forma al sistema nervioso. El inicio del periodo fetal da comienzo al periodo más dramático de la dimensión radial de las vesículas cerebrales, de la pared de la vesícula telencefálica de la que nace la corteza cerebral. La corteza se expande primero de forma rostral para la formación de los lóbulos frontales, después se expande dorsalmente para los parietales, posterior e inferiormente para los occipitales y los temporales. Los primeros surcos aparecen a los 150 días y a los 180 días aparecen los surcos secundarios (Roselli y Matute, 2010).

## Mecanismos celulares

Existen 4 mecanismos en la formación y maduración del sistema nervioso: 1) la proliferación, que es la producción de las células nerviosas (neuroblastos). Las células se dividen y dan origen a células hijas, derivándose de estas las neuronas y la glía. 2) la migración, que inicia en la zona ventricular y todas las células que migran son neuroblastos; en la corteza existe una organización horizontal y otra vertical de las neuronas las cuales, son diferentes en cada capa y aumentan su número en el desarrollo (de 4 capas embrionarias a 6 en corteza de adulto). 3) la diferenciación celular, una vez alcanzados sus destinos, las células nerviosas comienzan a adquirir la apariencia distintiva, transformándose en cualquier tipo de célula. En las regiones que están organizadas por capas primero se forman las grandes células. 4) la apoptosis, es decir, la muerte neuronal es una fase crucial del desarrollo encefálico; esta muerte se da por factores como la competencia en el establecimiento de conexiones, el tamaño del campo de la superficie corporal, niveles de sustancias químicas naturales, emparejamiento numérico entre poblaciones celulares o la presencia de conexión incorrectas (Roselli y Matute, 2010).

Una vez que se ha establecido la neurona, comienza una serie de procesos relacionados con la maduración los cuales están encaminados a la organización funcional y a la diferenciación celular: crecimiento axonal, sinaptogénesis, muerte axonal y celular y la mielinización, todos ellos encaminados a la conectividad interneuronal (Roselli y Matute, 2010).

### Etapa postnatal

Después del nacimiento, el cerebro continúa con un rápido crecimiento que es consecuencia del desarrollo del procesamiento dendrítico y de la mielinización de las vías nerviosas. El nivel de complejidad de la corteza se correlaciona con el desarrollo de conductas cognitivas más elaboradas. El inicio de la primera infancia (segundo mes y 6 años) caracterizado por la mayor elaboración de conductas sensoriales perceptuales y motoras. Se refleja un importante incremento en la capacidad de respuesta hacia los estímulos del medio ambiente. Estos cambios del comportamiento se correlacionan con un mayor desarrollo de las áreas cerebrales entre las áreas de asociación (Spreen et al., 1995). Cambios electroencefalográficos corroboran los cambios a nivel cortical hacia el cuarto mes en la corteza occipital. Durante la segunda infancia (6

a 12 años) las neuronas continúan su proceso de mielinización. La adolescencia (12 a 18 años) que se extiende hasta la adultez temprana y está correlacionada con el desarrollo de funciones cognitivas más complejas (Roselli y Matute, 2010).

## Naturaleza vs crianza

La naturaleza y crianza modelan en forma conjunta al cerebro. El mapa del SNC está especificado en el genoma humano, pero el establecimiento de las conexiones en detalle, es la consecuencia de una competición actividad-dependiente entre los axones presinápticos por blancos comunes en las neuronas postsinápticas. Teniendo en cuenta que el entorno, que es específico para cada especie, proporciona el estímulo preciso para la formación de conexiones, las estructuras principales del SNC serían tan parecidas como si todos los trazados de la red neuronal pre-existieran en el genoma.

La sobreproducción de células y sinapsis son el sustrato que hace posible que la estructura cerebral responda a los estímulos medio ambientales. Un ejemplo de cómo el ambiente influye en la naturaleza se observó en un estudio donde compararon los registros magnetoencefalográficos de violinistas expertos, con los de personas que no tocaban ningún instrumento musical y encontraron una representación cortical sustancialmente mayor de los dedos de la mano izquierda (la que se utiliza para tocar) que la de los dedos de la mano derecha, y un área cerebral dedicada a la representación de los dedos mayor en los músicos que en otras personas (Eisenberg, 1998).

### Bases neuronales del desarrollo

Se han realizado diversos estudios con Resonancia Magnética (RM) en donde se analiza cómo las diferentes áreas corticales sufren modificaciones durante las diferentes etapas del desarrollo. Un ejemplo de ello es el trabajo de Knickmeyer et al., (2008) en el que realizaron una investigación sobre el desarrollo cerebral de 98 niños sanos de 0 a 2 años mediante RM y se analizaron estructuras como el ventrículo lateral, núcleo caudado y los volúmenes del hipocampo entre otras. Se encontró que el volumen total cerebral se incremento en un 101% en el primer año, y un aumento del 15% en el segundo. El mayor crecimiento hemisférico fue

encontrado en la materia gris, que aumentó 149% en el primer año, el volumen de la sustancia blanca hemisférica aumentó sólo un 11%, el volumen del cerebelo aumentó 240% de 2 semanas a 1 año y 15% de 1 a 2 años, el volumen del ventrículo lateral aumentó 280% en el primer año, con una pequeña disminución en el segundo. El caudado aumentó un 19% y el hipocampo 13% de 1 a 2 años de edad. Hubo un fuerte crecimiento del cerebro humano en los dos primeros años de vida, impulsado principalmente por el crecimiento de la materia gris. En contraste, el crecimiento de la sustancia blanca era mucho más lento. El volumen del cerebelo también aumentó considerablemente en el primer año.

Por otra parte se han realizado estudios sobre la misma línea que van de la niñez (4 años) a la adolescencia (22 años) arrojando los siguientes datos: no se observan cambios en el volumen total cortical (materia gris, blanca y fluido cerebro espinal) en función de la edad, pero si en relación con el género, en donde el volumen total cortical es entre 10% (Reiss, Abrams, Singer, Ross & Denckla, 1996; Giedd et al., 1999) y 12% (Giedd, 2004; Ostby et al., 2009) más grande en los niños que en las niñas. También se encontró que hay un incremento no lineal de materia gris cortical en la niñez y disminuye en la adolescencia mostrando un patrón de U invertida (Giedd et al., 1999; Giedd, 2004; Otsby et al., 2009). De igual forma, encontraron picos de desarrollo y diferencias sexuales en el lóbulo frontal, existiendo un incremento durante la preadolescencia con un tamaño máximo a los 12.1 años en niños y 11.0 años en niñas seguido de una disminución en la postadolescencia; en el lóbulo parietal hay un patrón similar, incrementando en la preadolescencia, llegando a su tamaño máximo a los 11.8 años en niños y a los 10.2 en las niñas, seguido por un decremento durante la postadolescencia; en el lóbulo temporal también siguió un curso de desarrollo no lineal, pero el tamaño máximo fue alcanzado hasta los 16.5 años en niños y 16.7 en niñas, con una ligera declinación a partir de ahí. Además, en el lóbulo occipital hubo un incremento linealmente sobre el rango de edad, sin evidencias significativas de declinación o nivelación. Se encontraron diferencias significativas entre las regiones corticales, a excepción del lóbulo frontal con el parietal que son similares. La cantidad de materia blanca incrementa linealmente hasta la adolescencia (Giedd et al., 1999; Giedd, 2004). En cuanto, a la asimetría cerebral se observó que en el caudado, el núcleo lenticular, la materia gris cortical y las regiones subhemisféricas



(gris+blanca) posterior frontal y las regiones parietales del hemisferio derecho son mayores que el izquierdo; en la región parieto-occipital inferior, fluido cerebro espinal ventricular y no ventricular el hemisferio izquierdo es mayor que el derecho (Reiss et al., 1996).

## Epigénesis

Existen principios básicos que rigen el desarrollo neuronal. En específico, señalamos que el neurodesarrollo se lleva a cabo epigenéticamente; es decir, cada nivel por el que atraviesa se constituye sobre el nivel precedente y siempre sigue una misma secuencia en tiempos precisos (Matute et al., 2007).

Partiendo de la epigénesis, se han distinguido dos acercamientos para explicar el desarrollo funcional cerebral: La **epigénesis predeterminada**, sostiene un flujo unidireccional, por lo que la actividad genética da lugar a las estructuras neurales que comienzan a funcionar cuando maduran, (Gottlieb, 2007), es decir, de “estimulo – respuesta” de los genes. En contraste, la **epigénesis probabilística** sostiene que hay una influencia bidireccional dentro y entre los niveles de análisis (actividad genética, actividad neural, comportamiento y aspectos ambientales culturales, sociales y físicos), en donde las estructuras neurales empiezan a funcionar antes de que estén completamente maduras; esta actividad juega un papel importante en los procesos de desarrollo, ya sea, derivada intrínsecamente (espontánea) o estimulada extrínsecamente (evocada) (Gottlieb, 2007), es decir, que en lugar de seguir una secuencia pre-programada, es regulada por señales.

Phillips, Zeké y Barlow (1984) también apoyan el modelo probabilístico para mostrar lo complejo del funcionamiento cortical; además, dicen que las áreas corticales son más bien de tipo funcional, y que su información se da por patrones dinámicos y cambiantes, se guían por un comportamiento selectivo. Según Johnson (2000) la epigénesis probabilística, es la más apropiada para explicar el desarrollo funcional cerebral y ha sido adoptada por el neoconstructivismo (Johnson, 2010).

## Desarrollo de la Memoria

Existen diversas investigaciones que han analizado diferentes tipos de memoria a lo largo del desarrollo; a continuación se mencionaran algunas que son de utilidad para el desarrollo del presente trabajo.

El desarrollo de las capacidades de retención y memoria experimenta un aumento significativo entre los 6 y los 12 años, etapa que equivale relativamente en la mayoría de los países al nivel primaria (Schneider, 2000). El aumento de la capacidad de memoria que se observa con la edad, probablemente se encuentre más relacionado al cambio de estrategias que al incremento del volumen de memoria (Spreeen, Riesser y Edgell, 1995). A medida que el niño crece, va adquiriendo mayores estrategias y con ello también aumenta su capacidad de memoria. Parecería entonces que no hay un aumento en la capacidad de almacenamiento de cada neurona con el desarrollo cerebral, sino que se incrementa el número de neuronas que participan en el proceso de memorización (Matute, Roselli, Ardila y Ostrosky-Solis, 2007).

Rovee-Collier (1999) utilizó dos tareas no verbales para estudiar el desarrollo de memoria infantil (retención). Todos los bebés fueron entrenados durante dos días. A continuación se enlistan los resultados:

1) los bebés de 2 a 6 meses de edad realizaron una tarea de móviles, en la que los bebés aprenden a mover un móvil a través de una cinta amarrada a su pie, los niños aprendieron rápidamente a patear activamente el móvil. Cuando volvieron a ver el móvil unos días después, los bebés patearon nuevamente aunque su pie no estaba atado al móvil. Bebés entrenados con diferentes móviles, en días distintos aprendieron a esperar que hubiera uno diferente cada vez. Además si unos pocos días después del entrenamiento, los infantes de tres meses veían un móvil nuevo en movimiento, trataban de moverlo pateando, sin embargo, si el nuevo objeto era estacionario, los infantes no pateaban. Evidentemente, cuando veían un nuevo objeto en movimiento volvían a patear.

2) los bebés de 6 a 18 meses de edad, realizaron una tarea de tren, en la que los bebés aprenden a mover un trenecito en una pequeña vía presionando una palanca; al desactivar la palanca los bebés mueven activamente. Resulto evidente que la autolocomoción les permitió construir un mapa cognitivo en donde varios lugares y los recuerdos de hechos que ocurrieron en estos sitios se relacionaban.

Los niños de 2 meses recordaron la respuesta de patear durante dos días, los de 3 meses durante 1 semana, los de 6 meses 2 semanas, los de nueve meses recordaron cómo hacer funcionar después de 6 semanas y los de 18 meses después de 13 semanas. El autor llegó a la conclusión que

la duración de la memoria aumenta progresivamente con la edad y los procesos de memoria infantil no son fundamentalmente diferentes entre los bebés grandes y los adultos. Además, dicen que no sólo los niños grandes recuerdan un evento que ocurrió antes de que ellos pudieran hablar, sino que también los niños pequeños pueden recordar un evento en el periodo de amnesia infantil, si lo están recordando periódicamente.

Sánchez et al., (2009) se dieron a la tarea de investigar los efectos de la edad y el género sobre la memoria de trabajo y el aprendizaje de categorías en niños de 8 a 13 años. Para esta investigación participaron 13 niños (6 niñas y 7 niños) con una media de edad de  $10.5 \pm 1.6$ , asignados en dos grupos: los menores (8 a 10 años) y los mayores (de 11 a 13 años). Se evaluó la memoria de trabajo con la prueba N-back y la categorización lógica, con una tarea de relaciones de equivalencia. Para la prueba N-back se observó una correlación negativa entre la edad, el número de omisiones y de errores, y una correlación positiva entre la edad y el número de aciertos. Además, las respuestas correctas de los niños mayores fueron significativamente más rápidas que las de los menores. En la prueba N-back existió una relación directa entre el rendimiento de la memoria de trabajo y la edad; para la prueba de Relaciones de Equivalencia también encontraron diferencias en relación con la edad, así como diferencias significativas en los tiempos de reacción (siendo más rápidos los mayores). Además, se observaron diferencias en el rendimiento de los niños menores en las diferentes relaciones derivadas, obteniendo un menor porcentaje de aciertos en la relación transitiva, disminuyendo esta diferencia con la edad. Los autores consideran que la memoria de trabajo es necesaria para lograr un buen desempeño en categorización, observando este desempeño en la velocidad de procesamiento y en el patrón de respuesta frente a las diferentes relaciones que constituyen las clases de equivalencia.

Carboni (2007) realizó un trabajo el cual está centrado en la valoración conductual de la memoria asociativa en dos momentos evolutivos distintos. A 30 niños diestros de edades comprendidas entre 6-7 y 11-12 años, les pidieron ejecutar un par de tareas; una de pares asociados y otra de ítems simples. Sus resultados muestran diferencias significativas en la ejecución de las dos tareas, encontrando que en los niños pequeños la tarea de aprendizaje de ítems simples se realiza significativamente mejor y más rápido que la tarea de aprendizaje de pares asociados. El autor

atribuye estos resultados a que los niños pequeños no memorizan los pares en forma asociada sino que lo hacen como ítems individuales, lo que implicaría que el número de ítems a recordar se duplica de una tarea a otra. Los niños mayores realizan mejor y más rápido ambas tareas, pero muestran una disminución del tiempo de reacción en la tarea de pares asociados. Concluyen que la memoria de reconocimiento (necesaria para la realización de la primera tarea) ya se encuentra desarrollada a la edad de 6-7 años. Mientras que la utilización de una tarea asociativa o de categorización necesaria para la segunda tarea se empieza a utilizar hasta los 9-10 años (Schneider, 1986 en Carboni, 2007).

Se han realizado algunos estudios del desarrollo durante la niñez y la adolescencia, mostrando que las habilidades cognitivas maduran, y se vuelven más eficientes durante esas etapas. La denominada primera infancia, se caracteriza por una mayor elaboración de las conductas sensoriales y motoras, con un incremento en la capacidad de respuesta del niño a los estímulos del medio ambiente importantes (entre el 2do. mes y el 6to. año de vida). La segunda infancia (desde los 6 a los 12 años) y la adolescencia (entre los 12 y los 18 años) son caracterizadas por el desarrollo de funciones cognitivas cada vez más complejas (Gómez-Pérez et al., 2003).

Para conocer la influencia de variables medioambientales en el desarrollo de la atención y la memoria, Matute, Sanz, Gumá, Rosselli y Ardila (2009) realizaron un estudio en el cual analizaron la relación existente entre el nivel educativo de los padres, el tipo de escuela y el sexo, de 476 niños y niñas entre 5 y 16 años de escuelas públicas y privadas, divididos en 2 grupos de edades (5 a 8 y de 9 a 16); para la evaluación se utilizó la Evaluación Neuropsicológica infantil (ENI) la cual es una batería neuropsicológica desarrollada (en español) para evaluar diferentes dominios cognitivos, a través de 15 sub-pruebas que evalúan la atención visual y auditiva, así como la memoria verbal-auditiva y visual. Se encontró una relación significativa entre la ejecución y la edad en todas las pruebas (a mayor edad mejor ejecución), el sexo (las niñas superan a los niños en algunas tareas) y escuela (los estudiantes de escuelas privadas superan a los de escuelas públicas): los autores encontraron, al relacionar algunas de las variables, interacciones significativas entre el sexo y el tipo de escuelas: las niñas de escuelas privadas muestran una mayor ejecución que el resto del grupo, especialmente en las tareas relacionadas con información

verbal; también se encontró una correlación significativa entre el nivel educativo de los padres y la ejecución en el grupo de niños de de 9 a 16 años.

Es importante resaltar que aunque las investigaciones en el área del desarrollo de la memoria han tenido más auge con las técnicas no invasivas de RM, no han sido suficientes los esfuerzos que se han realizado para concluir el conocimiento sobre estos temas, ya que los estudios de memoria a lo largo del desarrollo han sido en su mayor parte de forma aislada y básicamente sobre la memoria explícita.

## Capítulo 3

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La memoria es una función cerebral que se encarga de codificar, almacenar y recuperar grandes cantidades de información. La supervisión y control de este proceso es efectuado en los adultos por una función ejecutiva denominada metamemoria, la cual permite además, estimar las propias capacidades de memoria.

Se ha sugerido que la memoria no es un proceso único, sino un conjunto de subprocesos que dependen de distintos sistemas cerebrales. Estudios *post mortem* y de imagenología cerebral han mostrado que a lo largo del desarrollo existen patrones de maduración cerebral que incluyen el incremento en la mielinización, la sinaptogénesis y la poda neuronal y sináptica. Estos cambios son regionales, y pueden dar lugar a un aumento de la especialización de ciertas áreas, así como a una mayor integración del funcionamiento de regiones distintas. Sin embargo, no todas las regiones presentan estos cambios madurativos a la misma edad por lo que es factible que los distintos tipos de memoria muestren, en consecuencia, un desarrollo diferente.

Diversos estudios han mostrado que con la edad hay un aumento en la capacidad para almacenar la información, así como la maduración en el uso de estrategias que facilitan su almacenamiento y su recuperación. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se han concentrado en algún tipo específico de memoria (*i.e.* memoria verbal y memoria de trabajo) y, los pocos que han intentado evaluar de manera integral diversas modalidades de memoria con la ayuda de baterías neuropsicológicas, se han enfocado en la memoria explícita. Además, muchos de estos estudios no hacen un seguimiento sistemático de los cambios paulatinos en la memoria que ocurren a cada edad en los niños en edad escolar y adolescentes. Lo anterior hace que el conocimiento acerca del desarrollo progresivo de la memoria sea fragmentario. Además, son pocos los estudios realizados en torno a los cambios con el desarrollo en la metamemoria, la memoria procedimental y el priming.

Con estos precedentes nos hemos preguntado:

¿Cómo son los cambios madurativos que se observan en varones de 8 a 15 años en los distintos tipos de memoria y la metamemoria?

Para contestar a la pregunta anterior se desarrolló una investigación encaminada a caracterizar los cambios que se observan con la edad en distintos tipos de memoria (incluyendo tanto a la memoria explícita como la implícita) y la capacidad de metamemoria en varones sanos de 8 a 15 años. También se analizó si hay diferencias entre las distintas edades en las estrategias con que los niños codifican la información, así como entre las distintas formas de evocación.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Caracterizar los cambios que se observan con la edad en distintos tipos de memoria y la capacidad de metamemoria en individuos de 8 a 15 años.

### Objetivos específicos

- Caracterizar los cambios con la edad en la ejecución de tareas que evalúan la memoria explícita en sus modalidades verbal y visual, así como las memorias de trabajo, prospectiva e implícita (procedimental y priming) en varones de 8 a 15 años.
- Caracterizar las diferencias entre edades en la capacidad de metamemoria en varones de 8 a 15 años.
- Determinar las diferencias en la ejecución en los distintos tipos de memoria de acuerdo a su forma de evocación (espontánea, claves y reconocimiento).
- Determinar las diferencias en la ejecución entre los distintos tipos de asociación (semántica, fonológica e incidental) en la tarea de pares asociados en los diferentes grupos de edades.
- Caracterizar los cambios con la edad en las estrategias empleadas en tareas que evalúan la memoria verbal, visual y contextual en varones de 8 a 15 años.

## HIPÓTESIS

### General

Los varones de 8 a 15 años de edad mostrarán un incremento progresivo en la ejecución de las distintas tareas de memoria, así como en la capacidad de metamemoria. Lo anterior, se acompañará de cambios con la edad en el uso de estrategias y en la evocación con el uso de claves semánticas.

### Específicas

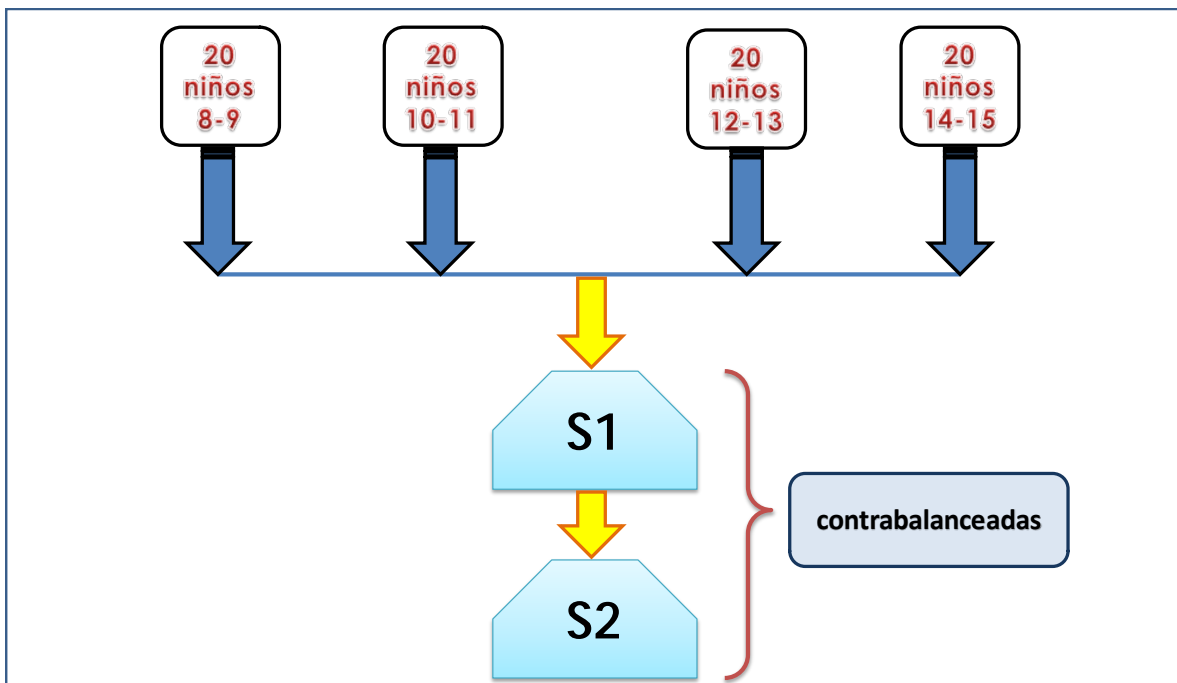
- Aunque la ejecución de los sujetos en las tareas que evalúan la memoria se incrementará significativamente con la edad, las curvas de desarrollo diferirán entre los distintos tipos de memoria.
- La capacidad de metamemoria de los sujetos se incrementará significativamente con la edad.
- En las tareas de memoria verbal y visual la ejecución será más baja en la evocación espontánea que en la evocación por claves y por reconocimiento.
- Los niños de mayor edad presentarán una mejor ejecución en los pares asociados cuando emplean la asociación semántica. No se presentarán diferencias de acuerdo con la edad en la asociación fonológica e incidental.
- Con la edad, los niños harán un mayor uso de la estrategia de categorización en las tareas que evalúan la memoria verbal y visual.



## Capítulo 4: METODOLOGÍA

### Diseño de investigación

En esta investigación se empleó un diseño cuasi-experimental de 4 grupos independientes conformados por 20 niños y jóvenes del sexo masculino. El primer grupo fue constituido por los varones de 8 a 9 años, el segundo por los niños y jóvenes de 10 a 11 años, el tercero de 12 a 13 años y el cuarto de 14 a 15 años. Como se aprecia en la figura 3, cada niño participó en dos sesiones de evaluación distribuidas de forma contrabalanceada.



**Figura 3.** Diseño de la investigación.

### Variables

#### Independiente

Grupos de edad: -8 y 9 años, 10 y 11 años, 12 y 13 años, 14 y 15 años

## Dependientes

- Puntuaciones obtenidas en las pruebas que evalúan la memoria de trabajo, implícita, explícita, prospectiva y la metamemoria.
- Estrategias empleadas en las tareas de memoria verbal y visual.

## Participantes

Se invitó a participar a 80 niños y jóvenes del sexo masculino de 8 a 15 años, sanos, diestros, con inteligencia normal o superior ( $\geq 80$ ) sin antecedentes personales o familiares de trastornos de aprendizaje, déficit de atención, enfermedades psiquiátricas y consumo de drogas (ver tabla 2). Todos los participantes provinieron de escuelas privadas de la zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco y contaron con el consentimiento informado de sus padres para participar en el estudio.

Se excluyó a todo aquel participante que no concluyó las dos sesiones de evaluación.

**Tabla 2.** Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Edad de 8- 15 años</li><li>✓ Varones</li><li>✓ Sanos: que no presente anomalías en el desarrollo y/o tenga algún tipo de trastorno neurológico o psiquiátrico.</li><li>✓ CI <math>\geq 80</math></li><li>✓ Nivel socioeconómico medio y alto</li><li>✓ Sin trastornos por déficit de atención</li><li>✓ Sin antecedentes neurológicos y Psiquiátricos</li><li>✓ Sin que estén consumiendo fármacos que afecten al sistema nervioso central</li><li>✓ Coincidencia del año escolar cursado con la edad</li></ul>	No complete las 2 sesiones de evaluación

Los participantes conformaron, según su edad, cuatro grupos de 20 integrantes: a) 8 a 9 años, b) 10 a 11 años, c) 12 a 13 años y, d) 14 a 15 años).

## Instrumentos

A continuación se describen los procedimientos de selección y evaluación.

### Selección de muestra

**Historia clínica.** Consistió en una entrevista semiestructurada donde se solicitaron datos de identificación, desarrollo, salud, hábitos.

**Criterios diagnósticos de trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH)** (Barrios, 2006; Matute 2007;). Es un cuestionario que constó de 18 preguntas para padres y maestros que agrupa los criterios diagnósticos englobados en el DSM-IV R como: inatención e hiperactividad o impulsividad. Se responde a una escala Likert en donde la puntuación máxima a obtener es de 54 puntos. Un síntoma puntúa como presente al calificarse con 2 puntos, por lo que se considera como significativa la puntuación a partir de 36 puntos. Utilizamos esta evaluación para descartar el trastorno por déficit de atención e hiperactividad, por lo que los niños que puntuaron igual o mayor a 36 quedaron fuera de la muestra.

**WISC- IV escala de inteligencia Wechsler (CI).** (Wechsler, 2007) Para niños de 6 a 16 años. Evalúa la capacidad intelectual del niño (CI Total) y el funcionamiento de áreas específicas de inteligencia. Para esta investigación se utilizó el *WISC abreviado*, el cual consiste en la aplicación de dos subpruebas: Vocabulario y diseño de cubos.

**Vocabulario:** incluye reactivos verbales y con dibujos.

Los reactivos verbales constaron de 36 palabras en donde se le pregunta al niño "¿Qué quiere decir (palabra estímulo)?" . Se calificó cada reactivo 0, 1 y 2 según la aprobación del examinador de que el niño supo el significado del objeto, sin penalizarse las dificultades de articulación, en donde 0 es el mínimo y 2 es el máximo. Los reactivos con dibujos, constan de 4 imágenes en donde se le preguntará al niño "¿Qué es esto (dibujo estímulo)? Se descontinúa después de 3 puntuaciones consecutivas en 0.

**Diseño de Cubos:** Conformado por 14 ítems donde se evaluó la capacidad de percibir y analizar formas descomponiendo en partes para

posteriormente crear un diseño idéntico. Es una tarea no verbal de formación de conceptos que requiere organización perceptual y conceptualización abstracta.

El CI se calculó sumando la puntuación estandarizada del resultado de diseño con cubos y vocabulario, multiplicándose por tres y sumándose 40 [(PE Diseño con cubos+ PE Vocabulario) (3) + 40].

## Evaluación de la memoria

Para la evaluación de los distintos tipos de memoria, se utilizaron las siguientes baterías y subpruebas.

### **Neuropsi atención y memoria** (Ostrosky-Solis, Ardila y Roselli. 2000)

Es un test neuropsicológico para individuos de 6 a 85 años que permite evaluar a detalle distintos tipos de atención entre los que se encuentran la atención selectiva, sostenida y el control atencional, así como los tipos y etapas de memoria incluyendo la memoria de trabajo, y la memoria explícita en su modalidad verbal y visual. De esta batería, para evaluar la memoria de trabajo se aplicaron las tareas descritas a continuación.

- **Dígitos en progresión:** el niño debe repetir, en el mismo orden que el examinador, las 14 series de 3 a 9 dígitos en orden creciente. La puntuación obtenida es equivalente al número máximo de dígitos que el niño logre repetir, siendo 9 la puntuación más alta.
- **Cubos en progresión:** se colocan los cubos hacia el examinador y se señalan en presencia del niño. Se le pide al niño que los señale en el mismo orden que el examinador, si fracasa al primer ensayo se aplica el segundo. Si fracasa en 2 ensayos consecutivos se suspende la tarea. Son 9 ensayos y se otorga un punto por cada ensayo correcto, por lo que la puntuación máxima será de 9.
- **Dígitos en regresión:** el niño debe repetir en orden inverso las 14 series de 2 a 8 dígitos en orden creciente. La puntuación más alta es 8.
- **Cubos en regresión:** se colocan los cubos hacia el examinador y se señalan en presencia del niño. Se le pide al niño que los señale en orden inverso, si fracasa al primer ensayo se aplica el segundo. Si

fracasa en 2 ensayos consecutivos se suspende la tarea. La puntuación máxima es de 9.

- **Curva espontánea (lista de palabras):** se lee al niño una lista de 12 palabras, una a la vez, una por segundo, el niño las debe repetir sin importar el orden después del examinador. Se repite la lista cuatro veces, sin importar si las menciona todas. Se da 1 punto por cada palabra recordada por ensayo. El puntaje total se obtiene del promedio de la sumatoria de aciertos en cada ensayo, siendo 12 el puntaje máximo posible. Adicionalmente, se mide la estrategia de categorización al evocar la lista de palabras. La Categorización es la evocación serial de dos o más palabras que pertenecen a una misma categoría (frutas, animales o partes del cuerpo). En el cuarto ensayo se otorga 1 punto si se recuerdan 2 palabras de la misma categoría, 2 puntos si se evocan 3 palabras y 3 puntos si se evocan 4 palabras. Puntuación máxima de 9.
- **Copia de figura de Rey:** Se le muestra al niño la figura compleja pidiéndole que la copie teniéndola a la vista en un tiempo límite de 5 minutos. Se califica de acuerdo al tamaño, forma y ubicación considerando las 18 partes que conforman la figura, otorgando 0 si está ausente o irreconocible, 1 si es correcta pero está mal ubicada o bien ubicada pero irreconocible y 2 cuando está bien ubicada y es reconocible. La puntuación máxima es de 36 puntos.
- **Codificación de memoria lógica (historias):** se leen 2 historias al niño y se le pide que al finalizarlas diga todo lo que puede recordar. Cada historia se encuentra dividida en 16 unidades de la historia (específicos) y 5 unidades del tema (generales). Se otorga 0 si la unidad no está presente y 1 cuando se encuentra presente. La puntuación máxima posible es de 16 puntos para cada historia.
- **Codificación de caras:** Se le muestran 2 láminas de caras con nombre y apellido y posteriormente se le pide que mencione los nombres de las personas que se le acaban de mostrar. Se califica con 0 si no recuerda nombre y apellido, 1 cuando recuerda el nombre o el apellido, y 2 si recuerda ambos. La puntuación máxima es de 4 puntos.
- **Codificación de pares asociados:** se lee al niño una lista de 12 pares de palabras, posteriormente se le dice sólo la primera palabra de manera que el niño debe decir la segunda. Se aplica 3 veces

consecutivas aunque no se completen los 12 pares. Se otorga 1 punto a las respuestas correctas y 0 a las incorrectas. La puntuación máxima es de 12. Adicionalmente, se midieron las estrategias que el niño utilizó para evocar la evocación de los pares asociados:

- o Asociación semántica: Es la evocación de dos o más palabras que tienen una relación conceptual.
- o Asociación fonológica: Es la evocación de más de dos palabras que son muy parecidas por su sonido (fonema) y estas se suman para dar la calificación de asociación fonológica.
- o Asociación incidental: Es la evocación de dos palabras que no guardan ninguna asociación entre si y estas se suman para dar la calificación de asociación incidental.

Tareas de evocación diferida

Después de haber transcurrido aproximadamente 20 minutos se aplican las siguientes tareas:

- **Memoria verbal espontánea (recuperación de lista de palabras)**: de la lista de 12 palabras mencionada anteriormente, el niño debe mencionar las que recuerde, se califica con 1 punto por cada palabra recordada siendo 12 la puntuación máxima.
- **Memoria verbal por claves (lista de palabras)**: tras la evocación verbal espontánea se le proporcionan claves semánticas al niño (frutas, partes del cuerpo, animales) otorgando 1 punto por cada respuesta correcta siendo 12 la puntuación máxima.
- **Memoria verbal por reconocimiento (lista de palabras)**: se lee una lista de palabras al sujeto pidiéndole que indique "SI" cuando la palabra pertenezca a la lista previamente memorizada y "NO" cuando sea desconocida. El 50% de las palabras pertenecen a la lista inicial. Se calificó con 1 punto a cada respuesta correcta, de manera que 12 es la puntuación máxima.
- **Recuperación de figura de Rey**: se le pide al niño que dibuje la figura presentada con anterioridad, en esta ocasión sin el apoyo de la lámina. Los criterios son los mismos que en la evocación inmediata, de manera que la puntuación máxima es de 36.
- **Evocación Memoria lógica verbal (historias)**: se pide al niño que recuerde las historias previamente leídas. Los criterios de calificación son los mismos que en la evocación inmediata.

- **Reconocimiento de caras** se solicita al niño que proporcione los nombres y apellidos de las personas vistas en las imágenes anteriores, si no las recuerda se le da una clave por cada imagen a recordar. Se otorga 2 si el nombre es correcto, 1 si es correcto después de darle clave y 0 si no lo recuerdo a pesar de la clave. se otorga la misma puntuación a la evocación del apellido, de manera que la puntuación máxima es de 8.
- **Evocación de pares asociados:** se le pide al niño que recuerde los pares de palabras mencionados anteriormente. Se le menciona la primer palabra y el completará la segunda. Se otorga 1 punto por cada par correcto de manera que 12 es la puntuación máxima.

**La Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI)** (Matute, Roselli, Ardila, y Ostrosky-Solis, 2007). Esta batería evalúa un amplio aspecto de funciones neuropsicológicas en niños de 5 a 16 años. Aunque esta batería comprende la evaluación de 12 procesos neuropsicológicos, en esta investigación sólo se aplicó la prueba de lista de figuras, la cual consiste en mostrar una lista de 12 figuras. Se le pide al niño que las vea con atención pues tendrá que dibujarlas en 4 ensayos. La puntuación se obtendrá de la sumatoria de aciertos de cada ensayo, por lo que la puntuación máxima será de 48. Adicionalmente, se evaluará la categorización que consiste en la evocación serial de más de dos figuras que pertenecen a una misma categoría (círculos, cuadrados y triángulos). En el cuarto ensayo se otorga 1 punto si se recuerdan 2 figuras de la misma categoría, 2 puntos si se evocan 3 figuras y 3 puntos si se evocan 4 figuras. Puntuación máxima de 9.

Después de 20 minutos se aplicarán las siguientes tareas:

- **Lista de figuras (evocación espontánea):** Se le pide al niño que recuerde las figuras que dibujo con anterioridad, si no las recuerda se suspende la tarea. Se otorga 1 punto por cada respuesta correcta, de manera que 12 es la puntuación.
- **Lista de figuras (evocación por claves):** Se le pide al niño que de la lista de figuras dibuje todas que las que son cuadradas, si las dibuja todas o pasan 20 segundos se sigue a la siguiente categoría. Se asigna 1 punto por cada respuesta correcta por lo que 12 es la puntuación máxima.

- **Lista de figuras (de reconocimiento):** Se le pide al niño que de una lista de 24 figuras identifique cuales son aquellas que dibujo varias veces. Se otorga 1 punto por cada respuesta correcta, de manera que 24 es el puntaje máximo tomando en cuenta el reconocimiento de las figuras nuevas y viejas.

**Test de Rivermead (RBMT-3)** (Wilson, Greenfield, Clare, Baddeley, Cockburn, Watson, Tate, Sopena, Nannery, y Crawford, 2008). Se trata de una escala estandarizada diseñada para detectar problemas de memoria de los 5 a los 96 años. El RBMT está compuesto por 6 sub tareas análogas a las situaciones cotidianas, cuya duración es de 30 minutos aproximadamente. Los sub escalas evalúan aspectos de memoria prospectiva, memoria implícita en su modalidad visuoespacial y memoria explícita en su modalidad visual y visuoespacial, además de la capacidad para aprender nueva información. De esta prueba se aplicaron las tareas descritas a continuación:

#### Tareas de evocación inmediata

- **Pertenencias:** se le piden al niño 2 posesiones y se esconden en algún lugar del aula, al final de la prueba, cuando el examinador diga "Hemos terminado la prueba" el niño deberá pedir sus pertenencias.
- **Señalamiento o Citas:** se programará la alarma para 25 minutos y se le dirán al niño 2 preguntas que debe recordar al sonar la alarma.
- **Presentación de rostros:** se presentan al niño 15 imágenes, uno a la vez durante 3 segundos por dibujo.
- **Figura novedosa:** el examinador muestra la forma de armar una figura de 6 piezas de colores dentro de una plantilla con un orden establecido. La prueba se interrumpe después de 60 segundos. El niño tendrá que armarla en el orden que se le indico en 3 ocasiones. La puntuación se obtuvo de la suma de respuestas correctas por color (1 punto por cada color colocado correctamente), por posición correcta (1 punto por cada pieza colocada en la posición correcta) y por secuencia correcta (1 punto por cada pieza que va en el orden que fue mostrado por el examinador, no se considera la última). El puntaje máximo es 17.
- **Rutas y mensajes:** se traza una ruta de 6 escalas dentro de la habitación, que el examinador recorrerá con 1 sobre y un libro, los



cuales colocará en alguna de las 6 escalas. El niño deberá ejecutar el recorrido al terminar el examinador; se registra si el niño toma el sobre y el libro y los deja en el lugar correcto. Si la ruta se completa correctamente se le otorgan 13 puntos.

#### Tareas de evocación diferida

Después de aproximadamente 25 minutos se aplican las siguientes tareas:

- **Recuperación de pertenencias:** se indica al niño que la prueba ha terminado, se hace una pausa de 5 segundos para ver si el niño pregunta espontáneamente. Se otorga 1 punto si se recuerda las pertenencias con sugerencia y 2 si las recuerda espontáneamente. Además, se otorga 2 puntos si recuerda el lugar en donde se guardaron las pertenencias espontáneamente y 1 si lo hace con sugerencia. El puntaje máximo es 8.
- **Recuperación de rostros:** de un listado de 30 caras, se le pide al niño que reconozca los primeros 15 rostros que vio en la primera presentación, la mitad de los rostros son distractores. El puntaje se obtiene al restar los falsos que indicó como verdaderos del número de imágenes identificadas correctamente, dando un puntaje máximo de 15.
- **Recuperación de rutas y mensajes:** se le pide al examinador que recuerde la ruta trazada anteriormente y la recorra nuevamente. Si la ruta es completada correctamente la puntuación es de 13 puntos (1 punto si visita los lugares correctos sin importar el orden, 1 punto si los puntos de inicio y final son correctos y 1 punto si el orden en que visita los lugares es correcto).
- **Recuperación de señalamiento o citas:** se le pide al niño que recuerde lo que sucedería al sonar la alarma. Si el niño se confunde se le puede dar una pista. Se califica con 1 si la pregunta fue hecha por sugerencia y 2 si fue espontánea. El puntaje máximo es de 4.

**Test de Memoria contextual (CMT)** (Toglia, 1993). Evalúa la conciencia y estrategias de memoria, provee medidas acerca de la conciencia de la capacidad de memoria ante preguntas generales, predicción y estimación de la capacidad de memoria a la ejecución y seguimiento de tareas, el recuerdo de objetos dibujados con recuerdo inmediato y diferido (15 a 20 minutos después) y el uso de estrategias. La prueba consiste en

una tarjeta con 20 imágenes diferentes pertenecientes a un tema específico (restaurante) con el cual los niños se encuentran familiarizados cotidianamente. Además la prueba contiene un cuestionario de metamemoria que permite evaluar la conciencia de la capacidad de memoria a través de cuatro preguntas tipo likert: 1) ¿Qué tan frecuentemente olvidas cosas que pasaron el día anterior?, 2) ¿Qué tan frecuentemente olvidas detalles importantes?, 3) ¿Qué tan frecuentemente olvidas cosas que la gente te dice?, 4) ¿Qué tan frecuentemente olvidas las cosas que han pasado unos minutos antes? Para responder a estas preguntas, el niño debía seleccionar alguna de estas opciones: a) casi todo el tiempo, b) como 3/4 de las veces, c) la mitad de las veces, d) como 1/4 de las veces, e) casi nunca. Se asignaba un punto a la mayor frecuencia y 5 a la menor. Finalmente, se sumaba la puntuación de las cuatro preguntas.

Evalúa aspectos de la memoria contextual y la metamemoria.

**Torres de Hanoi (THO):** (François Edouard Anatole Lucas en 1883): Esta tarea se aplicaba 5 veces con la finalidad de medir la memoria implícita procedimental. Consiste en 3 torres colocadas en línea recta y 4 discos de diferentes tamaños. El problema consiste en mover todos los discos a otro poste con las condiciones siguientes: mover solo uno a la vez, los discos siempre tienen que estar colocados en un poste y no se puede colocar un disco mayor sobre uno menor. La puntuación se obtuvo de la diferencia de restarle el quinto, al primero ensayo (E1-E5) tanto para el *tiempo* como para el número de *movimientos*. La prueba de Torres de Hanoi ha sido empleada por diversos autores para evaluar la memoria procedimental (Hömberg, Bickmann y Müller, 1993; Mañeru, Junqué, Botet, Tallada, Serraga y Narberhaus, 2002; Sánchez, Serrano, Feldman, Tufro, Rugilo y Allegri, 2004).

**Priming semántico:** En esta tarea se le pidió al sujeto que lea una serie de 20 láminas con palabras completas (una palabra por lámina) y que califique de 1 a 5 según la familiaridad (1 si le resulta poco familiar, 5 si le resulta muy familiar). Posteriormente, transcurridos 10 minutos se le presentan 56 tarjetas con palabras incompletas por un lapso de 5 segundos cada una; 20 de ellas corresponden a las palabras mostradas anteriormente y el resto son palabras nuevas. El participante debe llenar los espacios en blanco tratando de formar la primera palabra que le venga a

la mente. El objetivo de esta tarea es medir el efecto del Priming, de manera que se espera que aquellas palabras que fueron mostradas con anterioridad al mostrarse incompletas, sean más fáciles de reconocer. Se contabiliza en número de palabras correctas vistas con anterioridad y las palabras correctas nuevas. La puntuación se obtuvo restando el número de palabras correctas nuevas al número de palabras correctas vistas con anterioridad.

En la tabla 3 se describen los tipos de memoria que evalúa cada tarea, así como la modalidad sensorial implicada, la forma de evocación y la batería a la que pertenecen (de ser el caso).

**Tabla 3. Tipos de memoria evaluados.**

Tipo de Memoria	Modalidad sensorial	Batería	Sub-prueba	Evocación
Memoria de trabajo	Verbal	Neuropsi, A y M	Retención de dígitos en regresión	Inmediata
	Espacial	Neuropsi A y M	Cubos en regresión	Inmediata
Memoria implícita	Visual	-----	Hanoi	
	Verbal	-----	Priming. Presentación	
	Visual-espacial	Test Rivermead	Figura novedosa (Tarea original)	Inmediata
	Visual	Test Rivermead	Reconocimiento de rostros	Diferida
Memoria explícita	Verbal	Neuropsi A y M	Cubos en progresión	Inmediata
	Verbal	Neuropsi, A y M	Retención de dígitos en progresión	Inmediata
	Verbal	Neuropsi, A y M	Codificación de pares asociados	Inmediata Diferida
	Verbal	Neuropsi, A y M	Codificación de lista de palabras	Inmediata Diferida Por claves Reconocimiento
	Verbal	Neuropsi, A y M	Codificación de la memoria lógica(historias)	Inmediata Diferida
	Visual	Neuropsi, A y M	Copia de figura de Rey	Copia Diferida
	Visual	Neuropsi, A y M	Codificación de caras	Inmediata Diferida Nombres Reconocimiento
	Visual	ENI	Codificación de lista de figuras	Inmediata Diferida Clave semántica Reconocimiento
	Visuo-espacial	Test Rivermead	Rutas y mensajes	Inmediata Diferida
Memoria prospectiva	Espacial	Test Rivermead	Señalamiento o citas	Recuperación espontánea por claves
	Espacial	Test Rivermead	Pertenencias	Diferida
Memoria contextual	Visual	Contextual Memory Test	Tarjera de estímulos	Inmediata Diferida

## Procedimiento

Primeramente, para seleccionar a los niños, se contactó a los directivos de escuelas privadas de la zona Metropolitana de Guadalajara, se les explicó en qué consistía la investigación y se les pidió que permitan a sus estudiantes participar en la misma. Una vez que los directivos aceptaron, se les pidió que realizaran una preselección de participantes, descartando aquéllos que muestren algún trastorno de aprendizaje, de la

conducta o emocional. Posteriormente, se realizó una reunión con los padres de familia de los chicos preseleccionados para explicarles en qué consistía la investigación y se les pidió su autorización.

Los niños preseleccionados cuyos padres autorizaron su participación en la investigación, fueron evaluados en una sesión de tamizaje, la cual tuvo una duración de aproximadamente 45 minutos. En esta sesión se evaluó el CI. Además, se aplicaba a los padres telefónicamente la historia clínica del niño y el cuestionario para determinar si había síntomas de TDAH (tabla 4).

**Tabla 4.** Aspectos evaluados en el Tamizaje.

<b>Aspectos a evaluar</b>	<b>Test de evaluación</b>
Historia clínica	Entrevista semiestructurada
CI	WISC abreviado
TDAH	DSM-IV Adaptado Neuropsi

Los niños que cumplieron con los criterios de inclusión fueron evaluados individualmente en otras dos sesiones, con una duración aproximada de hora y media. En estas sesiones se aplicaron los instrumentos de evaluación de la memoria y metamemoria. Las evaluaciones se llevaron a cabo dentro de las instituciones educativas, en un cubículo bien iluminado y ventilado con poco ruido. En la tabla 5 se describen las tareas que se aplicaron en cada sesión de evaluación, así como los tipos de memoria que se evaluaron, la modalidad sensorial implicada, la forma de evocación y la batería a la que pertenecen (de ser el caso).

**Tabla 5.** Tareas evaluadas en cada sesión

Sesión	Batería	Tipo de memoria	Sub-prueba	Modalidad sensorial	Evocación
1	Neuropsi, A y M	Trabajo	Retención de dígitos en regresión	Verbal	Inmediata
		Trabajo	Cubos de regresión	Espacial	Inmediata
		Explícita	Cubos de progresión	Espacial	Inmediata
		Explícita	Codificación de caras	Visual	Inmediata
					Nombres
		Explícita	Reconocimiento de caras	Visual	Diferida
		Explícita	Retención de dígitos en progresión	Verbal	Inmediata
		Explícita	Codificación de pares asociados	Verbal	Inmediata
					Diferida
		Explícita	Figura de Rey	Visual	Copia
					Diferida
		Explícita	Curva espontánea (lista de palabras)	Verbal	Inmediata
		Explícita	Memoria verbal espontánea (recuperación de lista de palabras)	Verbal	Diferida
				Por Claves	
Explícita	Memoria verbal por reconocimiento (lista de palabras)	Verbal	Diferida		
			Reconocimiento		
Explícita	Codificación de la memoria lógica(historias)	Verbal	Inmediata		
			Diferida		
Otro	Implícita (procedimental)	Hanoi	Visual		
Neurofisiología de la memoria	Implícita	Priming. Presentación	Verbal		
2	Test Rivermead	Implícita	Reconocimiento de rostros	Visual	Diferida
		Explícita	Rutas y mensajes	Visuo-espacial	Inmediata
					Diferida
		Prospectiva	Señalamiento o citas	Espacial	Espontánea o por claves
		Prospectiva	Pertenencias	Espacial	Diferida
	Implícita	Figura novedosa (Tarea original)	Visual-espacial	Inmediata	
	ENI	Explícita	Codificación de lista de figuras	Visual	Inmediata
					Claves
	Explícita	Lista de figuras por reconocimiento	Visual	Reconocimiento	
	Contextual Memory Test	Contextual	Tarjera de estímulos	Visual	Inmediata
Diferida					

## Análisis Estadístico

Para determinar si había diferencias con la edad en los distintos tipos de memoria, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) de grupos independientes.

Para comprobar si con la edad la percepción de las propias capacidades de memoria se acercaba más al desempeño mnémico real (metamemoria), se realizó una correlación de Spearman entre la puntuación de la tarea de memoria contextual (evocación inmediata y diferida) y la puntuación del cuestionario de metamemoria de esa misma prueba. Se extrajo, de forma independiente, la correlación por cada grupo de edad.

Para analizar si había diferencias entre los grupos y el tipo de evocación, se corrió un ANDEVA mixto de parcelas divididas (4X3; grupos por evocación).

Para determinar en los pares asociados el impacto que cada tipo de asociación (semántica, fonológica e incidental) tuvo en la ejecución, se realizó un análisis de varianza de parcelas divididas (4X3; grupos por forma de asociación).

Por último, para determinar si habían diferencias en la utilización de la estrategia de categorización tanto en la lista de palabras como de figuras (evocación inmediata y diferida espontánea), se usó un ANDEVA de un sólo factor.

Al finalizar cada análisis de varianza, se llevó a cabo una comparación a *post hoc* de Tukey ( $p < 0.05$ ) para determinar el sentido de las diferencias. Todos los análisis anteriores se realizaron con el programa SPSS versión 17.

## Capítulo 5: RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las comparaciones entre los grupos 1 (8-9 años), 2 (10-11 años), 3 (12-13 años) y 4 (14-15 años).

### **Diferencias entre los grupos en cada tarea de memoria**

Se encontraron diferencias significativas para la *memoria explícita verbal* en las tareas de codificación de lista de palabras y memoria lógica verbal (historias); para la *memoria explícita visual* en las tareas de cubos en progresión, figura de Rey, evocación diferida de la figura de Rey, codificación de caras, codificación de lista de figuras total, evocación de la lista de figuras, recuperación por claves de la lista de figuras; para la *memoria contextual* en las tareas de codificación restaurante, recuperación restaurante; para la *memoria prospectiva* en la tarea de señalamiento; para la *memoria de trabajo* en las tareas de cubos en regresión, dígitos en regresión. En general se observó que hay un incremento de la ejecución conforme se incrementa la edad de los 8 y 9 hasta los 12 y 13 años. Sin embargo, en la figura de Rey (evocación de la Figura de Rey) y en la codificación de caras, los niños de 10 y 11 años superan significativamente a los de 8 y 9 años (Tabla 6).



Tabla 6. Puntuaciones en las diferentes tareas para cada uno de los tipos de memoria. Se presenta, para cada grupo y tarea, la media y la desviación estándar. También se presentan los valores F, la significancia de las comparaciones entre los grupos (ANDEVAS) y el tamaño del efecto. Cuando la significancia fue mayor a 0.05 se presentan los grupos entre los que se encontraron diferencias significativas.

Memoria	Tarea	Grupos								F (3,76)	P	Tukey	Tamaño del efecto $\eta^2$
		1 (8-9)		2 (10-11)		3 (12-13)		4(14-15)					
		Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.				
Memoria explícita verbal	Dígitos en progresión	5.35	.745	5.75	.786	5.85	.988	5.35	.489	2.31	.082		.084
	Cod. Lista de palabras	7.08	1.86	8.00	1.07	8.16	1.03	8.15	.809	3.41	.022	1-3 1-4	.119
	Evocación espontánea de lista de palabras	8.25	1.97	8.55	1.84	9.10	1.41	9.05	1.90	1.03	.382		.039
	Lista de palabras por claves	8.70	1.89	8.75	1.71	9.70	1.21	9.45	1.63	1.88	.139		.069
	Lista de palabras reconocimiento	11.60	.821	10.90	1.55	11.40	.754	10.20	3.59	1.88	.140		.069
	Categorización de Lista de Palabras	3.40	.187	2.70	1.59	3.60	1.27	4.05	2.03	2.13	.103		.078
	Codificación de pares asociados	8.40	2.76	8.95	1.75	9.38	1.92	8.61	1.88	.815	.490		.031
	Evocación de pares asociados	10.20	2.46	10.70	1.38	10.80	1.98	10.40	1.90	.390	.760		0.15
	Asociación incidental	3.25	1.37	3.70	.657	3.45	.999	3.25	.967	.860	.466		.033
	Asociación fonológica	3.20	1.24	3.55	.826	3.65	.745	3.50	.946	.818	.488		.031
	Asociación semántica	3.65	.587	3.85	.366	4.00	.000	3.80	.410	2.57	.060		.092
	Memoria lógica verbal total historias	9.73	2.38	10.73	1.72	11.13	2.33	10.98	2.13	1.71	.170		.064
	Memoria lógica verbal total tema	4.70	.616	4.78	.380	4.70	.801	4.60	.528	.286	.836		.011
	Recuperación memoria lógica total historias	9.13	2.38	10.40	1.81	10.90	2.10	9.95	1.90	2.66	.054	1-3	.095
	Recuperación memoria lógica verbal total tema	4.65	.630	4.83	.406	4.75	.414	4.70	.340	.525	.666		.020

Memoria	Tarea	Grupos								F (3,76)	P	Tukey	Tamaño del efecto $\eta^2$
		1 (8-9)		2 (10-11)		3 (12-13)		4(14-15)					
		Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.				
Memoria explícita visual	Cubos en progresión	8.67	2.19	10.80	1.96	11.05	2.19	11.00	1.81	5.56	.002	1-2 1-3 1-4	.197
	Figura de Rey	31.90	5.06	35.25	1.51	33.85	3.06	35.40	.883	5.53	.002	1-2 1-4	.179
	Evocación de la figura de Rey	17.27	6.22	23.15	8.78	22.10	5.71	24.00	4.54	4.27	.008	1-2 1-4	.144
	Codificación de caras	3.15	1.26	3.90	.308	3.90	.447	4.00	.000	6.54	.001	1-2 1-3 1-4	.205
	Evocación caras	3.55	2.52	5.00	2.29	5.20	2.31	5.40	2.41	2.47	.068		.089
	Reconocimiento caras	1.65	.587	1.65	.745	1.45	.826	1.65	.587	.415	.743		.016
	Codificación lista de figuras total	7.41	1.47	8.39	1.91	9.29	1.02	8.25	1.62	4.94	.003	1-3	.163
	Evocación espontánea de lista de figuras	8.95	2.01	9.55	2.37	10.90	1.16	10.35	1.78	4.16	.009	1-3	.141
	Lista de figuras por claves	9.55	2.01	10.30	1.72	11.15	.813	10.65	1.38	3.77	.014	1-3	.130
	Lista de figuras por reconocimiento	11.70	.470	11.60	.681	11.75	.550	11.80	.410	5.05	.680		.020
	Categorización de Lista de Figuras	3.80	2.19	4.45	2.64	6.80	2.19	6.40	2.94	6.77	< .001	1-3 1-4 2-3	.211
Memoria explícita visuo-espacial	Codificación de ruta	17.75	1.80	18.15	1.46	17.90	1.29	18.25	1.51	.447	.720		.017
	Recuperación ruta	17.40	2.25	17.85	2.15	17.95	2.11	18.10	1.37	.451	.717		.017

Memoria	Tarea	Grupos								F (3,76)	P	Tukey	Tamaño del efecto $\eta^2$
		1 (8-9)		2 (10-11)		3 (12-13)		4 (14-15)					
		Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.				
Memoria contextual	Codificación restaurante	11.45	2.70	12.90	2.78	14.10	2.44	14.35	2.64	5.02	.003	1-3 1-4	.165
	Recuperación restaurante (Mem. Epi.)	9.35	2.99	10.70	2.95	12.30	2.55	12.05	2.72	4.68	.005	1-3 1-4	.156
Memoria implícita	Tarea original total	38.15	8.98	38.50	12.30	42.75	7.53	39.95	9.58	.920	.436		.035
	Reconocimiento de rostros	12.65	1.75	11.75	2.61	12.75	1.55	12.80	2.37	1.09	.357		.041
	Torres de Hanoi movimientos	16.15	27.18	4.95	29.93	11.05	11.5 3	9.85	15.9 6	.836	.478		.032
	Torres de Hanoi tiempo	92.60	98.11	65.90	128.67	62.75	50.7 5	55.15	51.3 8	.677	.569		.026
	Priming	5.10	3.74	6.25	2.73	6.00	3.32	6.75	3.85	.807	.494		.031
Memoria prospectiva	Señalamiento	2.90	1.16	3.25	1.11	3.70	.657	3.75	.550	3.87	.012	1-3 1-4	.133
	Recuperación de pertenencias	7.05	1.76	7.90	.447	7.30	1.17	7.60	.821	2.02	.117		.074
Memoria de trabajo	Cubos en regresión	6.44	2.06	7.55	2.35	8.63	2.56	7.67	2.41	2.66	.05	1-3	.105
	Dígitos en regresión	3.45	.887	3.75	.786	4.20	.696	4.00	.858	3.19	.028	1-3	.112

## Capacidad de metamemoria

Únicamente se encontró una relación significativa entre la puntuación de la prueba de *metamemoria* con la *memoria contextual en la evocación diferida* (Tabla 7). Además, se observa que con la edad existe un incremento de la correlación en la metamemoria y la ejecución en la memoria contextual.

**Tabla 7. Correlación entre las puntuaciones del cuestionario de metamemoria y memoria contextual inmediata y diferida.**

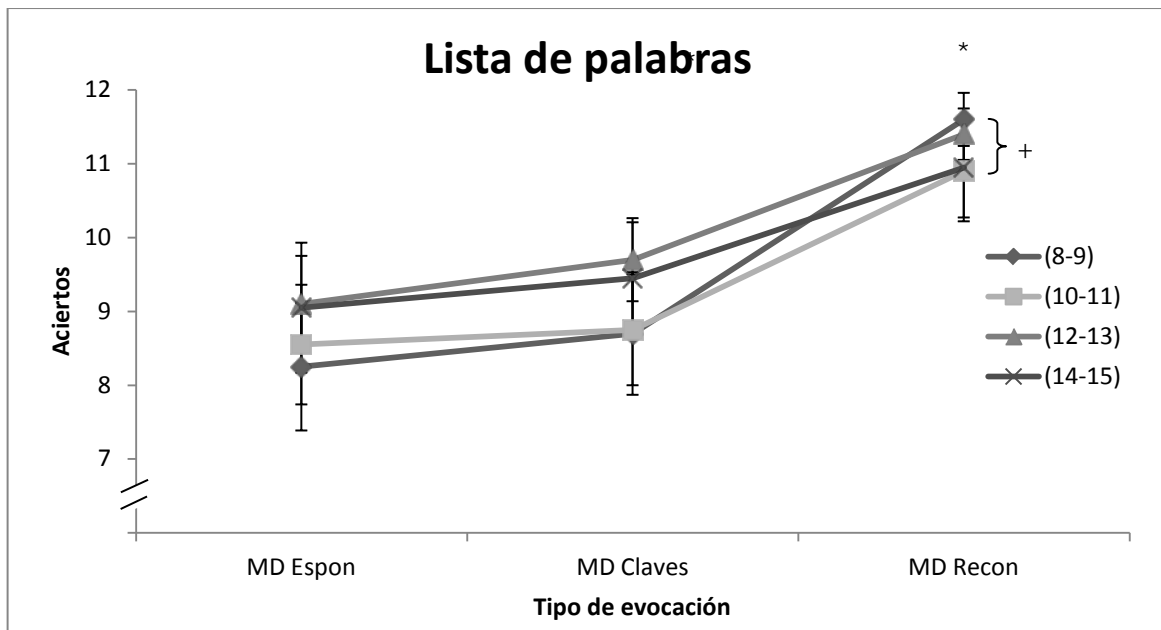
Edad	Metamemoria – M. contextual inmediata		Metamemoria – M. contextual diferida	
	R	P	R	P
8-9	-.29	.905	.062	.796
10-11	-.116	.626	-.067	.778
12-13	.308	.187	.274	.242
14-15	.307	.188	.441	<b>.050</b>

## Diferencias de acuerdo al tipo de evocación (espontánea, por claves o por reconocimiento).

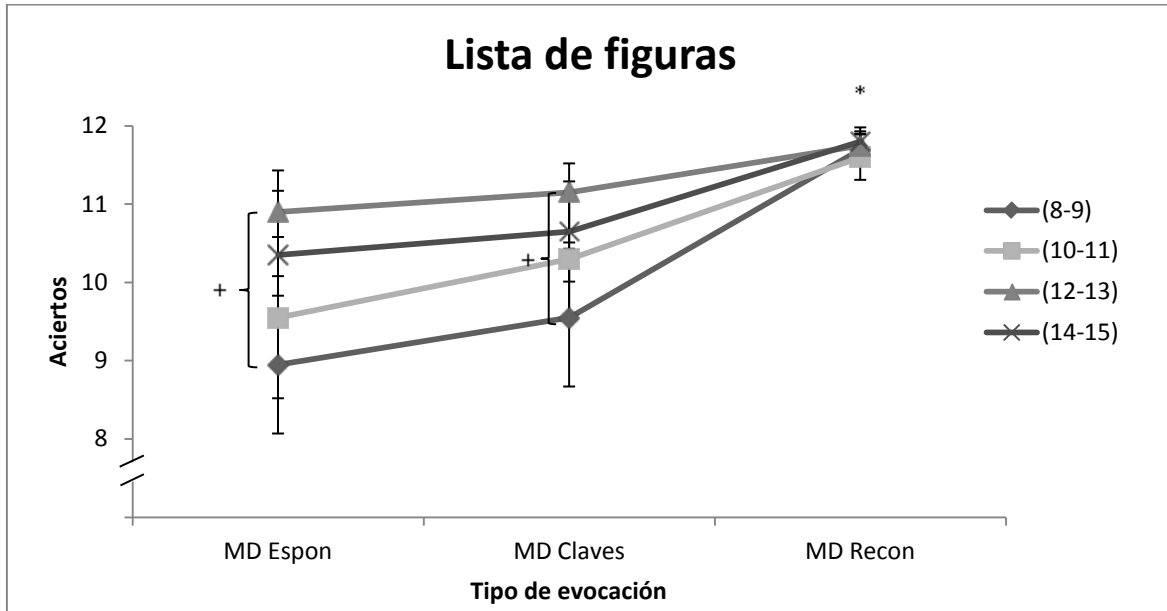
En la lista de palabras, no se encontraron diferencias significativas entre grupos ( $F(3,76) = .79, p = .501$ ), pero sí hubo diferencias significativas entre las formas de evocación ( $F(2,152) = 68.30, p < .001$ ) e interacciones significativas ( $F(6,152) = 3.14, p = .006$ ). Como se aprecia en la figura "4a" los participantes presentan una mejor ejecución ante el reconocimiento que ante la evocación espontánea y por claves. Además, los niños de 8-9 años presentan una mejor ejecución que los de 14-15 en el reconocimiento.

En la lista de figuras, se encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $F(3,76) = 3.78, p = .014$ ), entre las formas de evocación

( $F(2,152)=52.25$ ,  $p<.001$ ), así como interacciones significativas ( $F(6,152)=2.42$ ,  $p= .029$ ). Los niños del grupo 3 presentan una mejor ejecución en la lista de figuras, independientemente de la forma de ejecución. Como se aprecia en la figura "4b" los participantes presentan una mejor ejecución ante el reconocimiento que ante la evocación espontánea o por claves. Además, los niños del grupo 3 (12 a 13 años), presentan una mejor ejecución que los niños del grupo 1 (8-9 años) ante la evocación libre y por claves.



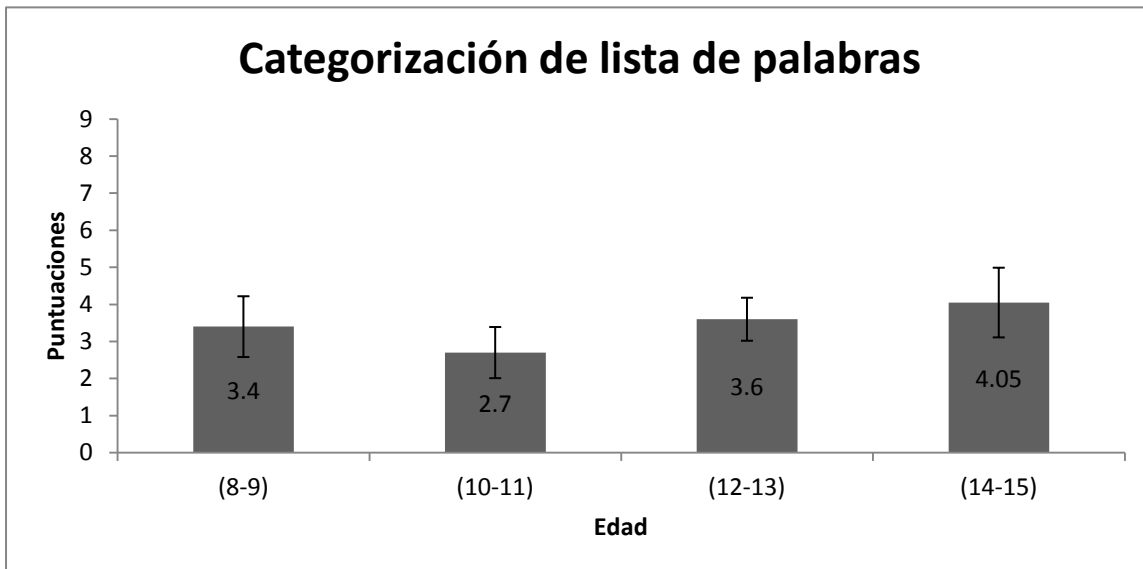
**Figura 4a.** Puntuaciones (MD  $\pm$  E.E.) en la evocación diferida espontánea, por claves y por reconocimiento de la lista de palabras. \* muestra la diferencia significativa ( $p < .01$ ) entre los tipos de evocación y + la interacción significativa ( $p = .05$ ). Como se puede apreciar, el reconocimiento de los niños de 8-9 años es mayor a los de 14-15.



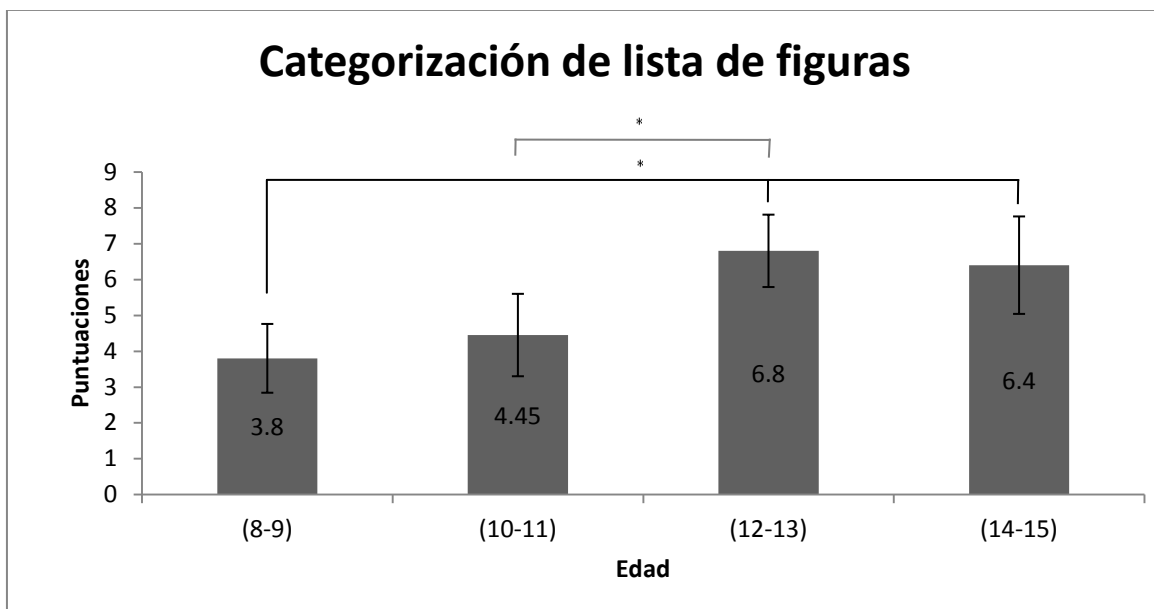
**Figura 4b.** Puntuaciones (MD  $\pm$  E.E.) en la evocación diferida espontánea, por claves y por reconocimiento de la lista de figuras. \* muestra la diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) entre los tipos de evocación y + la interacción significativa. Como se puede apreciar, el desempeño en la recuperación espontánea y por claves de los niños de 12-13 años es mayor a los de 8-9.

### Diferencias entre los grupos en la estrategia de categorización

La puntuación de categorización no mostró diferencias significativas en la lista de palabras ( $F(3,76) = 2.13, p = .103$ ) (figura 5a), aunque sí lo hizo en la lista de figuras ( $F(3,76) = 6.77, p = <.001$ ) (figura 5b). Como se puede apreciar en la figura 5b, los niños de 14-15 y 12-13 años emplean con más frecuencia las estrategia de categorización que los de 8-9 y 10-11 años.



**Figura 5a.** Puntuaciones de categorización (MD ± E.E.) en cada grupo en la lista de palabras.

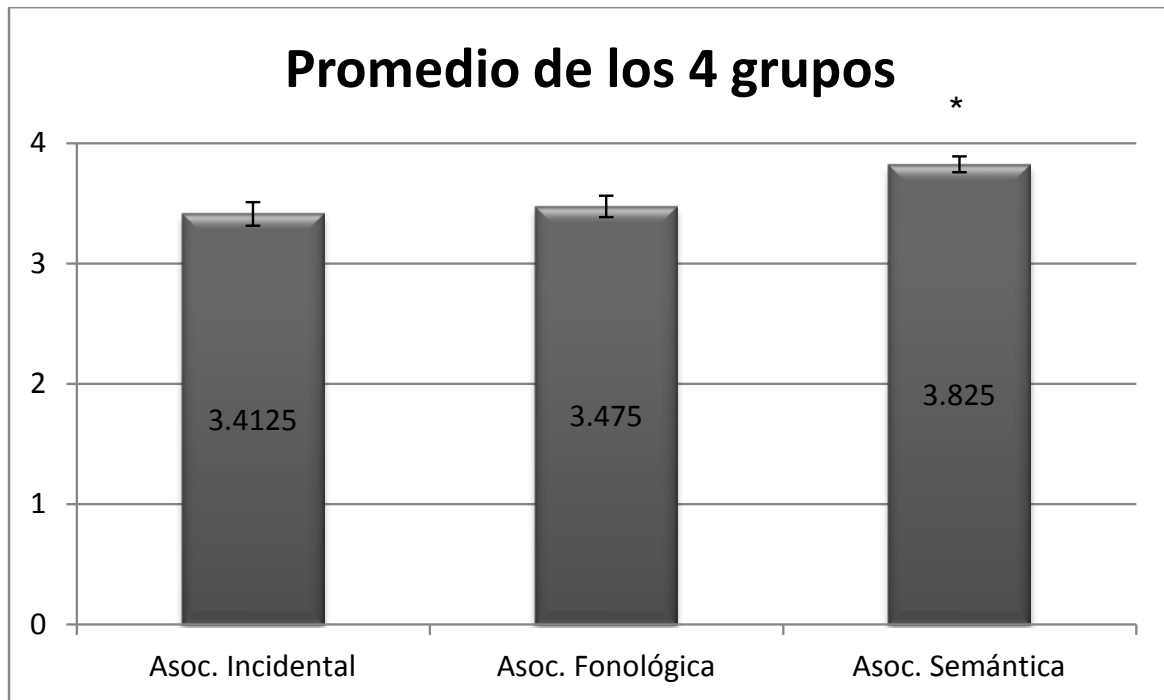


**Grafica 5b.** Puntuaciones de categorización (MD ± E.E.) en cada grupo en la lista de figuras. \* muestra las diferencias significativas ( $p < .01$ ) entre los grupos.

### Diferencias entre grupos de acuerdo al tipo de asociación en los pares asociados

En los pares asociados, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos ( $F(6,152) = .58, p = .740$ ) ni en las interacciones ( $F(3,76) = 1.24,$

$p=.300$ ), pero sí entre las distintas formas de asociación ( $F(2,152)= 8.94, p < .001$ ). En la figura 6 se aprecia como los participantes recuerdan mejor los pares asociados semánticamente, que los asociados incidentalmente o fonológicamente.



**Figura 6.** Puntuaciones (MD ± E.E.) de los participantes de acuerdo a cada tipo de asociación en la tarea de pares asociados. \* muestra la diferencia significativa ( $p < .001$ ) entre los pares asociados semánticamente que de forma fonológica o incidental.



## **Capítulo 6: DISCUSIÓN**

Tal como se había hipotetizado, el desempeño de los niños en algunas de las tareas de memoria explícita mostró un incremento con la edad. Sin embargo, estos cambios fueron más evidentes en las tareas visuales que en las verbales, no encontrándose en la memoria visoespacial. También se observó un incremento en el desempeño con la edad en la memoria prospectiva y la memoria de trabajo. En la memoria implícita no hubo diferencias entre los grupos.

La relación entre la metamemoria y la ejecución de la memoria se incrementa con la edad. En las tareas de memoria explícita verbal y visual la evocación de la memoria fue mejor durante el reconocimiento que durante la evocación espontánea o por claves. En los pares asociados, se recordó mejor aquéllos asociados semánticamente que de forma fonológica o incidental. Las estrategias empleadas por los niños al memorizar estímulos visuales cambiaron con la edad, puesto que los niños de 14-15 años utilizan con más frecuencia la estrategia de clasificación.

### **Cambios en el desempeño de la memoria con la edad**

En la presente investigación se encontró que la memoria de trabajo se incrementa con la edad, alcanzando su valor máximo entre los 12 y 13 años. Este incremento de la ejecución con la edad en las tareas de memoria de trabajo es un hecho que ha sido referido por investigaciones anteriores (Korkman, Kemp, Kirk, 2001; Luciana y Nelson, 1998; Rosselli et al., 2004; Sánchez et al., 2009). Por ejemplo, Matute et al., (2009) en una muestra de niños y niñas de 5 a 16 años encontraron que la memoria de trabajo verbal (dígitos regresivos) se incrementaba con la edad hasta los 12 y 13 años. Miles et al., (1996) encontraron que el span de la memoria de trabajo viso-espacial se incrementa significativamente de los 7 a los 11 años de edad.

Además, se encontró un incremento de la memoria explícita en algunas tareas verbales y la mayoría de las visuales, lo cual también ya había sido referido en otros estudios (Carboni, 2007; Matute et al., 2009).

Dicho aumento puede depender tanto de una mayor eficiencia de los mecanismos para inhibir información irrelevante (Dempster, 1992; Huang-Pollock, Carr, Nigg, 2002; Gómez-Pérez, Ostrosky-Solís y Próspero-García, 2003;) como del desarrollo de los procesos atencionales (Akhtar y Enns, 1989; Betts et al., 2006; Casey et al., 1987, 1997; Gomes, Molholm, Christodoulou, Ritter, Cowan, 2000; Matute et al., 2009). A este respecto, Betts et al., (2006) estudiaron la atención sostenida de niños de 5 a 12 años, encontrando que este proceso mejorara sustancialmente a los 10 años de edad. De forma semejante, Casey et al., (1987) encontraron que la atención sostenida se incrementaba significativamente de los 5-6 a los 8-9 años y se estanca alrededor de los 10 años. Más tarde, estos mismos autores (Casey et al., 1997) estudiaron la atención visual (a través de tareas de detección) de niños de 5 a 16 años y observaron que con la edad había una mayor velocidad en las respuestas, lo cual se correlacionó con el volumen del cíngulo anterior derecho.

Además de lo anterior, el mejoramiento de la memoria con la edad puede deberse al uso de estrategias cognoscitivas más efectivas. Dentro de las estrategias mnésicas destaca la repetición sub-vocal de la información (Gathercole, 1998) la cual forma parte del bucle (loop) fonológico descrito por Baddeley (1986). Esta repetición que inicia hacia los 7 años de edad (Flavell, Beach, Chinsky, 1966; Gathercole y Hitch, 1993), se traduce en un aumento de la capacidad de la memoria (Gathercole, 1998). Sin embargo, la capacidad para traducir otras modalidades de información (por ejemplo la visual) a un código verbal aparece hasta los 10-11 años. Por ejemplo, Miles et al., (1996) estudiaron la memoria de trabajo viso-espacial en una muestra de niños de 7 a 11 años, a los que les pidieron que resolvieran la tarea en silencio y con supresión de la repetición subvocal a través de la repetición constante de su nombre; los autores encontraron que, sólo hasta los 10-11 años, la supresión de la repetición subvocal deteriora la ejecución de la memoria de trabajo viso-espacial (incrementando el tiempo de reacción y reduciendo el span).

El aumento con la edad en la capacidad de memoria también puede relacionarse con el desarrollo de aspectos lingüísticos específicos, tales como el conocimiento de la estructura fonológica de la lengua y el incremento del vocabulario (Brown y Hulme, 1992; Hulme, Maughan, Brown, 1992). Ambos dominios inciden en el almacén lexical; el primero

afecta directamente la representación de las palabras en el almacén fonológico en tanto que el segundo está relacionado con el hecho de que es más fácil retener palabras familiares que no familiares (Hulme, Maughan, Brown, 1991).

Los cambios cognitivos anteriormente mencionados probablemente están asociados con la maduración de ciertas áreas del sistema nervioso central. A este respecto, los estudios con neuroimagen han mostrado que las regiones cerebrales que están relacionadas con las funciones motoras y sensoriales maduran de forma más temprana que las áreas de asociación que integran dichas funciones y están implicadas en procesos cognoscitivos complejos como la memoria. En general, se ha observado que la sustancia gris tanto cortical como subcortical sufre cambios no lineales, con un incremento en la etapa preadolescente seguido por una disminución en la etapa postadolescente. Se ha encontrado que la poda neuronal se presenta antes en las áreas sensoriomotoras primarias que en la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza temporal lateral (Gogtay et al., 2004). La corteza prefrontal, especialmente el área dorso-lateral, es una de las estructuras cerebrales que madura más tardíamente (Casey, Giedd y Thomas, 2000). Esta corteza, muestra una disminución gradual de las sinapsis que inicia hacia la pubertad, un aumento en las arborizaciones dendríticas (Bourgeois, Goldman-Rakik, Rakik, 1994; Huttenlocher y Dabholkar, 1997) y un proceso prolongado de mielinización, que continúa, por lo menos hasta los 20 años de edad (Giedd et al., 1999). Estos prolongados cambios madurativos podrían estar relacionados con el incremento en la ejecución con la edad que encontramos en este trabajo en la memoria de trabajo, la recuperación de la información, la memoria prospectiva, la metamemoria y el uso de estrategias como la clasificación, pues estos son procesos en los que está implicada la corteza prefrontal (Shimamura, 1995; Tirapu-Ustárrroz y Muñoz-Cespedes, 2005). Con relación a lo anterior, Sowell, Delis, Stiles y Jernigan (2001) observaron la existencia de una asociación entre la maduración estructural de la corteza prefrontal (adelgazamiento cortical) y la memoria verbal diferida evaluada por el test de aprendizaje de California (California Verbal Learning Test-Children's Version).

Además, los estudios con tractografía han mostrado que la conectividad prefronto-parietal se incrementa con la edad y que dicha

conectividad se relaciona con la capacidad de la memoria de trabajo (Nagy, Westerberg, Klingberg, 2004). De forma similar, Liston et al., (2003) encontraron un incremento con la edad en la conectividad frontoestriatal, la cual se correlacionó positivamente con el desempeño de una tarea de inhibición motriz (go-no go).

Aunado a lo anterior, existen cambios en otras estructuras relacionadas con la memoria explícita. Por ejemplo, el hipocampo, una estructura primordial en el almacenaje inicial o codificación consciente de todo tipo de información (Gumá, 2001), exhibe un aumento en la mielinización entre el nacimiento y los 57 años de edad (Benes, 1998). Además, esta estructura presenta con la edad un aumento del volumen de la sustancia gris (Durston et al., 2001; Giedd et al., 1996; 1997; Mukherjee et al., 2002). La amígdala, una estructura imprescindible para la memoria emocional y el condicionamiento clásico del miedo (Kandel et al., 2012), presenta también un aumento del volumen de la sustancia gris con la edad (Durston et al., 2001; Giedd et al., 1996; 1997; Mukherjee et al., 2002). El volumen del cuerpo calloso se incrementa cerca de 1.8% por año entre los 3 y los 18 años (Giedd et al., 1999; Keshavan et al., 2002; Thompson et al., 2000).

Todos los cambios anatómicos descritos anteriormente podrían dar lugar a un aumento de la especialización de ciertas áreas, así como a una mayor integración del funcionamiento de regiones distales (Scherf, Sweeney y Luna, 2006). Estas características en la maduración cerebral pudieran estar ligadas tanto a un aumento en la capacidad de memoria tanto en su fase de codificación como de recuerdo diferido, como a un mayor control de los recursos atencionales e inhibitorios.

A este respecto, se han realizado estudios de neuroimagen mientras individuos de distintas edades realizan diversas tareas de memoria de trabajo. En general, estos estudios han mostrado los cambios en la activación de las distintas estructuras cerebrales a lo largo del desarrollo. Por ejemplo, Scherf, Sweeney y Luna (2006) observaron que había diferencias en la activación cerebral en niños, adolescentes y adultos mientras realizaban una tarea de memoria de trabajo viso-espacial. Así, mientras en los niños se activaba de forma limitada la corteza prefrontal dorsolateral, parietal, el caudado y la ínsula anterior, en los adolescentes se

activaba además en cíngulo anterior, las regiones premotoras y la región parietal inferior derecha. En los adultos, se activaba una red más especializada que incluía la corteza prefrontal dorsolateral izquierda, la corteza prefrontal ventrolateral, y el giro supramarginal.

Por otra parte, se observó que los cambios de los 8 a los 15 años fueron más evidentes en las tareas de memoria explícita visuales o visuo-verbales (como el "Test de Memoria Contextual") que en las verbales. Además, no se observaron cambios con la edad en la memoria explícita visoespacial. Estas diferencias entre el efecto de la edad entre las distintas modalidades de memoria explícita podrían explicarse por diferencias hemisféricas y regionales en los patrones de maduración, pues se sabe que el hemisferio izquierdo está más comprometido con el procesamiento de información verbal y el derecho de información no verbal (Bogen y Gazzaniga, 1965).

A este respecto, se ha observado que el flujo sanguíneo cerebral, medido con SPECT, es idéntico durante el primer año de vida; posteriormente entre los 1 y 3 años de edad el flujo es mayor en el hemisferio derecho, particularmente en las áreas asociativas posteriores y luego, a los 3 años, el flujo se torna mayor en el hemisferio derecho (Chiron, Jambaque, Nabbout, Lounes, Syrota y Dulac, 1997). De igual forma, se ha encontrado que el hemisferio izquierdo muestra mayor coherencia electroencefalográfica y mayor flujo sanguíneo en adultos y en niños en edad escolar (Gur et al., 1982; Thatcher, Walker y Giudice, 1987).

Considerando estas diferencias neuroanatómicas, es factible suponer que los pocos cambios observados con la edad en las tareas de memoria explícita verbal se deben a que el hemisferio izquierdo muestra una mayor maduración que el derecho en las edades que comprendió nuestro estudio, es decir de los 8 a los 15 años. Por el contrario, es factible que los procesos neuromadurativos sean más intensos en el hemisferio derecho y que por ello hayamos encontrado en casi todas las tareas visuales un incremento de la ejecución con edad. El crecimiento del volumen de la materia blanca, incluyendo al cuerpo calloso, podría sustentar un mejoramiento gradual de la comunicación interhemisférica, lo que podría explicar el mejor desempeño con la edad que se observa en la tarea de memoria contextual, donde los participantes tenían que

memorizar imágenes de objetos pertenecientes a un restaurant, pero tenían que evocar sus nombres.

Finalmente, nuestros resultados sugieren que la memoria explícita e implícita siguen un curso de desarrollo distinto, pues mientras que el desempeño en las tareas de priming, torres de Hanoi y figura novedosa se estabiliza, el desempeño en muchas otras de las tareas de memoria se incrementa con la edad. Nuestros resultados coinciden con otros trabajos como el de DiGiulio, Seidenberg, O'Leary y Raz (1994), quienes encontraron en niños de 8 y 12 años una disociación entre las tareas de priming y de memoria declarativa. Así, mientras que ambos grupos de edad mostraron el mismo grado de facilitación tipo priming, hubo diferencias de acuerdo a la edad en las tareas de memoria explícita. En este mismo sentido, Perez, Peynircioglu y Blaxton (1998) realizaron un estudio en el que compararon el desempeño de estudiantes de preescolar, primaria, y universitarios en tareas de memoria implícita y de memoria explícita perceptual y conceptual; ellos observaron que el rendimiento en la tarea de memoria explícita conceptual mejoró en todos los grupos de edad. En contraste, el rendimiento en la tarea de memoria explícita perceptual y las tareas de memoria implícita no mostró ningún cambio en el desarrollo.

Un estudio influyente que apoya la idea de que el desarrollo de la memoria implícita es invariante con la edad fue reportado por Parkin y Streete (1988), quienes evaluaron a niños de 3, 5 y 7 años y adultos con una tarea de priming perceptual; el efecto priming fue probado 1 hora y 2 semanas después. Los autores encontraron que el efecto priming no variaba con la edad. Del mismo modo, Russo, Nichelli, Gibertoni y Cornia (1995) tampoco encontraron diferencias con la edad en una tarea de priming perceptual (con fotografías) aplicada a niños de 6 años y adultos jóvenes.

Como se mencionó en los antecedentes, las memorias explícita e implícita involucran distintos sistemas neurales. La memoria procedimental, por ejemplo, está relacionada con el cuerpo estriado (caudado y putamen), el cual junto con el resto de los ganglios basales está diferenciado al nacimiento. La parte interna del globo pálido muestra una mielinización completa alrededor del octavo mes postnatal, mientras la parte externa no alcanza el nivel de mielinización del adulto hasta después

del primer año postnatal (Nelson, 1997). Además, estudios de neuroimagen han mostrado que los ganglios basales muestran, en comparación a las regiones corticales, un incremento más temprano del metabolismo durante el desarrollo (Nelson, 1997).

## Metamemoria

Tal como lo habíamos supuesto, la capacidad de metamemoria de los sujetos se incrementó significativamente con la edad. Se observó un incremento gradual de la correlación entre la percepción del sujeto de su propia ejecución y su ejecución objetiva. Nuestros resultados coinciden con trabajos previos en donde se ha referido que en general, la estimación que los sujetos hacen de su propia capacidad de memoria es más certera conforme los niños maduran (Schneider, 2008). Por ejemplo, DeMarie y Ferron (2003) estudiaron el rendimiento de memoria de niños entre 5 y 11 años y encontraron evidencia clara de un elemento de metamemoria entre los niños mayores (de 8 a 11), pero había muy pocos indicios de ese elemento entre los niños más pequeños (de 5 a 8). Otros autores como Perlmutter (1978), Lachman et al., (1979), Cavanaugh y Borkowski (1980), Waters (1982), también han demostrado la importancia de la edad y de cómo las conexiones entre la metamemoria y la memoria se consolidan a medida que los sujetos crecen. Díaz-Gómez y Rodrigo-López (1989) evaluaron, en sujetos de diversas edades, las relaciones entre la metamemoria y la memoria en un conjunto de condiciones de memorización; ellos encontraron que el conocimiento metanémico y el rendimiento de la memoria aumenta progresivamente desde los 7 a los 14 años. A este respecto, Metcalfe (2000) sugiere que la conciencia de la metamemoria es bastante pobre en los niños hasta la edad de 10 años.

Este incremento de la capacidad de metamemoria podría relacionarse con la maduración progresiva de la corteza prefrontal que se observa entre los 8 y 15 años. Diversos estudios en pacientes neurológicos han demostrado que el lóbulo frontal está estrechamente relacionado con la capacidad de metamemoria (Modirrousta y Fellows, 2008; Pannu y Kaszniak, 2005).

## Tipos de Evocación

En términos generales encontramos que en el reconocimiento los participantes lograron recordar un mayor número de palabras que la evocación espontánea o por claves. Estos resultados coinciden con otros trabajos como el de Matute et. al., (2009), en donde se observó que el reconocimiento fue mejor que la evocación espontánea o por claves tanto para la lista de figuras como la de palabras.

El mejor desempeño de los sujetos en el reconocimiento puede explicarse en virtud de que dicho proceso está ligado todavía a actividades simples (Delval, 2008), pues se basa en un valor global de familiaridad (Gillund y Shiffrin, 1984; Raaijmakers and Shiffrin, 1992) que no implica una evocación del contexto en sí. La memoria de reconocimiento, hace referencia a la capacidad de distinguir los estímulos ya registrados de otros que no han sido aprendidos y es un proceso más fácil de activar que la evocación libre o por claves (Bérube, 1991). De igual forma, se ha sugerido que las regiones corticales que participan en el reconocimiento son distintas de las que intervienen en la evocación libre o por claves. Mientras que en el reconocimiento se relaciona con una red de regiones corticales del lóbulo temporal (corteza peririnal, parahipocampal, entorrinal y al hipocampo) (Balderas, Moreno-Castilla y Bermudez, 2013), en la evocación libre es fundamental la corteza frontal (Janowsky, Shimamura, Kinitchevsky y Squire, 1989).

## Uso de estrategias

En esta investigación se encontró que los niños 14-15 y 12-13 años emplean con más frecuencia la estrategia de categorización que los de 8-9 y 10-11 años. Este fenómeno coincide con otros trabajos en los que se ha descrito que el uso espontáneo de estrategias de memoria aumenta durante la niñez mostrando un aumento en el número de agrupaciones formadas (Bjorklund y Harnishfeger, 1987). Por ejemplo, Schneider (1986) investigó los cambios en el desarrollo en el uso deliberado de estrategias nemotécnicas en niños de segundo y cuarto grado, encontrando que mientras los primeros no eran conscientes de la importancia de las estrategias de categorización para la facilitación de la recuperación, la



mayoría de los estudiantes de cuarto grado utilizan estrategias de categorización deliberadamente.

Asimismo, se ha sugerido que el uso de la estrategia de categorización al memorizar aumenta con la edad paralelamente con la formación de conceptos (Schneider, Kron, Hümmerkopf y Krajewski, 2004). A este respecto, Vygotsky (1987) pensaba que la formación de conceptos en los niños pequeños se basa inicialmente en la experiencia concreta; con la edad, los niños aumentan su capacidad para identificar a los miembros de una determinada categoría y en la adolescencia, la organización jerárquica de los conceptos se desarrolla completamente.

## **Diferencias entre las formas de asociación**

En el presente estudio se encontró que los sujetos recuerdan mejor los pares asociados semánticamente, que los asociados de forma incidental o fonológica. Este resultado es congruente con las ideas de Craik y Tulving (1975), quienes consideran que existe una relación entre el aprendizaje y el nivel de procesamiento cognoscitivo; la información procesada a un nivel más profundo se retiene mejor que la procesada a nivel superficial. Así, las palabras que se codifican superficialmente al categorizar sus características visuales se retienen menos que las palabras categorizadas en función de su sonido, el cual, a su vez, conduce a un aprendizaje menor que cuando se utiliza la codificación semántica.

Asimismo, entre mayor sea la relación semántica entre items, mayor será la probabilidad de que sean almacenados y posteriormente recordados, ya que se hacen más complejos y fuertemente asociados. Además, las relaciones semánticas entre estímulos se activan automáticamente, lo que facilita la recuperación de elementos representados en categorías específicas (Murphy, McKone and Slee, 2003).

## **Preguntas pendientes**

Una de las principales virtudes de este estudio es que se evaluaron diversos tipos de memoria, por lo que se tuvo una visión menos fragmentaria de dicho proceso cognoscitivo. Sin embargo, después de realizar este trabajo surgieron algunas interrogantes. Primeramente, nos sería interesante conocer cómo es el desempeño de las niñas de distintas

edades en las tareas de memoria estudiadas y determinar si existen diferencias con el desempeño que observamos en los varones. También, nos hemos preguntado si el desempeño de los sujetos en las tareas estudiadas sigue incrementándose hasta la adultez y a partir de qué edad comienza a declinar.

## Capítulo 7: CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio sugieren que las memorias explícita e implícita siguen un curso de desarrollo distinto, pues mientras que el desempeño de la memoria implícita se estabiliza durante las edades estudiadas, la memoria explícita continúa mejorándose.

El desempeño de los niños en muchas de las tareas de memoria explícita mostró un incremento con la edad. Sin embargo, estos cambios fueron más evidentes en las tareas visuales que en las verbales, no encontrándose en la memoria visoespacial. En la memoria implícita no hubo diferencias entre los grupos. También se observó un incremento con la edad en el desempeño de la memoria prospectiva y la memoria de trabajo. Estos cambios con la edad pueden atribuirse a una mayor eficiencia de los mecanismos para inhibir información irrelevante, el desarrollo de los procesos atencionales y lingüísticos, el uso de estrategias cognoscitivas más efectivas y la maduración de las áreas cerebrales relacionadas con la memoria, específicamente con la corteza prefrontal, la corteza temporal y el hipocampo.

La capacidad de metamemoria de los sujetos se incrementó significativamente con la edad, es decir, hubo un incremento gradual de la correlación entre la percepción del sujeto de su propia ejecución y su ejecución real. Este incremento de la capacidad de metamemoria podría relacionarse con la maduración progresiva de la corteza prefrontal que se observa entre los 8 y 15 años.

Con respecto a las formas de evocación, se encontró que el reconocimiento fue mejor que la evocación espontánea o por claves, lo cual puede explicarse en virtud de que el reconocimiento es un proceso más simple en donde no hay que evocar el contexto donde se aprehendió la información.

A medida que se incrementa la edad, se hace más frecuente el uso espontáneo de la estrategia de categorización, lo cual podría relacionarse con el desarrollo gradual de los procesos conceptuales.

Finalmente, se observó que el desempeño era mejor en los pares asociados semánticamente, que los asociados de forma incidental o fonológica, lo cual puede explicarse de acuerdo a la teoría de la profundidad de la información.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akhtar, N., & Enns, J. T. (1989). Relations between covert orienting and filtering in the development of visual attention. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48, 315–334.
- Alcaraz, V.M., (2001). Mecanismos cerebrales del aprendizaje simple y complejo, En: Alcaraz, V.M., Gumá, E. Textos de Neurociencias Cognitivas. Manual Moderno: México, pp 143-191.
- Atkinson, R. C. and Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: a proposed system and its control processes. In Spence, K. W., y Spence, J. T. (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, New York: Academic Press, 2, 89-195.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. (1999). *Essentials of human memory*. Psychology Press. University of Bristol, U.K.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. and Wilson, B.A. (2002). Prose recall and amnesia: implications for the structure of working memory. *Neuropsychology*, 40, 1737–1743.
- Baddeley, A., Eysenck, M.W. and Anderson, M.C. (2009). *Memory*. Psychology Press. New York.
- Balderas, I., Moreno-Castilla, P. and Bermudez-Rattoni, F. (2013). Dopamine D1 receptor activity modulates object recognition memory consolidation in the perirhinal cortex but not in the hippocampus. *Hippocampus*, 23, 873–878.
- Ballesteros, S. (1999). Memoria humana: investigación y teoría. *Psicotema*, 11, 705-723.
- Barrios, O. (2006). El trastorno por déficit de atención con hiperactividad en niños de primero a sexto grado de escuelas

primarias públicas de la Ciudad de Guadalajara. Tesis de maestría no publicada, Universidad de Guadalajara.

- Benes, F. (1998). Brain Development VII: Human brain growth spans decades. *American Journal of Psychiatry*, 155, 1489.
- Bérubé, L. (1991). Terminologie de neuropsychologie et de neurologie du comportement, Montréal, *Les Éditions de la Chenelière*.
- Betts, J., Mckay, J., Maruff, P., and Anderson, V. (2006). The development of sustained attention in children: the effect of age and task load. *Child Neuropsychology*, 12, 205–221.
- Bjorklund, D. F. and Harnishfeger, K. K. (1987). Developmental differences in the mental effort requirements for the use of an organizational strategy in free recall. *Journal of Experimental Child Psychology*, 44, 109-125.
- Bjorklund, D.F. and Schneider, W. (1996). The interaction of knowledge, aptitude, and strategies in children's memory performance. *Advances in Child Development and Behavior*, 26, 59-89.
- Bogen, J. E., and Gazzaniga, M. S. (1965). Cerebral commissurotomy in man. Minor hemisphere dominance for certain visuospatial functions. *Journal of Neurosurgery*, 23, 394-399.
- Bor, D., Duncan, J., Lee, A.C. H., Parr, A. and Owen, A. M. (2006). Frontal lobe involvement in spatial span: Converging studies of normal and impaired function. *Neuropsychology*, 44, 229-237.
- Bor, D., Duncan, J., Wiseman, R.J. and Owen, A. M. (2003). Encoding strategies dissociate prefrontal activity from working memory demand. *Neuron*, 37, 361-367.
- Bourgeois, J.P., Goldman-Rakic, P.S., Rakic, P., (1994). Synaptogenesis in the prefrontal cortex of rhesus monkeys. *Cerebral Cortex*, 4 (1), 78–96.
- Brown, G.D.A. and Hulme, C. (1992). Cognitive psychology and second language processing: The role of short-term memory. In R.J. Harris (ed.), *Cognitive approaches to bilingualism* (pp. 105-22). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

- Burgess, P.W., Quayle, A. and Frith, D. (2001). Brain regions involved in prospective memory as determined by positron emission tomography. *Neuropsychology*, 39, 545-555.
- Cahill, L., Prins, B. Weber, M. and McGaugh, J. L., (1994).  $\beta$ -adrenergic activation and memory for emotional events. *Nature*, 371, 702-704.
- Carboni, R. A. (2007). Desarrollo de la memoria declarativa. *eduPsykhé*, 6(2), 245-269.
- Case, R. (1985). *Intellectual development: Birth to adulthood*. Orlando, Florida: Academic Press.
- Casey, B. J., Rogers W. A., & Fisk, A. D. (1987). Cognitive skill acquisition: A developmental approach. Sauer, B., & Wingert, F. (1986). Brain growth in man. *Bibliotheca Anatomica*. 28,1-26. *Thirty-First Annual Meeting Proceedings of the Human Factors Society*, 2, 857-861.
- Casey, B. J., Trainor, R., Giedd, J., Vauss, Y., Vaituzis, C. K., Hamburger, S., Kozuch, P. and Rapoport, J.L. (1997). The Role of the Anterior Cingulate in Automatic and Controlled Processes: A Developmental Neuroanatomical Study. *Developmental Psychobiology*, 30, 61-69.
- Casey, B. J., Giedd, J. N. and Thomas, K. M. (2000). Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological Psychology*, 54, 241-257.
- Castro, L. y Rodríguez, V.M. (1975). Control de los componentes de primacía y recencia en la memoria de corto plazo. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 7 (1), 7-18.
- Castro-Sierra, E., Chico, P. F., Gordillo, D.L.F. y Portugal, R. A. (2007). Neurotransmisores del sistema límbico. Hipocampo, GABA y memoria. Primera parte. *Salud Mental*, 30 (4), 7-15.
- Cavanaugh, J. C. and Borkowski, J. G. (1980). Searching for metamemory-memory connections: a developmental study. *Developmental Psychology*, 16, 441-453.
- Chiron, C., Jambaque, I., Nabbout, R., Lounes, R., Syrota, A., and Dulac, O. (1997). The right brain hemisphere is dominant in human infants. *Brain*, 120(6), 1057-1065.

- Coull, J. T. and Sahakian, B. J. (2003). Psicofarmacología de la memoria. En Berrios, G. E. y Hodges, J. R. *Trastornos de la memoria en la práctica psiquiátrica*, (pp. 72-94). Barcelona: Masson.
- Craig, G. J. (2001). *Desarrollo psicológico*. Octava edición. Prentice Hall Inc. New Jersey, E.U.A.
- Craik, F. I. M. and Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 268-294.
- De la Mata, M. (1988). El desarrollo de las estrategias de memoria. *Infancia y Aprendizaje*, 42, 3-18.
- Delval, J. (2008). *El desarrollo humano*. Siglo XXI de España Editores. Madrid, España.
- De Marie, D. and Ferron, J. (2003). Capacity, strategies, and metamemory: Tests of a three-factor model of memory development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 84, 167-193.
- Dempster, F. N. (1992). The rise and fall of the inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development and aging. *Developmental Review*, 12, 45-75.
- Díaz-Gómez, J. y Rodrigo-López, L. M. (1989). Metamemoria y memoria: un estudio evolutivo de sus relaciones funcionales. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 42 (2), 187-197.
- DiGiulio, D.V., Seidenberg, M., O'Leary, D.S. and Raz, N. (1994). Procedural and declarative memory: a developmental study. *Brain and Cognition*, 25 (1), 79-91.
- Durston, S., Hulshoff, P. H. E., Casey, B. J., Giedd, J. N., Buitelaar, J. K. and Vanengeland, H. (2001). Anatomical MRI of the developing human brain: what have we learned? *Journal of the American Academy of Children and Adolescent Psychiatry*, 40, 1012-1020.
- Ebbinghaus, H. (1964). *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*. Dover Publications, Inc. New York U.S.A.
- Eichenbaum, H.B., Cahill, L.F., Gluck, M.A., Hasselmo, M.E., Keil, F.C., Martin, A.J., McGaugh, J.L., Murre, J., Myers, C., Petrides, M., Roozendaal, B., Schacter, D.L., Simons, D.J., Smith, W.C. and Williams, C.L., (1999). Learning and Memory: Systems Analysis, In: Zigmond, M.,



Bloom, F.J., Landis, S., Roberts, J., Squire, L.R. (Eds.), *Fundamental Neuroscience*, (pp. 1455-1486). Academic Press: San Diego.

- Eichenbaum, H.B., (2003). *Neurociencia cognitiva de la memoria*. Editorial Ariel, S.A. Oxford University Press.
- Eisenberg, L. (1998). Naturaleza, entorno y crianza. El papel de la experiencia social en la transformación del genotipo en fenotipo. *Academic Psychiatry*, 22, 213-22.
- Flavell, J.H., Beach, D.R. and Chinsky, J.M. (1966). Spontaneous verbal rehearsal in memory task as function of age. *Child Development*, 2, 283-99.
- Flavell, J. H. (1970). Developmental studies of mediated memory. En H. W. Reese y L. P. Lipsitt (Eds.). *Advances in child development and behavior* (pp. 181-211). Nueva York: Academic Press.
- Flavell, J. H. (1971). First discussant's comments: What is memory development the development of? *Human Development*, 14, 272-278.
- Flavell, J. H. and Wellman, H. M. (1977). Metamemory. En Kail, R. V. and Hagen (Eds.), *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Fleming, K., Goldberg, T. R., Binks, S., Randolph, C., Gold, J-M. and Weinberger, D. R. (1997). Visuospatial Working Memory in Patients with Schizophrenia. *Society of Biological Psychiatry*, 41, 43-49.
- Gathercole, S.E. (1998). The development of memory. *Journal Child Psychology and Psychiatry*, 39, 3-27.
- Gathercole, S.E. and Hitch, G.J. (1993). *Developmental changes in short-term memory: A revised working memory perspective*. En Collins, A., Gathercole, S.E., Conway, M.A. y Morris, P.E. (Eds.), *Theories of memory* (pp. 189-210). Hove, United Kingdom: Erlbaum.
- Giedd, J.N. (2004). Structural Magnetic resonance imaging of the adolescent brain. *Annals of the New York Academy of Science*, 1021, 77-85.
- Giedd, J. N., Snell, J. W., Lange, N., Rajapakse, J. C., Casey, B. J., Kozuch, P. L., Vaituzis, A.C., Vauss, Y.C., Hamburger, S.D., Kaysen, D. and Rapoport, J. L. (1996). Quantitative magnetic resonance imaging

of human brain development: ages 4–18. *Cerebral Cortex*, 6, 551–560.

- Giedd JN, Castellanos FX, Rajapakse JC, Vaituzis AC, Rapoport JL. (1997). Sexual dimorphism of the developing human brain. *Biological Psychiatry*, 21, 1185-1201.
- Giedd, J.N., Blumenthal, J., Jeffries, N.O., Castellanos, F.X., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A. and Rapoport, J.L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2, 861-863.
- Gillund, G. and Shiffrin, R. M. (1984). A retrieval model for both recognition and recall. *Psychology*, 91, 1-67.
- Gomes H, Molholm, S, Christodoulou C, Ritter W, Cowan N. (2000). The development of auditory attention in children. *Frontiers in Bioscience*, 5, 108-20.
- Gómez-Pérez, E., Ostrosky-Solís, F. y 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*, 6, 561-567.
- Gottlieb, G. (2007). Probabilistic epigenesis. *Developmental Science*, 1, 1-11.
- Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., Nugent, T.F., Herman, D., Clasen, L.S., Toga, A.W., Rapoport, J.L. and Thompson, P.M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(21), 8174– 8179.
- Guevara-Pérez, M. y Hernández-González, M. (2006). *Registro y análisis automatizado de señales bioeléctricas cerebrales durante la ejecución sexual*. México: Universidad de Guadalajara.
- Gumá, D. E. (2001). La memoria humana. En V.M. Alcaraz-Romero, V.M. y Gumá, D.E. (Eds.), *Texto de neurociencias Cognitivas* (pp. 195-234). México, D.F. El Manual Moderno-Universidad de Guadalajara - UNAM.
- Gur, R. C., Gur, R. E., Obrist, W. D., Hungerbuhler, J. P., Younkin, D., Rosen, A. D., Skolnick, B.E. and Reivich, M. (1982). Sex and

handedness differences in cerebral blood flow during rest and cognitive activity. *Science*, 217(4560), 659-661.

- Hepworth, S. L., Rovet, J. F. and Taylor, M. J. (2001). Neurophysiological correlates of verbal and nonverbal short-term memory in children: Repetition of words and faces. *Psychophysiology*, 3, 594–600.
- Hömberg, V., Bickmann, U. and Müller, K. (1993). Ontogeny is different for explicit and implicit memory in humans. *Neuroscience Letters*, 2, 187-190.
- Huang-Pollock, C.L., Carr, T.H., & Nigg, J.T. (2002). Perceptual load influences late versus early selection in child and adult selective attention. *Developmental Psychology*, 38, 363–375.
- Hulme, C., Maughan, S., and Brown, G. D. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: Evidence for a long-term memory contribution to short-term memory span. *Journal of Memory and Language*, 30(6), 685-701.
- Huttenlocher, P. R. & Dabholkar, A. S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology*, 387, 167–178.
- Janowsky, J. S., Shimamura, A. P., Kritchevsky, M., & Squire, L. R. (1989). Cognitive impairment following frontal lobe damage and its relevance to human amnesia. *Behaviour and Neuroscience*, 103, 548–560.
- Johnson, M. H. (2000). Functional brain development in infants: Elements of an interactive specialization framework. *Child Development*, 71, 75-81.
- Johnson, S.P. (2010). *Neoconstructivism: The new science of cognitive development*. New York: Oxford University Press.
- Johnson, M. H. (1993). *Brain development and cognition: A reader*. Oxford, England: Blackwell Pub.
- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M., Siegelbaum, S.A. and Hudspeth, A.J., (2012). *Principles of neural science*. (5a ed.). McGraw-Hill: New York.
- Keshavan MS, Diwadkar VA, DeBellis M, Dick E, Kotwal R, Rosenberg

DR, Sweeney JA, Minshew N, Pettegrew, J. W. (2002). Development of corpus callosum in childhood, adolescence and early adulthood. *Life Sciences*, 70 (16), 1909-1922.

- Knickmeyer, R.C., Gouttard, S., Kang, Ch., Evans, D., Wilber, K., Smith, J.K., Hamer, R.M., Lin, W., Gerig, G. and Gilmore, J.H. (2008). A Structural MRI Study of Human Brain Development from Birth to 2 years. *Journal of Neuroscience*, 47, 12176-12182.
- Lachman, J. L., Lachman, R., and Thronesbery, C. (1979). Metamemory through the adult life span. *Developmental Psychology*, 15(5), 543-551.
- León, V. C. (2007). *Secuencias de Desarrollo Infantil Integral / Chilina* León de Vitoria. 1ra. Edición. Publicaciones U.C.A.B.
- Liston, C., Watts, R., Tottenham, N., Davidson, M.C., Niogi, S., Ulug, A. and Casey, B.J. (2003). Developmental differences in diffusion measures of cortical fiber tracts. *Journal Cognitive Neuroscience*, 15, S57-S58.
- Lockhart, R. S. (2000). Methods of memory research. En Tulving, E. Y Craik, F.I.M. (Eds.). *The Oxford handbbok of memory* (pp. 45-57). Nueva York: Oxford University Press.
- Mañeru, C., Junqué, C., Botet, F., Tallada, M., Serraga, D. y Narberhaus, A. (2002). Memoria declarativa y procedimental en adolescentes con antecedentes de asfixia perinatal. *Psicot hema*, 14, 463-468.
- Martí, E. (1999). Procesos cognitivos básicos y desarrollo social entre los 6 años y la adolescencia. *Desarrollo Psicológico y Educación 1*. Psicología Evolutiva. J. Palacios, A. Marchesi and C. Coll. Madrid, Alianza Editorial.
- Matute, E., Roselli, M., Ardila, A. y Ostrosky-Solis, F. (2007). *Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI)*. Manual de aplicación. México: Editorial El Manual Moderno. Universidad de Guadalajara, UNAM.
- Matute, E., Sanz-Martin, A., Gumá, E., Rosselli, M. y Ardila, A. (2009). Influencia del nivel educativo de los padres, el tipo de escuela y el sexo en el desarrollo de la atención y la memoria. *Revista Latina de Psicología*. 41, 257-276.

- Metcalfe, J. (2000). Metamemory: Theory and data. In E. Tulving and F.I.M. Craik (Eds.), *The Oxford Handbook of Memory* (pp. 197-211). New York: Oxford University Press.
- Miles, C., Morgan, M.J., Milne, A.B. and Morris, E.D.M. (1996). Developmental and individual differences in visual memory span. *Current Psychology*, 15, 53-67.
- Miller, G.A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin*, 27, 272-277.
- Mishkin, M., 1982. A memory system in the monkey. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 298, 85-95.
- Modirrousta, M. and Fellows, L.K. (2008). Medial prefrontal cortex plays a critical and selective role in 'feeling of knowing' meta-memory judgments. *Neuropsychologia*, 46, 2958-2965.
- Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria: fundamentos y avances recientes. *Revista de Neurología*, 40(5), 289-297.
- Mukherjee, P., Miller, J.H., Shimony, J.S., Philip, J.V., Nehra, D., Snyder, A.Z., Conturo, T.E., Neil, J.J. and McKinstry, R.C. (2002). Diffusion-tensor MR imaging of gray and white matter development during normal human brain maturation. *American Journal of Neuroradiology* 23, 1445-1456.
- Murphy, K., McKone, E. and Slee, J. (2003). Dissociations between implicit and explicit memory in children: the role of strategic processing and the knowledge base. *Journal of Experimental Child Psychology*, 8, 124-165.
- Nagy, Z., Westerberg, H., and Klingberg, T. (2004). Maturation of white matter is associated with the development of cognitive functions during childhood. *Journal of cognitive neuroscience*, 16(7), 1227-1233.
- Nelson, Ch. A. (1997). The neurobiological basis of early memory development. In: Cowan, N. (Ed.), *The Development of Memory in Childhood*. (pp. 41-82). Psychology Press, Hove, U.K.

- Norman, D. (1988). *El procesamiento de la información en el hombre*. Mexico D.F. Paidós.
- Østby, Y., Tamnes, C.K., Fjell, A.M., Westlye, L.T., Due-Tønnessen, P. and Walhovd, K.B. (2009). Heterogeneity in subcortical brain development: A structural magnetic resonance imaging study of brain maturation from 8 to 30 years. *Journal of Neuroscience*, 29, 11772-11782.
- Ostrosky-Solis, F., Ardila, A., y Rosselli, M. (2000). *Neuropsi. Evaluación neuropsicológica breve en español*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ostrosky-Solís, F., Gómez, E., Matute, E., Roselli, M., Ardila, A. y Pineda, D. (2003). *Neuropsi, atención y memoria. 6 a 85 años*. Manual. México: American Book Store.
- Owen, A. M., Evans, A. C. and Petrides, M. (1996). Evidence for a two stage model of spatial working memory processing the lateral frontal cortex: A positron emission tomography study. *Cerebral Cortex*, 6, 31-38.
- Owen, A. M., Herrod, N. J., Menon, D. K., Clark, J. C., Downey, S. P., Carpenter, T. A., Minhas, P. S., Turkheimer, F. E., Williams, E. J., Robbins, T. W., Sahakian, B. J., Petrides, M. and Pickard, J. D. (1999). Redefining the functional organization of working memory processes within human lateral prefrontal cortex. *European Journal of Neurosciences*, 11, 567-574.
- Pannu, J. K., and Kaszniak, A. W. (2005). "Metamemory Experiments in Neurological Populations: A review". *Neuropsychology Review*, 15, 105-130.
- Parent, A. (1996). *Carpenter's human neuroanatomy*. Baltimore: Williams y Wilkins.
- Parkin, A. J., and Streete, S. (1988). Implicit and explicit memory in young children and adults. *British Journal of Psychology*, 79, 361-369.
- Perez, L.A., Peynircioglu, Z.F. and Blaxton, T.A. (1998). Developmental differences in implicit and explicit memory performance. *Journal of Experimental Child Psychology*, 70, 167-185.
- Perlmutter, R.M. (1978). What is memory aging the aging of? *Developmental Psychology*, 14, 330-345.

- Perret-Clermont, A.N. (1980). Recherche en psychologie sociale expérimentale et activité éducative. *Revue Française de Pédagogie*.
- Petrides, M., 1994. Frontal lobes and working memory: evidence from investigations of the effects of cortical excisions in nonhuman primates. In: Boller, F., Grafman, J. (Eds.), *Handbook of Neuropsychology*, vol. 9. Elsevier Science, Amsterdam, pp. 59 – 81.
- Petrides, M. (1994). Frontal lobes and working memory: evidence from investigations of the effects of cortical excisions in nonhuman primates. En F. Boller, y J, Grafman. (Eds.), *Handbook of Neuropsychology* . Amsterdam: Elsevier Science, 9, 59-81.
- Petrides, M. (1998). Specialized systems for the processing of mnemonic information within the primate frontal cortex. En A.C, Roberts, T.W., Robbins, y L., Weiskrantz, (Eds.). *The Prefrontal Cortex: Executive and Cognitive Functions* (pp. 103-116). Oxford: Oxford University Press.
- Phillips, C. G., Zeki, S., & Barlow, H. B. (1984). Localization of function in the cerebral cortex: past, present and future. *Brain*, 107(1), 328-361.
- Piaget, J. (1994). *Seis estudios de psicología*. (Nuris P. trad.) México: Editorial Planeta Mexicana. (trabajo original publicado en 1964).
- Quintanar, R. L. y López, N.J.R.T. (1998). Algunas características del desarrollo de la memoria verbal y visual en niños escolares. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 6, 49-62.
- Raaijmakers, J.G.W. and Shiffrin, R. M. (1992). Models for recall and recognition. *Annual Review of Psychology*, 43, 205-234.
- Rains, G. D. (2002). *Principles of human neuropsychology*. McGraw-Hill Companies. U.S.A.
- Reiss, A.L., Abrams, M.T., Singer, H.S., Ross, J.L. and Denckla, M.B. (1996). Brain development, gender and IQ in children. A volumetric imaging study. *Brain*, 119, 1763-1774.
- Roegiers, X. (2000). *Une pédagogie de l'intégration*. Compétences et intégration des acquis dans l'enseignement. Bruxelles, De Boeck.
- Rosselli, M. y Matute, E. (2010). *Desarrollo cognitivo y maduración cerebral*. En M., Rosselli, E., Matute y A., Ardila (Eds.), *Neuropsicología del desarrollo infantil*. (pp. 15-46). México: Manual Moderno.

- Ruiz, M.J.G., Muñoz, J.M.C. y Tirapu, J. U. (2001). Memoria y lóbulos frontales. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 54, 193-206.
- Russo, R., Nichelli, P., Gibertoni, M., and Cornia, C. (1995). Developmental trends in implicit and explicit memory: A picture completion study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 59, 566 – 578.
- Sánchez, F. J., Tabullo, A. J., Marro, C., Sánchez, M. L., Yorio, A. A. y Segura, E. (2009). Efectos del desarrollo en la memoria de trabajo y el aprendizaje de categorías en niños. *Anuario de investigaciones*, 16, 307-312.
- Sánchez, V., Serrano, C., Feldman, M., Tufró, G., Rugilo, C. y Allegri, R.F. (2004). Preservación de la memoria musical en un síndrome amnésico. *Revista de Neurología*, 39, 41-47.
- Sandi, C., Venero, C. y Cordero, I. (2001). *Estrés, memoria y trastornos asociados. Implicaciones en el daño cerebral y el envejecimiento*. Editorial Ariel Neurociencia. Barcelona, España.
- Scherf, K.S., Sweeney, J.A. and Luna, B. (2006). Brain basis of developmental change in visuospatial working memory. *Journal Cognitive Neuroscience* 18(7), 1045–1058.
- Schlagmüller, M. and Schneider, W. (2002). The Development of Organizational Strategies in Children: Evidence from a Microgenetic Longitudinal Study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 298–319.
- Schneider, W. (1986). The role of conceptual knowledge and metamemory in the development of organizational processes in memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 42, 218-236.
- Schneider, W. (2000). Research on memory development: Historical trend and current themes. *International Journal of Behavioral Development*, 24, 407–420.
- Schneider, W. (2008). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents: Major trends and implications for education. *Mind, Brain, and Education*, 2, 114-121.
- Schneider, W., Kron, V., Hümmerkopf, M. and Krajewski, K. (2004). The development of young children's memory strategies: first findings



from the Würzburg Longitudinal Memory Study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 193-209.

- Shaffer, D.R. y Kipp, K. (2007). *Psicología del desarrollo. Infancia y adolescencia*. Séptima edición. México, D.F.
- Shallice, T. and Evans, M. (1978). The involvement of the frontal lobes in cognitive estimation. *Cortex*, 14, 294-303.
- Shimamura, A. P., 1995. Memory and prefrontal cortex, In: Grafman, J., Holyoak, K. J. and Boller, F. (Eds.). Structure and functions of the human prefrontal cortex. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 769, 151-159.
- Soprano, A.M. (2007). Memoria humana: Naturaleza y tipos. En A.M., Soprano y J., Narbona (Ed.), *La memoria del niño. Desarrollo normal y trastornos*. Elsevier Masson. Barcelona, España.
- Sowell, E. R., Delis, D., Stiles, J. and Jernigan, T. L. (2001). Improved memory functioning and frontal lobe maturation between childhood and adolescence: A structural MRI study. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 7, 312-322.
- Sowell, E. R., Peterson, B. S., Thompson, P. M., Welcome, S. E., Henkenius, A. L. and Toga, A. W. (2003). Mapping cortical changes across the human life span. *Nature Neuroscience*, 6, 309-315.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, 74 (11, Whole No. 49), 1-29.
- Spreen, O., Risser, A.H. and Edgell, D. (1995). *Developmental Neuropsychology*. New York: Oxford University Press.
- Sprenger, M. (1999). *Learnin & Memory. The brain in Action*. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria Virginia. U.S.A.
- Squire, L.R., (1987). *Memory and the brain*. New York: Oxford University Press.
- Squire, L.R., and Zola-Morgan, S.M. (1983). The neurology of memory: The case for *correspondence between* the findings for human and nonhuman primate. En J.A. Deutsch (Ed.), *The physiological basis of memory* (pp. 199-268). New York: Academic Press.

- Squire, L.R. and Zola-Morgan, S.M. (1991). The Medial Temporal Lobe Memory System. *Science*, 253, 1380-1386.
- Squire, L.R. and Zola, S.M. (1996). Structure and function of declarative and non declarative memory systems. *Proceedings of the National Academy of Science*, 93, 13515–13522.
- Thatcher, R. W., Walker, R. A., and Giudice, S. (1987). Human cerebral hemispheres develop at different rates and ages. *Science*, 236, 1110-1113.
- Tirapu-Ustárroz, J. y Muñoz-Céspedes, J.M. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 41, 475-84.
- Toggia, J. P. (1993). *Contextual Memory Test*. San Antonio: Therapy Skill.
- Thompson, R. J. (1990). Neural mechanism of classical conditioning in mammals. *Philos. Trans. R. Soc. London [Biol]*, 329, 161-170.
- Thompson, PM, Giedd J.N., Woods, R.P., MacDonald, D., Evas, A. and Toga, A. (2000). Growth patterns in the development brain detected by using continuum mechanical tensor maps. *Nature*, 404, 190-193.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En E., Tulving y W., Donaldson (Ed.), *Organization of Memory*, (pp. 381–403). New York: Academic.
- Tulving, E. and Craik, F.I.M. (2000). *Handbook of Memory*. Oxford: Oxford University Press .
- Tulving, E., Kapur, S., Craik, F.I., Moscovitch, M. and Houle, S., (1994). Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: positron emission tomography findings. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 91(6), 2016-2020.
- Tulving, E., Markowitsch, H. J., Craik, F. I. M., Habib, R. and Houle, S. (1996). Novelty and familiarity activation in PET studies of memory encoding and retrieval. *Cerebral Cortex*, 6, 71-79.
- Ungerleider, L. G. (1995). Functional brain imaging studies of cortical mechanisms for memory. *Science*, 270, 760-775.

- Van Asselen, M., Kessels, R. P. C., Neggers, S. F. W., Kappelle, L. J., Frijns C. J.M. and Postma, A. (2006). Brain areas involved in spatial working memory. *Neuropsychology*, 44, 1185-1194.
- Vigotsky, L. S. (1982) *Pensamiento y Lenguaje*. Pueblo y Educación: La Habana.
- Vygotsky, L.S. (1987). *An experimental study of concept formation*. En Rieber, R.W. and Carton, A.S. (Eds). *The collected works of LS Vygotsky: problems of general psychology*, (pp.121-166). New York: Plenum Press.
- Waters, H.S. (1982). Memory development in adolescence: Relationships between metamemory, strategy use, and performance. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 183-195.
- Weschler, D. (1997). *Weschler Memory Scale*. Third Edition Administration and Scoring Manual. San Antonio USA. The Psychological Corporation.
- Weschler, D. (2007). *WISC-IV: Escala Weschler de inteligencia para Niños IV: manual técnico/David Weschler*. Versión estandarizada. El Manual Moderno S.A. de C.V. México, D.F.
- Wilson, B. A., Greenfield, E., Clare, L., Baddeley, A., Cockburn, J., Watson, P., Tate, R., Sopena, S., Nannery, R. and Crawford, J.R. (2008). *The Rivermead Behavioural Memory Test*. London: Pearson Assessment., 117.
- Yourcena, M. (2008). *¿Qué es la memoria?* En C., Papagno (Ed.), *La arquitectura de los recuerdos. Cómo funciona la memoria*. Eds. Paidós Ibérica, S.A. Barcelona, España.

## ANEXO