



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

“Memoria visual a corto plazo y sus diferencias entre niños y niñas de segundo a sexto de primaria. Interpretación neurobiológica y perspectivas para la neuroeducación”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

Presenta

PATRICIA MONSERRAT SANTANA RUBIO

DIRECTOR

DR. MARCO ANTONIO SÁNCHEZ RAMOS

MINERAL DE LA REFORMA, HIDALGO, 2014



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**  
 Licenciatura en Biología

**M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO**  
**DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR, UAEH**

**PRESENTE**

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado al pasante de Licenciatura en Biología **Santana Rubio Patricia Monserrat**, quien presenta el trabajo recepcional de tesis intitulado **"Memoria visual a corto plazo y sus diferencias entre niños y niñas de segundo a sexto grado de primaria. Interpretación neurobiológica y perspectivas para la neuroeducación"**, después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

- PRESIDENTE: Dr. Raúl Ortiz Pulido
- PRIMER VOCAL: Biól. María del Carmen González Rodríguez
- SEGUNDO VOCAL: M. en C. Othon Enrique Straffon Muris
- TERCER VOCAL: Dr. Marco Antonio Sánchez Ramos
- SECRETARIO: Biól. Ulises Iturbe Acosta
- PRIMER SUPLENTE: Dra. Lilitiana Mireya Aguilar Castro
- SEGUNDO SUPLENTE: M. en C. Leonardo Fernández Badillo



Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi más atenta consideración.

**ATENTAMENTE**  
**"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"**  
 Mineral de la Reforma, Hidalgo a 3 de julio de 2014

M. en C. Miguel Ángel Cabral Perdomo  
 Coordinador Adjunto de la Licenciatura en Biología



c.c.p. Archivo



Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,  
 Carretera Pachuca - Tulancingo Km. 4.5, Ciudad del Conocimiento,  
 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184  
 Tel. +52 771 7172000 exts 2532, Fax 2109  
[cabralma@uach.edu.mx](mailto:cabralma@uach.edu.mx) [mcabralperdomo@gmail.com](mailto:mcabralperdomo@gmail.com)



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Doctor Marco Antonio Sánchez Ramos (UAQ) por su apoyo y esfuerzo en mi formación académica, por su paciencia y entrega en la dirección de este trabajo, lo cual siempre hizo de manera desinteresada.

A la profesora María del Carmen González Rodríguez por haberme orientado durante mi estancia en la universidad y sobre todo por guiarme hacia las neurociencias en donde encontré mi gran pasión, a usted gracias.

A mis padres y hermanos les agradezco especialmente su apoyo incondicional, su paciencia durante todo este proceso y lo más importante que hayan creído en mí.

Gracias a Luis Daniel Atonal por compartir esta etapa conmigo, por el ánimo y apoyo que siempre me brindó y por impulsarme siempre a seguir adelante.

Y por último pero no menos importantes a mis tías Remedios y Manuela Santana quienes siempre me brindaron lo necesario para facilitar mi estancia fuera de casa, gracias.

**GRACIAS A TODOS.**

## ÍNDICE

Temas	Pág.
Introducción	1
Antecedentes	4
Neurociencia y educación	4
La memoria	6
Clasificación de la memoria	6
Áreas encefálicas relacionadas con la memoria	12
Memoria visual a corto plazo	14
Diferencias de cognición entre hombres y mujeres	15
Diferencias en la organización cerebral	15
Diferencias en los procesos cognoscitivos	18
Factores hormonales	20
Justificación	21
Objetivos	21
Objetivo general	21
Objetivos específicos	22
Método	22
Resultados	26
Discusión	39
Estimación de cantidad	39
¿Cuántas imágenes recuerdan los niños y las niñas?	45
¿Cuáles imágenes recuerdan más las niñas y los niños?	47

¿Por qué los niños caen en el engaño?	50
Fomento al escepticismo y pensamiento científico	52
En cuestión al escepticismo	54
Conclusiones	55
Perspectivas	57
Anexo	58
Bibliografía	59

## RESUMEN

La memoria puede clasificarse de acuerdo con el tiempo durante el cual es efectiva en: memoria a largo plazo y memoria a corto plazo; en esta última se encuentra la memoria sensorial que es una retención breve de información proveniente de los sistemas sensoriales: táctil, auditivo y visual. Esta última comprende un efecto de post imagen, al conservarse en la memoria una serie de imágenes, incluso después de que el estímulo haya cesado.

La investigación neurocientífica ha hecho múltiples estudios acerca de la memoria visual y las diferencias que presentan hombres y mujeres. En este estudio, se analizaron tres variables que son sexo, grado y tiempo de exposición a la información visual, con el objetivo de averiguar si hay diferencias de memoria visual entre estas variables, para lo cual se evaluaron 20 grupos de niños y niñas de segundo a sexto de primaria, siendo 4 grupos de cada grado, que se diferenciaron por la cantidad de tiempo que se les permitió ver el mismo cartel con 20 imágenes variadas y posteriormente se les hicieron preguntas acerca de lo que habían observado. Los resultados mostraron diferencias distintas entre las variables (tiempo, sexo, grado), dependiendo de cada una de las preguntas que se les plantearon a los grupos evaluados. Estos resultados son la base para discutir el sentido número y la estimación de cantidad, el subitizing, la cantidad de ítems que pueden ser almacenados en la memoria, el efecto de posición serial y la tendencia de los niños y niñas a aceptar un hecho falso. Todo esto lleva posteriormente a conclusiones puntuales sobre estos temas.

## INTRODUCCIÓN

La neurobiología es la rama del conocimiento que se encarga de estudiar al cerebro y a todo el sistema nervioso en general (Salas, 2003). Gracias a esta se sabe que el cerebro está compuesto de un gran número de neuronas y células de la glía.

Las neuronas son células especializadas en la recepción y transmisión de información electroquímica. Cada neurona está conectada a otras neuronas, formando redes complejas con ayuda de las células de la glía (P de Aparicio, 2009).

Las conexiones entre células nerviosas son denominadas sinapsis, las cuales se desarrollan y modifican a lo largo de la vida de acuerdo a las experiencias de cada persona, lo cual trae consigo cambios en la eficacia e incluso crecimiento de nuevas sinapsis (Fig. 1).

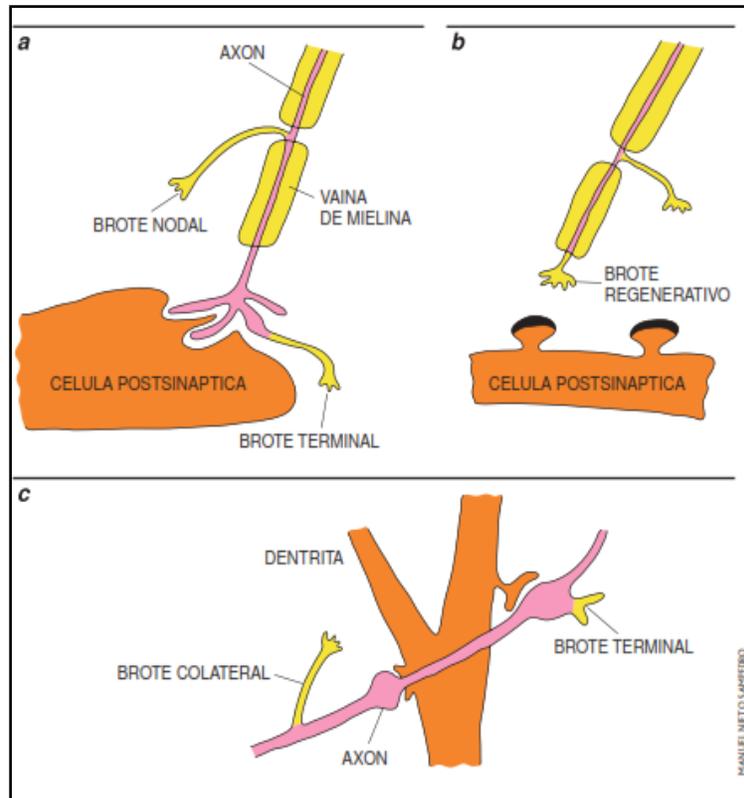


Fig. 1: Sinapsis. La imagen esquematiza la interacción de las células neuronales en la sinápsis y los brotes axonales en: a) en la unión neuromuscular; c), en una sinapsis típica del SNC, formada entre un axón y una espina dendrítica. Si un axón es interrumpido por una lesión, el muñón terminal puede dar lugar a brotes regenerativos (b) (Nieto, 2003).

Al proceso de modificación estructural y funcional de las sinapsis se le conoce como plasticidad sináptica. Esta plasticidad se puede dividir en 3 categorías:

1. Plasticidad a corto plazo: puede durar desde algunos segundos hasta minutos y permite a las sinapsis realizar funciones críticas en los circuitos neuronales.
2. Plasticidad homeostática: permite a los circuitos neuronales mantener los niveles apropiados de excitabilidad y conectividad.
3. Plasticidad a largo plazo: implica cambios de horas o más y desempeña un papel importante en los procesos de aprendizaje y memoria.

Los cambios a corto plazo en las sinapsis permiten al sistema nervioso procesar e integrar temporalmente la información, ya sea amplificando o disminuyendo la capacidad de transmisión de los circuitos sinápticos, mientras que los cambios a largo plazo son importantes para el aprendizaje y la memoria (García, 2008).

La plasticidad sináptica está relacionada con la experiencia ya que las habilidades que se van adquiriendo con la práctica provocan cambios en las sinapsis de diversas regiones cerebrales, lo cual puede contribuir a la reorganización cerebral después de una lesión en ciertas regiones neurales o tras la privación sensorial (ceguera por ejemplo), al igual que en aspectos cognoscitivos (Coll, 2011).

Los aspectos cognoscitivos son aquellos procesos intelectuales abstractos que se llevan a cabo a partir de sensación, percepción e integración de conocimientos previamente adquiridos, para valorar la información.

Un ejemplo de un aspecto cognoscitivo relacionado con la plasticidad sináptica es la memoria, la cual se refiere a la capacidad de almacenar y recuperar información que presenta un sujeto (Ballesteros, 1999). Existen distintos tipos de memoria: a corto plazo, a largo plazo, procedimental, declarativa, semántica, episódica y sensorial (Carillo-Mora, 2010). Esta última se refiere a la capacidad de registrar y retener brevemente información sensorial después de que el estímulo haya cesado. La memoria sensorial puede ser auditiva, táctil y visual (Mate, 2010). La memoria visual comprende un efecto de post imagen, al conservarse en la memoria una serie de imágenes (Rodríguez, *et. al.*, 2008).

La memoria visual es un ejemplo de proceso cognoscitivo en el que se presentan diferencias entre hombres y mujeres. Estas diferencias pueden deberse a varios factores, como la edad, el proceso de desarrollo, la educación, entre otros (García, 2003) y es estudiada tanto por la neurobiología, que intenta conocer y entender su base biológica, como por la neuroeducación, que investiga cómo aplicar dichas bases para mejorar los procesos de aprendizaje (Campos, 2010)

## **ANTECEDENTES**

### **Neurociencia y educación**

La neurociencia es un conjunto de disciplinas que, bajo distintas perspectivas de enfoque, abordan los niveles de organización del sistema nervioso (Salas, 2003).

Se hace neurociencia desde la neuroanatomía, fisiología, biología molecular, química, neuroinmunología, genética, neuropsicología y las ciencias de la computación (Kandel, Schwatz y Jessell, 1997, citando en Salas, 2003), ya que el funcionamiento del sistema nervioso es un fenómeno múltiple, que puede ser descrito a nivel molecular y celular, hasta el psicológico y social (Beiras, 1998 en Salas, 2003).

Por otro lado, la educación involucra muchas disciplinas, entre éstas, filosofía, psicología, psicopedagogía, didáctica y biología, las cuales permiten profundizar en cuestiones de aprendizaje humano y realizar un análisis más objetivo de la educación en general. La educación ha participado con las neurociencias en varias investigaciones de patologías neuropsicológicas como los trastornos del

aprendizaje como dislexias, discalculias, disgrafías y disortografías (Eusebio, et al., 2008).

En este sentido, viene emergiendo una nueva área llamada neuroeducación, que es la interdisciplina que promueve una mayor integración de los conocimientos relacionados con el cerebro y el aprendizaje, considerando la unión entre la pedagogía, psicología cognitiva y las neurociencias (Campos, 2010).

El surgimiento de la neuroeducación indica que la brecha entre los conocimientos biológicos y los aspectos cognoscitivos se está acortando, por lo que se requiere la formación de neuroeducadores, esto es, docentes interesados en la investigación en neurociencias y neurobiólogos interesados en la educación. En este sentido, la neuroeducación abre la puerta a una nueva profesión y a un nuevo tipo de expertos, que podrían entender las particularidades del sistema nervioso y del cerebro y, a la vez, relacionar este conocimiento con el comportamiento de sus alumnos, su propuesta de aprendizaje, su actitud y el ambiente del aula, entre otros factores (Campos, 2010).

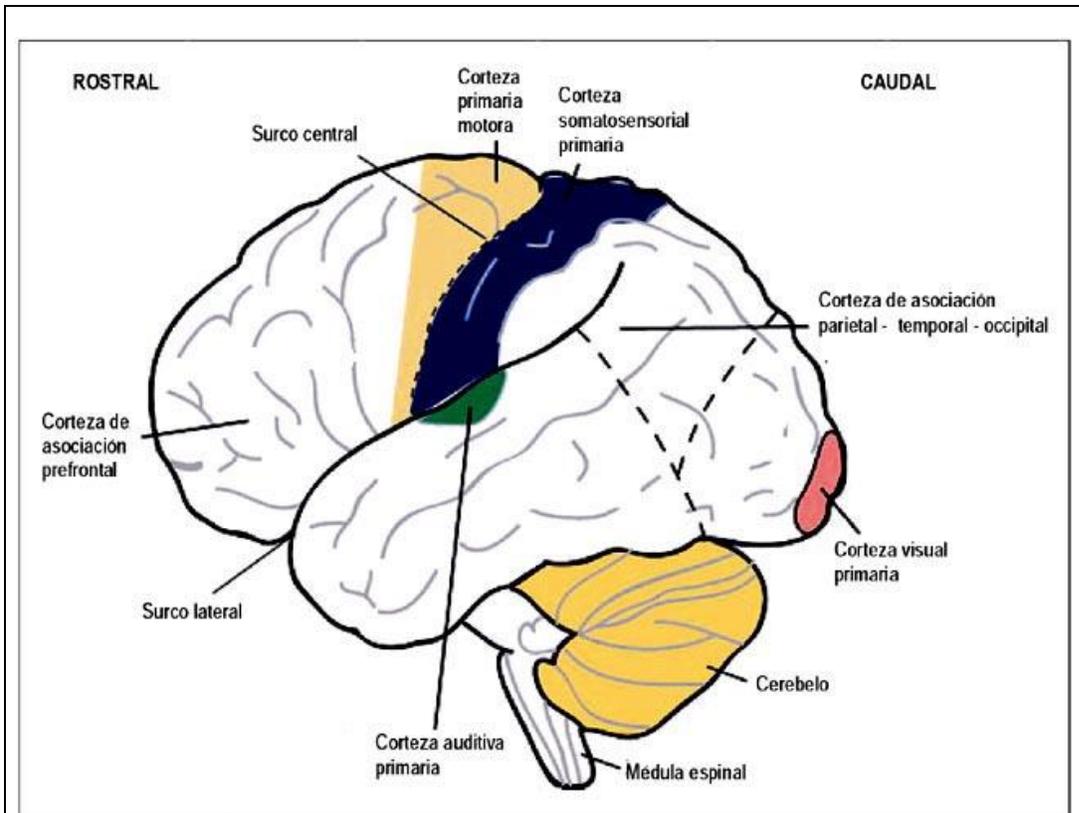
Por todo lo anterior es importante hacer investigación desde la perspectiva de la neuroeducación. En este trabajo se estudiará la memoria visual en niños y niñas de primaria, un fenómeno en el que están implicados procesos cuyo funcionamiento tiene bases tanto biológicas como cognoscitivas.

## **La memoria**

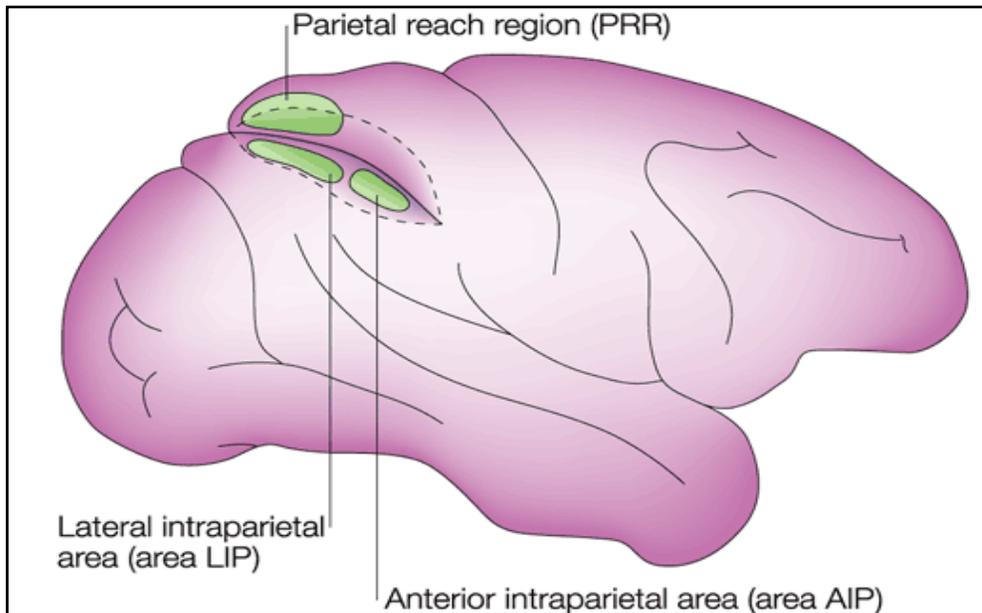
La memoria es la capacidad para retener y almacenar información, así como hacer uso de ella; dicha información puede ser recuperada, unas veces de forma voluntaria y otras de manera involuntaria (Ballesteros, 1999). La memoria nos permite retener nuestra lengua materna, mantener hábitos, habilidades motoras, conocimiento del mundo y de nosotros mismos y referirnos a ellos durante nuestra vida (Barbizet, 1969 en Gramunt, 2008). Aunque en todas estas actividades estamos hablando de memoria, es posible que para cada una de ellas usemos una distinta ya que esta se clasifica de la siguiente manera:

### Memoria Declarativa (MD)

La memoria declarativa, también conocida como memoria explícita, hace referencia a las memorias que son de forma consciente (Gramunt, 2008). Es el tipo de memoria con la que recordamos las experiencias, objetos, rostros, nombres, conceptos, hechos o eventos específicos (Solís y López-Hernández, 2009). Esta memoria se adquiere a través del procesamiento en una o más de las tres áreas de asociación de la corteza (Fig. 2a) (las cortezas frontal, parietal y temporal). Estas áreas reciben información de las cortezas sensitivas primarias: visual (lóbulo occipital), auditiva (lóbulo temporal) y somatosensorial (lóbulo parietal) y crean para nosotros una experiencia completa de nuestro medio (Solís y López-Hernández, 2009).



a)



b)

Fig. 2: a) Áreas de asociación de la corteza. En el esquema se muestran las cortezas sensitivas primarias (visual, auditiva y somatosensorial) y la corteza de asociación parietal-temporal-occipital involucrada en la memoria declarativa (imagen tomada de Campos-Roldán, 2007). b) Áreas subcorticales parietales (señaladas en color verde) (imagen tomada de Cohen y Andersen, 2002).

Se subdivide en:

- Memoria episódica, con ésta se entiende el recuerdo de sucesos específicos, que pueden ser asignados a un momento concreto en el tiempo. Permite la recolección personal consciente de acontecimientos y hechos del propio pasado (Tulving, 1972, citado en Gramunt, 2008), por ejemplo, recordar las vacaciones del verano pasado. La codificación y almacenamiento de la información de la memoria episódica depende del hipocampo, giro dentado, amígdala y núcleos talámicos (Fig. 3), entre otras estructuras cerebrales (Solís y López-Hernández, 2009).

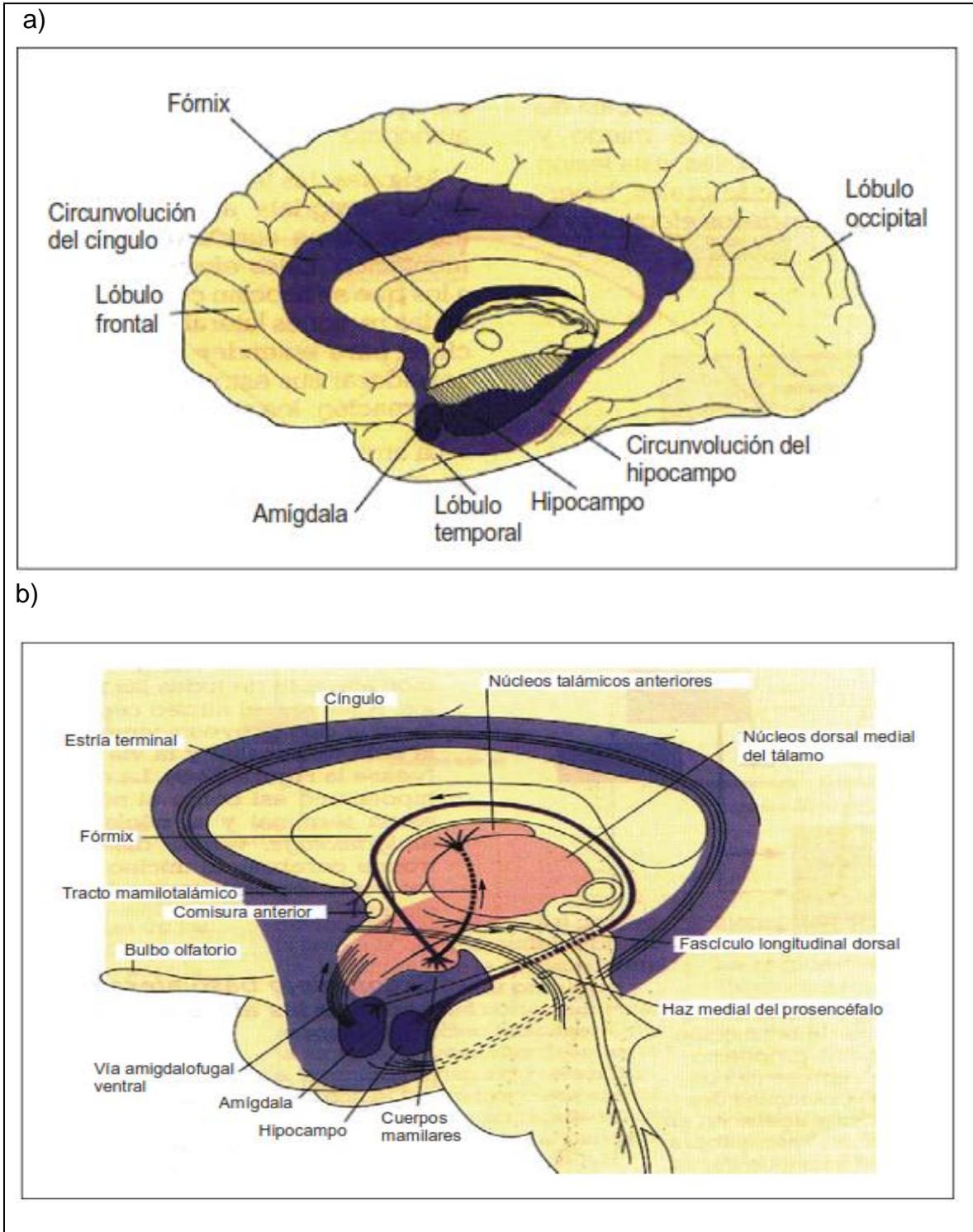


Fig. 3: Algunas estructuras involucradas en la memoria. a) Esquema del cerebro: Se muestran algunas estructuras como la amígdala, hipocampo, entre otras. b) Acercamiento del esquema a): se muestran amígdala, hipocampo, núcleos talámicos, entre otras, estructuras involucradas en la memoria (Imágenes tomadas de Campos-Roldán, 2007).

- La memoria semántica se refiere al almacén general de información de datos y no depende de un tiempo o lugar determinado (Gramunt, 2008), o sea, es conocimiento general sobre el mundo, independiente de la relevancia personal. En este caso, el conocimiento semántico no se almacena en una región encefálica única; más bien, el recuerdo se construye a partir de diferentes fragmentos de información, cada uno de los cuales se deposita en almacenes de memoria especializados (Solís y López-Hernández, 2009).

#### Memoria No Declarativa (MND):

La memoria no declarativa, también denominada memoria implícita, se refiere a distintos sistemas de memoria, siendo de los más estudiados el *priming*, el cual es un tipo de memoria implícita que no requiere de ninguna recolección consciente de experiencias previas (Carrillo-Mora, 2010) y la memoria procedimental que es el aprendizaje de una habilidad, como andar en bicicleta. La memoria no declarativa, implícita o procedimental es de acceso inconsciente y las áreas cerebrales relacionadas son el hipocampo, ganglios basales y el cerebelo, entre otras (Solís y López-Hernández, 2009).

#### Memoria a Largo Plazo (MLP):

Memoria a largo plazo hace referencia al recuerdo de información tras un intervalo en el que la atención del sujeto se centra en aspectos distintos del objetivo, es decir, no tiene la atención en lo que desea recordar durante todo el tiempo, y se cree que tiene una gran capacidad (Miller, 1956, citado en Gramunt, 2008).

En la memoria a largo plazo se involucran estructuras límbico-diencefálicas y corticales que incluyen estructuras temporales mediales (Fig.4) (hipocampo, giro dentado, subiculum y córtex entorrinal), zona prefrontal y zonas corticales asociativas posteriores al neocórtex (Rincón, 2006).

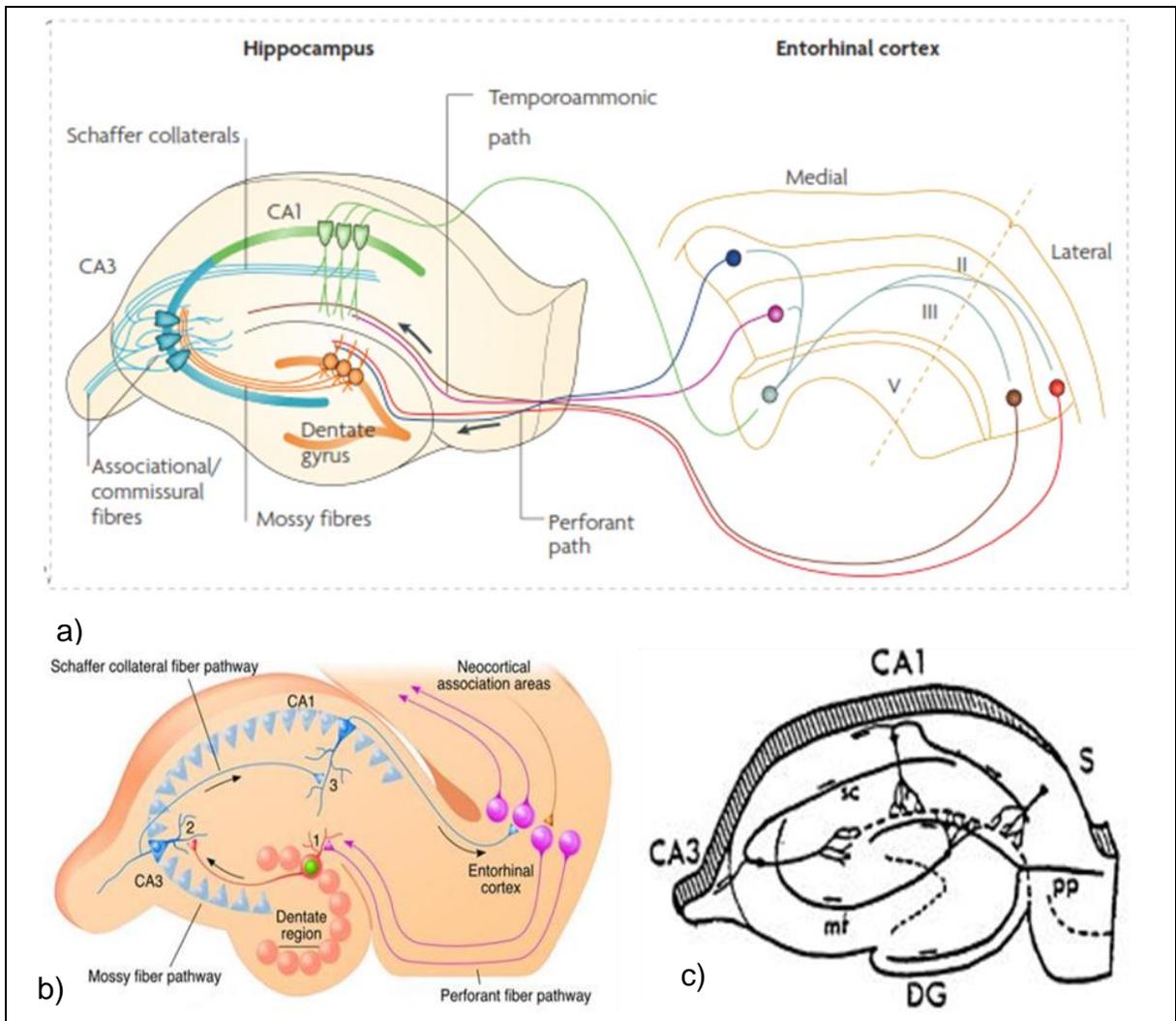


Fig. 4: Anatomía del hipocampo. a) El esquema del hipocampo muestra el giro dentado (imagen tomada de Neves, *et al.*, 2008). b) Ubicación del córtex entorrinal. c) La "S" en el esquema muestra la ubicación del subículo (Imagen tomada de O' Mara, 2005).

### Memoria a Corto Plazo (MCP)

Por otro lado, la memoria a corto plazo se define como almacén de información limitada por un periodo corto de tiempo (Suárez, *et al.*, 2006). En la memoria a corto plazo interviene la zona dorsolateral y están involucradas otras estructuras como receptores periféricos según la modalidad de la información, ya sea visual, auditiva, etc. (Rincón, 2006).

### Áreas encefálicas relacionadas con la memoria

Estudios recientes han demostrado que los sistemas de memoria están distribuidos en circuitos neuronales corticales específicos. Algunas estructuras cerebrales relacionadas con la memoria son: hipocampo, tálamo, amígdala, lóbulo temporal, cuerpos mamilares (Fig. 3) y cerebelo (Fig. 2a), entre otras (Rincón, 2006).

Una de las estructuras más destacadas en el funcionamiento de la memoria y de las primeras en ser estudiada es el hipocampo, el cual forma parte del sistema límbico y está situado en los lóbulos temporales; hay evidencia de que está relacionado con la conversión de memoria reciente a memoria largo plazo (Rincón, 2006). Esto es coherente con los postulados observados por Penfield (1950, citado en Rincón, 2006) cuando habla del proceso de consolidación de la información en donde el proceso está mediado por las conexiones que recibe la corteza del hipocampo.

Es importante aclarar que en la memoria no solamente interviene el hipocampo, porque cada proceso de memoria tiene en su base estructuras anatómicas específicas pero interconectadas; entonces queda claro que el hipocampo actúa de manera relevante en la consolidación de la memoria a largo plazo y que es una estructura ubicada estratégicamente en el cerebro para servir como almacén de la memoria y de interconexión para llevar esta información a otras estructuras (Rincón, 2006).

Así como hay estructuras que se encargan de almacenar la información de manera consciente, existen otras, que se encargan de la memoria no consciente, como la amígdala. Esta estructura está conformada de sustancia gris en forma de almendra, está situada en la parte anterior de los lóbulos temporales y recibe conexiones de la corteza parahipocampal, el bulbo olfatorio y de la porción basal del lóbulo frontal, a través del fascículo uncinado, también tiene conexiones con el hipocampo y el giro dentado (Fig. 3) (Rincón, 2006).

Es importante destacar que aunque la memoria actúe en regiones específicas como la amígdala o el hipocampo, éstas al mismo tiempo trabajan de manera conjunta con otros sistemas neuronales para funcionar de la manera correcta en el cerebro.

Un ejemplo de esto es la memoria a corto plazo, en la que participa la zona dorsolateral y al mismo tiempo se involucran algunos receptores sensoriales periféricos como los de información visual (Rincón, 2006).

## Memoria visual a corto plazo

La memoria visual a corto plazo se refiere a la retención de información que proviene de la percepción visual, como son el color, la forma, textura, u orientación de los objetos. En términos muy generales, Hollingworth (2008, citado en Mate, 2010) define la memoria visual a corto plazo como la habilidad para formar y almacenar un número reducido de representaciones visuales, generalmente durante un periodo breve que dura pocos segundos y que posteriormente puede ser recordada o reconocida.

En relación a la definición anterior hay dos aspectos que vale la pena explicar por separado, el primero de ellos es el número reducido de representaciones visuales. Esto se refiere al número total de ítems que pueden ser almacenados y recordados, de lo cual, ya se ha hecho investigación. La más destacada es la que hizo George Miller en 1956 en donde demostró que la gente puede recordar aproximadamente  $7 \pm 2$  ítems (chunks), en la memoria a corto plazo (Rodríguez, *et al.*, 2006).

Y el otro aspecto importante de la definición de Hollingworth es el tiempo. Respecto a esto, algunos estudios sugieren que solamente una pequeña cantidad de información se almacena después de ver brevemente una imagen (Rodríguez, *et al.*, 2006). Entonces surge la pregunta: ¿Cuánto es brevemente? por lo que el diseño experimental de la presente investigación pretende precisarlo. Sin embargo, podemos sugerir que la cantidad de objetos recordados no solo podría depender del tiempo, sino también de la estrategia empleada.

Con esto podemos darnos cuenta de la importancia de continuar haciendo estudios como éste, en el que también se espera conocer algunas otras variables que influyen en la memoria visual; por ejemplo las diferencias cerebrales y cognoscitivas, con referencia al sexo de los individuos.

### **Diferencias de cognición entre mujeres y hombres**

En la actualidad se sabe la existencia de diferencias sexuales en la organización funcional del cerebro y en habilidades cognoscitivas, estas diferencias entre hombres y mujeres han sido estudiadas desde ramas como las neurociencias, psicología, antropología y sociología.

El estudio de las diferencias mentales entre uno y otro sexo alcanza al menos cuatro aspectos:

- diferencias en la organización cerebral
- diferencias en los procesos cognoscitivos
- influencias hormonales
- influencias ambientales

#### 1. Diferencias en la organización cerebral:

El cerebro, consta de dos hemisferios conectados por el cuerpo calloso (Fig. 5). En condiciones normales el cerebro funciona como un todo gracias a que ambos hemisferios están comunicados por el sistema comisural (Gil-Verona, *et al.*, 2002).

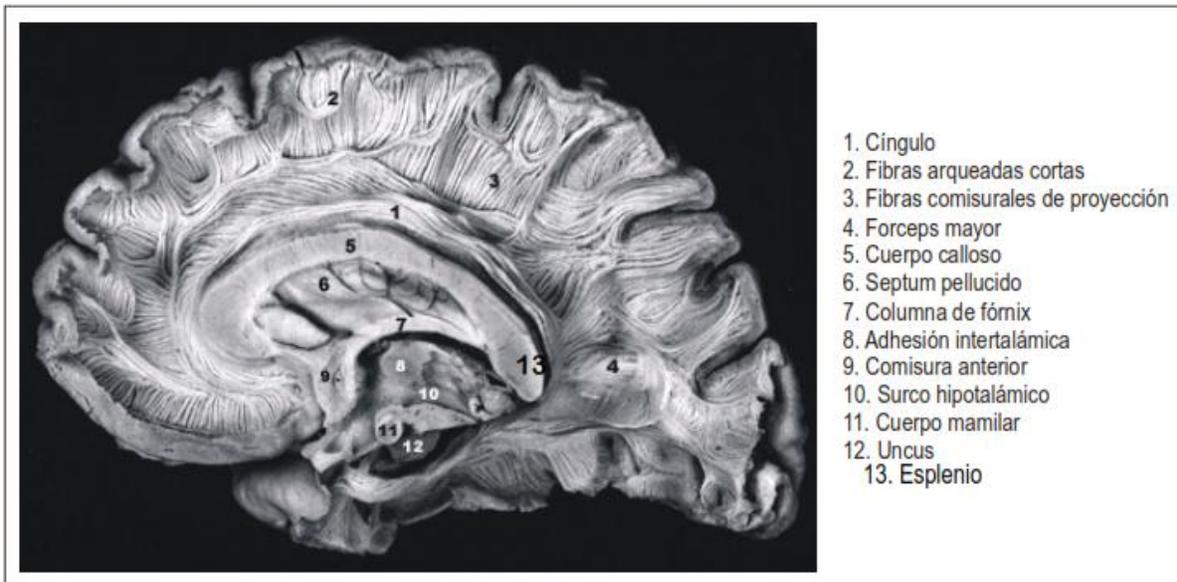


Fig. 5: Imagen de corte sagital de cerebro, ilustra algunas estructuras como el cuerpo calloso (5), esplenio (13), entre otras (imagen tomada de Campos-Roldán, 2007).

Cada hemisferio está especializado en la realización de aspectos particulares de la actividad global del cerebro. De igual forma existen ciertas áreas corticales especializadas que realizan funciones específicas, por ejemplo, áreas motoras y sensitivas, área auditiva y las áreas visuales entre otras (Parra, *et al.*, 2009). Sin embargo, a pesar de que hay diferencias y especializaciones hemisféricas, el trabajo de las funciones específicas es complementario.

Existen varias investigaciones que respaldan el dimorfismo de la corteza entre hombres y mujeres. La densidad neuronal en la corteza es más alta y de mayor diámetro craneal en hombres (Afifi y Bergman, 2006, citado en Parra, *et al.*, 2009).

Otra de esas diferencias de la corteza entre hombres y mujeres es la organización cerebral. Dentro de esta idea general hay tres enfoques distintos:

a) Las diferencias en la mayor o menor lateralidad de los hemisferios cerebrales en hombres y mujeres:

Este enfoque se refiere a que las mujeres son más bilaterales que los hombres en sus funciones cognitivas, es decir, que el cerebro femenino tendría repartidas las funciones verbales en ambos hemisferios, de manera que la función visual comparte su espacio neural con la verbal en el hemisferio derecho. Mientras que en los hombres el cerebro está más lateralizado, es decir, tendería a tener centradas sus habilidades verbales en el hemisferio izquierdo y el derecho sería utilizado exclusivamente para las espaciales (Hines 1990, citado en Burges, 2006).

b) Las diferencias sexuales intrahemisféricas

Esto se refiere a la focalización de las habilidades de cognición dentro de cada hemisferio. Existe una hipótesis firme que sostiene que las áreas del lenguaje están más focalizadas en el hemisferio izquierdo en las mujeres y se localizan concretamente en la región anterior o frontal de éste; mientras que en el hombre se encuentran más difusas a lo largo de todo el hemisferio izquierdo (Kimura & Harshman 1984, citados en Burges, 2006). Esta hipótesis no afirma la idea de una mayor lateralidad masculina y una bilateralidad femenina, sino que sostiene que se da una mayor focalización intrahemisférica femenina, por lo que el cerebro masculino y femenino difiere en cómo están representadas las funciones dentro de cada hemisferio.

c) El tamaño del cuerpo calloso:

El tercer enfoque se centra en el cuerpo calloso como la región más importante para la diferenciación cognoscitiva entre los sexos. El cuerpo calloso es más largo

y tiene mayor conexión entre las células neurales de los hemisferios en las mujeres que en los hombres. Este enfoque puede relacionarse con el primero como una explicación de la mayor bilateralidad, ya que si el cuerpo caloso es mayor en las mujeres significa que existe una mayor conexión entre ambos hemisferios (Burges, 2006). No obstante en cuanto al cuerpo caloso, existen datos contradictorios, probablemente debido a problemas metodológicos; clásicamente se describió que el esplenio (Fig. 5) es más bulboso y significativamente mayor en las mujeres que en los hombres; sin embargo, actualmente varios autores explican que en relación con el tamaño del cerebro los hombres tienen un cuerpo caloso mayor (Gil-Verona, *et al.*, 2002).

La teoría más importante acerca de las diferencias sexuales en la organización del cerebro sostiene que si las mujeres y los hombres difieren en aspectos cognoscitivos es por la manera en la que sus hemisferios están especializados en las diferentes tareas o funciones (Burges, 2006).

## 2. Diferencias en los procesos cognoscitivos:

Como tendencia general, las mujeres superan a los hombres en las pruebas de velocidad perceptiva, al igual que en pruebas de fluidez en la ideación, en tareas manuales de precisión que requieren una coordinación motriz fina, en la memoria visual y en pruebas de fluidez y articulación verbal (García, 2003).

Y los hombres superan a las mujeres en determinadas tareas espaciales como hacer girar mentalmente un objeto; muestran mayor precisión en habilidades

motoras dirigidas a un blanco y también superan a las mujeres en pruebas de razonamiento matemático (García, 2003).

Estas diferencias cognoscitivas entre sexos no sólo aparecen después de la adolescencia, pues distintos estudios han demostrado que están presentes desde edades tempranas (García, 2003). Por ejemplo, las diferencias en la capacidad lingüística son mayores en los primeros años de vida y a partir de la adolescencia estas diferencias entre sexos tienden a disminuir. Por otro lado, las diferencias de las capacidades espaciales son más manifiestas hacia los diez años, para luego mantenerse estables a lo largo de toda la vida (Gil-Verona, *et al.*, 2002).

En la actualidad se cree que las capacidades lingüísticas son más lateralizadas en el hombre, dependiendo el lenguaje del hemisferio izquierdo; mientras que en las mujeres esta capacidad está distribuida menos lateralizada entre ambos hemisferios. Estos datos se originaron del estudio de observaciones clínicas (Gil-Verona, *et. al*, 2002). El fundamento de esto son las investigaciones en pacientes que habían sufrido lesiones cerebrales como la afasia (lesión causada en el hemisferio izquierdo del cerebro que repercute en el lenguaje). El que la afasia se dé mayoritariamente en varones se tomó como una muestra más de la lateraridad masculina frente a la bilateralidad femenina. Se argumentaba que al tener las mujeres las funciones más repartidas entre ambos hemisferios la lesión en el izquierdo podía suplirse, resultando menores su efectos. Los varones, por el contrario, al tener las funciones más lateralizadas y el daño centrado en el

hemisferio izquierdo, las consecuencias de la lesión serían mayores en cuanto a la pérdida de funciones (Burges, 2006).

Hasta este punto es importante mencionar que no se sabe demasiado acerca de las relaciones complejas que hay entre las estructuras neurales y el proceso cognoscitivo, así que resultaría arriesgado concluir contundentemente que las diferencias estructurales en el cerebro de hombres y mujeres son las responsables de las diferencias cognoscitivas.

Para tener un panorama más preciso se debe investigar más acerca de la organización cerebral relacionada con las habilidades cognoscitivas (Burges, 2006).

### 3. Factores hormonales

Se han realizado estudios sobre la influencia de las hormonas sexuales en la conformación del cerebro, ya que estas condicionan los comportamientos al modificar la estructura neural del cerebro (García, 2003). Pero sobre este aspecto no se ahondará más debido a la escasa relación con esta investigación, ya que los individuos evaluados son niños de 7 a 12 años.

## JUSTIFICACIÓN

La memoria se ha estudiado en sus diversas clasificaciones, como es el caso de la memoria visual, en la que ya se sabe que sí hay diferencias entre hombres y mujeres, sin embargo a pesar de que se han hecho múltiples estudios con enfoques distintos, aún falta mucho por conocer y parte de eso son algunos factores o variables que no han sido tomadas en cuenta como la relación entre el tiempo de exposición a la información visual y la edad. Con esto es posible plantear un estudio en el que se comparen varios grupos de individuos (niñas y niños de distintas edades) a los que se les muestre la misma información visual pero durante distinta cantidad de tiempo a cada grupo; con ello se conocerá la relación entre tres variables distintas que son sexo, edad y tiempo, lo que hace posible obtener más conocimiento sobre diversos enfoques y variables, el cual que podría servir de referencia para futuras investigaciones o ser aplicados en alguna otra área, como en la educación, en donde sería una referencia para los profesores de educación básica para mejorar sus estrategias educativas, y con esto fortalecer el vínculo entre los conocimientos neurobiológicos y la educación así como promover el acercamiento de los biólogos a la educación.

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

Averiguar si hay diferencias de memoria visual entre niñas y niños de 2° a 6° grado de primaria en distintos tiempos de observación.

### Objetivos específicos:

1. Analizar las diferencias entre tiempo, sexo y grado escolar en la estimación de cantidad.
2. Determinar la cantidad promedio de imágenes que recuerdan las niñas y los niños e inferir si esta varía con la edad y el tiempo de observación.
3. Conocer cuáles son las figuras más recordadas y si hay diferencias entre niñas y niños y grado escolar.
4. Saber si los niños evaluados aceptan información falsa y conocer en cuantas variables hay diferencias.
5. Proponer algunos estudios futuros que podrían servir de apoyo para la neuroeducación a partir de este estudio.

## **MÉTODO**

Se evaluaron 20 grupos de niños y niñas de la Escuela Primaria Estatal “Hermanos Aldama”, en San Miguel de Allende, Gto, la cual fue escogida por la numerosa cantidad de grupos del mismo grado que tiene, lo que era necesario para los requerimientos del método experimental de este trabajo.

Se tomaron en cuenta los grados de segundo a sexto, para tener un rango amplio de comparación entre grados y no se tomó en cuenta primer grado debido a las dificultades de los niños en ese nivel para leer y escribir.

De los grados tomados en cuenta se evaluaron 4 grupos diferentes de cada uno. Los grupos fueron nombrados grupo 1, grupo 2, grupo 3 y grupo 4. Siendo la diferencia entre ellos el tiempo que pudieron ver el estímulo (Fig.6).

Los grupos 1 observaron el cartel durante 15 segundos, los grupos 2 durante 30 segundos, los grupos 3 durante 45 segundos y los grupos 4 lo hicieron durante 60 segundos.

Los 20 grupos evaluados estaban constituidos y organizados de la siguiente manera:

Grado / Grupo	Tiempo	Cantidad de alumnos	niñas	niños
2° 1	15	30	15	15
2° 2	30	19	10	9
2° 3	45	20	11	9
2° 4	60	14	6	8
3° 1	15	25	13	11
3° 2	30	20	10	10
3° 3	45	35	17	18
3° 4	60	39	20	19
4° 1	15	24	12	12
4° 2	30	35	17	18
4° 3	45	17	9	8
4° 4	60	30	15	15
5° 1	15	37	19	18
5° 2	30	28	15	13
5° 3	45	33	18	15
5° 4	60	19	9	10
6° 1	15	20	10	10
6° 2	30	31	16	15
6° 3	45	30	15	15
6° 4	60	14	8	6



Fig. 6: Cartel mostrado a los grupos evaluados

Al llegar a cada grupo, después del saludo y la presentación, se les explicó que se les mostraría un cartel que debían observar atentamente sin hacer ninguna otra cosa durante la observación.

Se les mostró a los niños y las niñas el siguiente cartel que contenía 20 figuras simples de colores, con temas variados.

Al finalizar la presentación se les repartió una hoja con las siguientes preguntas:

1. ¿Cuántas figuras viste?
2. ¿Qué figuras había en el cartel?
3. ¿Qué color era la mesa?

Y se les indicó que las preguntas debían ser contestadas individualmente y en silencio.

Cada una de las preguntas se les leyó en voz alta aclarando que ellos debían contestarlas exclusivamente de manera escrita. Después de leer la pregunta número 1, se les aclaró que debían contestar cuántas figuras había en total en todo el cartel y en la pregunta 2 la indicación fue que escribieran cada una de las imágenes que había en el cartel.

Posteriormente se capturaron las respuestas proporcionadas por los niños y las niñas y se analizaron con estadística descriptiva y se obtuvieron gráficas en Microsoft Excel 2013, todo ello fue hecho por cada pregunta y el análisis se llevó a cabo por separado entre cada una de las variables (sexo, grado y tiempo).

Se comprobó la distribución normal de los datos en SPSS Statistics 22 con una prueba de Shapiro-Wilk y se calcularon análisis de varianza (ANOVA) de tres vías en los resultados de las respuestas 1 y 2 para saber si había diferencias entre las variables respecto a la cantidad de objetos que calculan para el caso de la pregunta 1 y a la cantidad de imágenes que recuerdan los individuos evaluados para la pregunta 2. Posteriormente se hicieron pruebas de Tukey para las respuestas 1 y 2 con la finalidad de conocer entre que grupos se presentaban las diferencias significativas.

Se hizo un análisis cualitativo de las figuras más recordadas por los niños evaluados empleando las sumatorias de las menciones que tuvo cada figura por los niños y se hizo la comparación de estas entre sexos, grados y grupos.

Finalmente se calculó el porcentaje de los niños que contestaron correctamente la pregunta 3 y se obtuvo una tabla en donde se observan los resultados por sexo, grado y grupo.

## **RESULTADOS**

Después de hacer las preguntas a los niños, se registraron todas sus respuestas, separándolas para analizarlas tiempo de exposición al cartel, grado escolar y sexo.

Posteriormente para el análisis de las respuestas 1 y 2 se hizo la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en la cual no hubo diferencias significativas, lo que implica que las variables tienen una distribución normal.

La Pregunta 1 fue: **¿Cuántas figuras viste?**; en esta pregunta se les hizo la aclaración de que debían contestar cuantas figuras había en total en el cartel.

Los niños contestaron a esta pregunta y con las respuestas de todos se calculó el promedio del número de imágenes que proporcionaron, el cual se esquematizó gráficamente en las figuras 7 y 8.

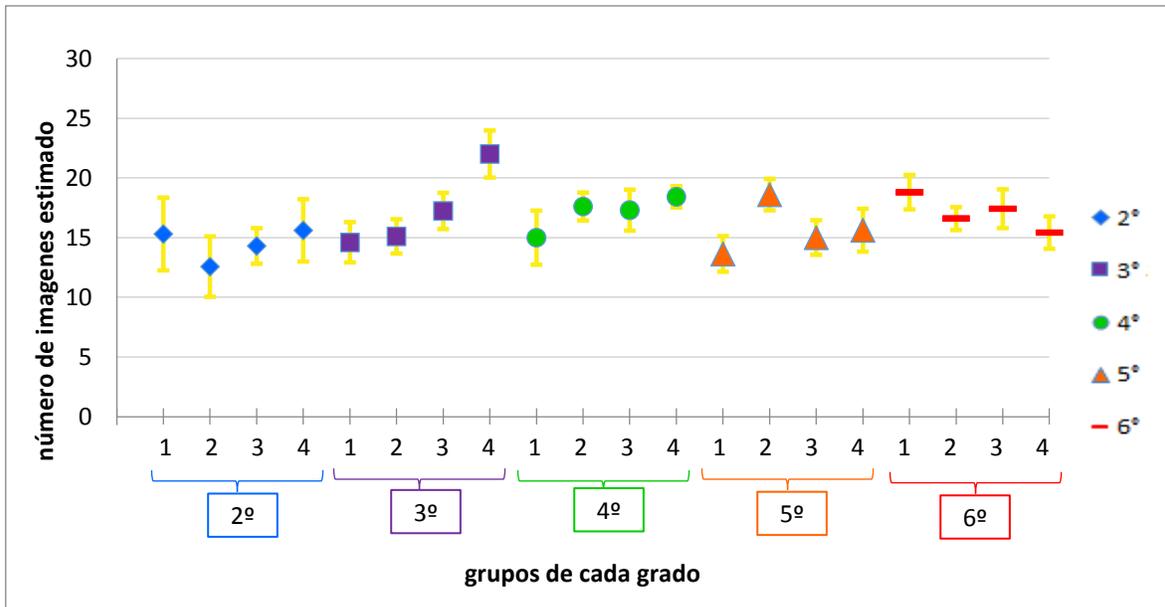


Fig. 7: Promedio  $\pm$  error estándar del número de figuras que calcularon las niñas de segundo a sexto grado de primaria. Los números por arriba del grado en el eje de las X indican el número de grupo evaluado.

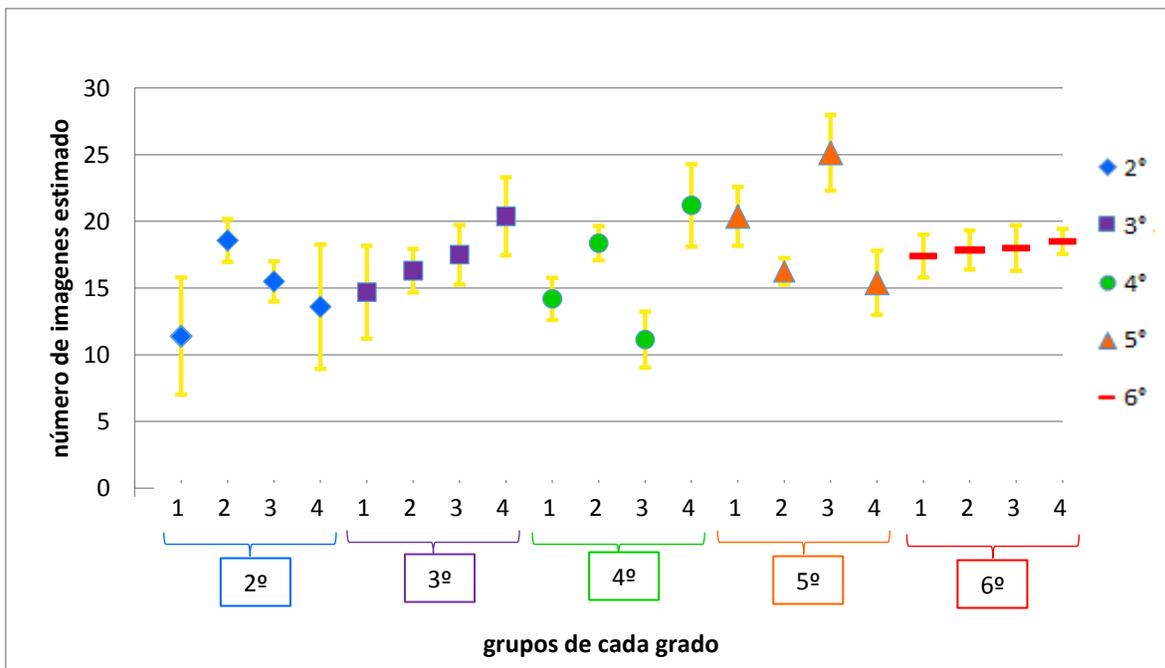


Fig. 8: Promedio  $\pm$  error estándar del número de figuras que calcularon los niños de segundo a sexto grado de primaria. Los números por arriba del grado en el eje de las X indican el número de grupo evaluado.

En las figuras 7 y 8 se muestran las estimaciones de cantidad de las figuras que hicieron las niñas (figura 7) y los niños (figura 8) de diferentes grados escolares y con diferentes tiempos de exposición al cartel. En estas gráficas se muestran los promedios más menos el error estándar. Se observa que la mayoría de estimaciones están por debajo del número real de imágenes en el cartel, pero a pesar de esto, hay diferencias significativas entre algunas de las variables (sexo, grado, tiempo) que se demostró posteriormente con una prueba de ANOVA de 3 vías.

La prueba ANOVA de tres vías indicó que hay diferencias significativas entre tiempo\*grado  $F= 1.864$ , en donde  $p= .037$  y tiempo\*sexo\*grado con  $F= 1.966$ , en donde  $p= .026$

Tabla 1. Análisis de Varianza (ANOVA) de 3 vías de la respuesta 1

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	3553.705 <sup>a</sup>	39	91.121	1.930	.001
Interceptación	107732.999	1	107732.999	2281.473	.000
tiempo	191.169	3	63.723	1.349	.258
sexo	55.602	1	55.602	1.177	.278
grado	317.257	4	79.314	1.680	.154
tiempo * sexo	23.738	3	7.913	.168	.918
tiempo * grado	1056.487	12	88.041	1.864	.037
sexo * grado	267.239	4	66.810	1.415	.228
tiempo * sexo * grado	1113.766	12	92.814	1.966	.026
Error	20068.842	425	47.221		
Total	162084.000	465			
Total corregido	23622.546	464			

a. R al cuadrado = .150 (R al cuadrado ajustada = .072)

Posteriormente se hizo una prueba de Tukey para conocer las diferencias entre los factores, resultado las Tablas 2 y 3. Para la variable sexo, se hizo una prueba de U de Mann-Whitney para conocer si había diferencias entre sexo y cuyo resultado se muestra en la tabla 4.

Tabla 2. Resultados de la prueba de Tukey para el factor tiempo.

(I) tiempo	(J) tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
15	30	-1.16	.907	.579
	45	-1.37	.889	.416
	60	-2.97*	.940	.009
30	15	1.16	.907	.579
	45	-.21	.868	.995
	60	-1.81	.921	.203
45	15	1.37	.889	.416
	30	.21	.868	.995
	60	-1.60	.903	.288
60	15	2.97*	.940	.009
	30	1.81	.921	.203
	45	1.60	.903	.288

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 47.221.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Las diferencias significativas en la prueba de Tukey para el factor tiempo fueron entre 15 y 60 segundos en donde  $p = 0.009$ . Estos resultados fueron para todos los niños evaluados sin distinguir entre sexos.

Tabla 3. Resultados de la prueba de Tukey para el factor grado

(I) grado	(J) grado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
2	3	-3.00	1.142	.068
	4	-2.51	1.176	.208
	5	-2.84	1.144	.097
	6	-2.72	1.192	.152
3	2	3.00	1.142	.068
	4	.49	.952	.986
	5	.16	.912	1.000
	6	.27	.972	.999
4	2	2.51	1.176	.208
	3	-.49	.952	.986
	5	-.33	.954	.997
	6	-.21	1.011	1.000
5	2	2.84	1.144	.097
	3	-.16	.912	1.000
	4	.33	.954	.997
	6	.11	.974	1.000
6	2	2.72	1.192	.152
	3	-.27	.972	.999
	4	.21	1.011	1.000
	5	-.11	.974	1.000

En la prueba de Tukey para el factor grado (tabla 3) no resultaron diferencias significativas entre ninguno de los grados evaluados (niñas y niños juntos).

Tabla 4. Prueba U de Mann-Whitney para la variable sexo de la respuesta 1

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de respuesta1 es la misma entre las categorías de sexo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.358	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es .05.

En el análisis de la prueba de Mann-Whitney, no hubo diferencias significativas entre niñas y niños en la estimación de cantidad.

En la Pregunta 2 se les pidió que contestaran **¿Qué figuras había en el cartel?**

La respuesta que debían de dar a esta pregunta, era mencionar cada una de las 20 imágenes que había en el cartel. Sin embargo los niños listaron menos de la cantidad real. Las respuestas fueron analizadas en cuestión al número de imágenes que listaron los niños.

Se obtuvieron los promedios del número de imágenes recordadas por los niños y niñas de cada grado, grupo y sexo por separado (Fig. 9 y Fig. 10).

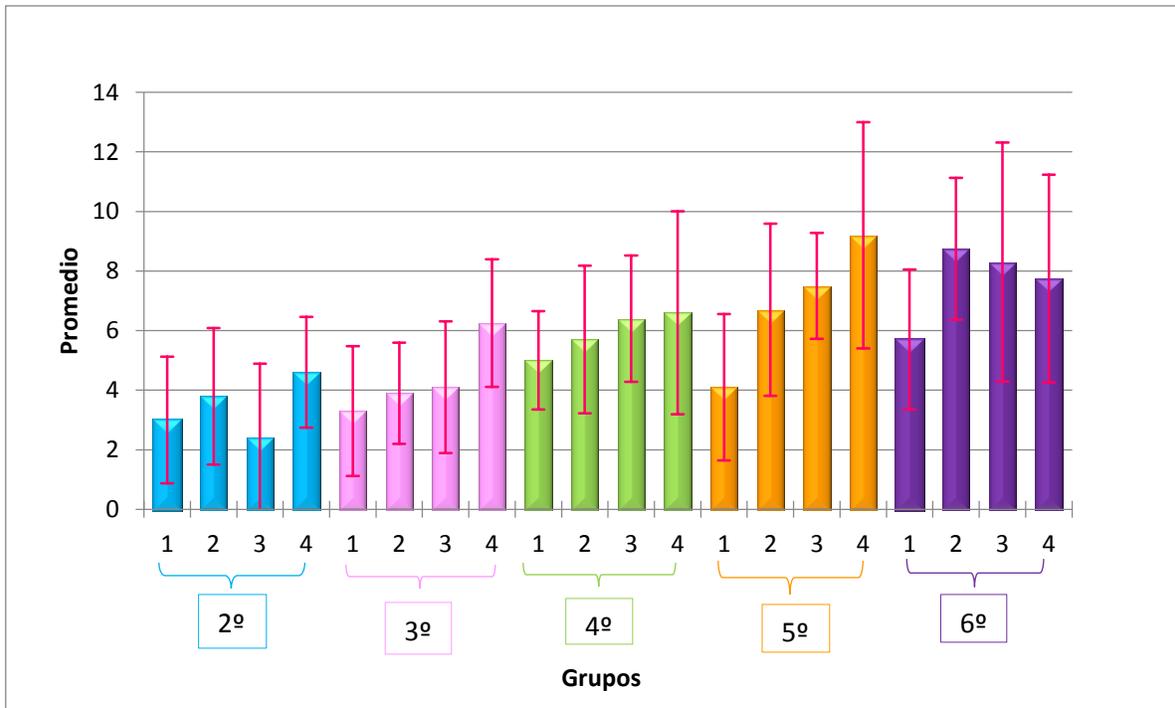


Fig. 9: Promedio de la cantidad de figuras recordadas por las niñas, en el eje X se encuentran los grupos evaluados de cada grado y en el eje Y el promedio de objetos que recuerdan las niñas.

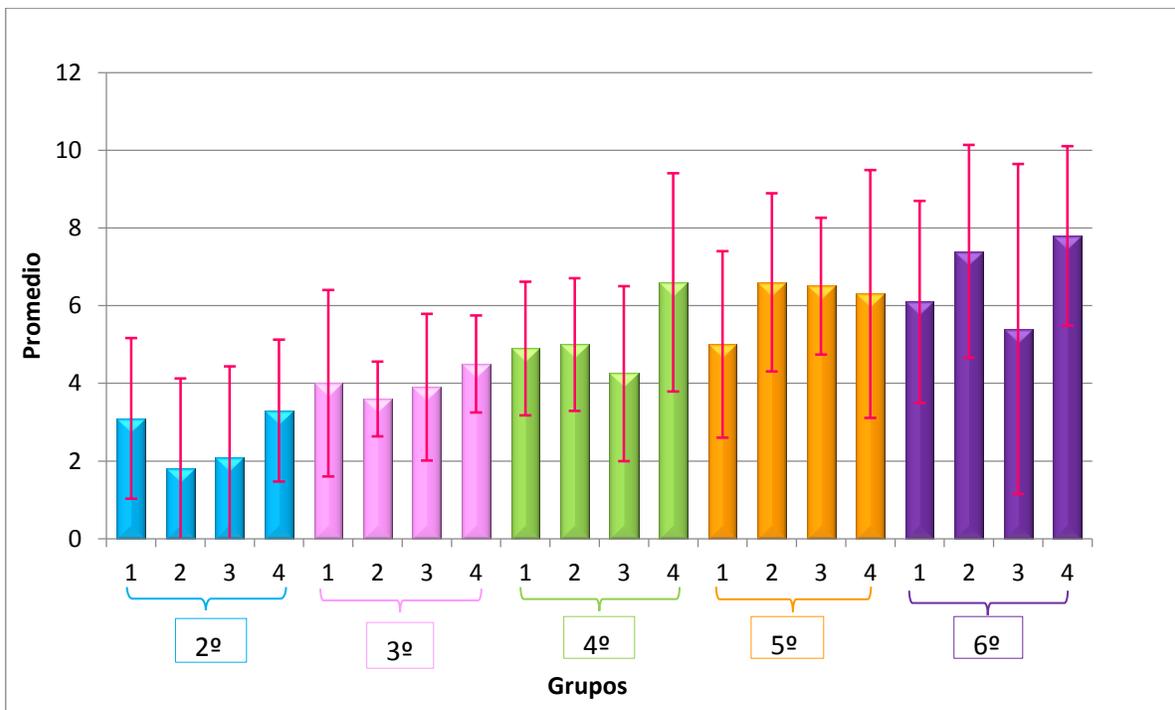


Fig. 10: Promedio de la cantidad de figuras recordadas por los niños, en el eje X se encuentran los grupos evaluados de cada grado y en el eje Y el promedio de objetos que recuerdan los niños.

En las figuras 9 y 10 se muestran los promedios más menos el error estándar de figuras que recordaron las niñas (Fig. 9) y los niños (Fig. 10) de diferentes grados escolares y con diferentes tiempos de observación del cartel.

En las gráficas se observa una tendencia de aumento en los promedios de imágenes recordadas con el grado escolar y parece haber diferencias entre el tiempo que observaron el cartel. Todas las diferencias significativas entre las variables se demostraron posteriormente con una prueba de ANOVA de 3 vías.

En la prueba de ANOVA de tres vías demostró que hay diferencias significativas en las variables: Tiempo, en donde  $p = .000$ , Sexo, con  $p = .008$  y Grado, en donde  $p = .000$

Tabla 5. ANOVA de 3 vías de la respuesta 2

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1147.389 <sup>a</sup>	39	29.420	5.453	.000
Interceptación	13358.277	1	13358.277	2475.853	.000
tiempo	174.965	3	58.322	10.809	.000
sexo	38.003	1	38.003	7.044	.008
grado	720.875	4	180.219	33.402	.000
tiempo * sexo	24.527	3	8.176	1.515	.210
tiempo * grado	81.658	12	6.805	1.261	.239
sexo * grado	.674	4	.169	.031	.998
tiempo * sexo * grado	36.716	12	3.060	.567	.869
Error	2417.150	448	5.395		
Total	19527.000	488			
Total corregido	3564.539	487			

a. R al cuadrado = .322 (R al cuadrado ajustada = .263)

Las variables que resultaron significativas en esta prueba fueron: tiempo, sexo y grado, y para conocer cuáles eran las diferencias entre dichas variables se hizo una prueba de Tukey y una U de Mann-Whitney para la variable sexo.

Tabla 6. Prueba de Tukey de tiempo

(I) tiempo	(J) tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
15	30	-1.23 <sup>*</sup>	.292	.000
	45	-1.32 <sup>*</sup>	.297	.000
	60	-1.67 <sup>*</sup>	.300	.000
30	15	1.23 <sup>*</sup>	.292	.000
	45	-.09	.295	.989
	60	-.44	.298	.451
45	15	1.32 <sup>*</sup>	.297	.000
	30	.09	.295	.989
	60	-.35	.303	.660
60	15	1.67 <sup>*</sup>	.300	.000
	30	.44	.298	.451
	45	.35	.303	.660

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 5.395.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Las diferencias significativas en la prueba de tiempo se encontraron entre los grupos 15 y 30, 15 y 45 y 15 y 60; en donde  $p = .000$

Tabla 7. Prueba de Tukey de Grado

(I) grado	(J) grado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
2	3	-.85	.359	.127
	4	-1.93*	.363	.000
	5	-2.79*	.359	.000
	6	-3.68*	.373	.000
3	2	.85	.359	.127
	4	-1.08*	.316	.006
	5	-1.94*	.310	.000
	6	-2.83*	.327	.000
4	2	1.93*	.363	.000
	3	1.08*	.316	.006
	5	-.86	.316	.053
	6	-1.75*	.332	.000
5	2	2.79*	.359	.000
	3	1.94*	.310	.000
	4	.86	.316	.053
	6	-.89	.327	.050
6	2	3.68*	.373	.000
	3	2.83*	.327	.000
	4	1.75*	.332	.000
	5	.89	.327	.050

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 5.395.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

En la prueba de Tukey de grado escolar, resultaron la mayoría de los grados con diferencias significativas entre sí, las cuales se pueden observar marcadas con un asterisco en la tabla 7.

Tabla 8: Prueba U de Mann-Whitney para la variable sexo de la respuesta 2

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de respuesta2 es la misma entre las categorías de sexo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.011	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es .05.

El resultado de la prueba U salió significativo, por lo cual es necesario rechazar la hipótesis nula y tomar la alternativa, lo que indica que hay diferencias entre sexos respecto a la cantidad de imágenes que recuerdan los individuos evaluados.

Con las respuestas de la pregunta 2: **¿Qué figuras había en el cartel?**, también se analizó cuales objetos eran más recordados por los niños. Se contabilizaron cada una de las imágenes que mencionó cada niño en su lista de respuesta y se obtuvo la sumatoria de las menciones que tuvo cada imagen por grado y sexo por separado; al no haber diferencia entre las imágenes recordadas por niñas o niños o por grado escolar, se juntaron los datos y se obtuvo la sumatoria general de las imágenes más recordadas, las cuales fueron en general las primeras, las últimas y las del centro, estos resultados se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9: Figuras más recordadas. Esta tabla muestra el cartel mostrado a los grupos; el número escrito debajo de las imágenes expresa la cantidad de veces que fue recordado y los números en color rojo indican cuales fueron las imágenes más recordadas.

 <b>210</b>	 119	 <b>198</b>	 144
 80	 115	 90	 131
 114	 151	 178	 37
 68	 41	 32	 177
 160	 <b>265</b>	 <b>246</b>	 <b>235</b>

En la tabla 9 se puede apreciar que las imágenes más recordadas son las de los extremos superior e inferior y las del centro.

En la Pregunta 3 se les cuestionó **¿Qué color era la mesa?**, pero al observar el cartel nos damos cuenta que no hay ninguna mesa en él, por lo que la respuesta correcta a esta pregunta era decir que no había tal mesa. A pesar de esto, la mayoría de los niños contestaron incorrectamente asignando algún color a la mesa. Esto paso en todos los grados, grupos y entre niñas y niños.

Para analizar sus respuestas se obtuvieron los porcentajes de los niños y niñas que acertaron a la respuesta correcta de cada grupo y grado por separado. Todos los resultados se pueden observar en la tabla 10.

Tabla 10: Porcentajes por grupos de los niños y niñas que contestaron correctamente la pregunta número 7. En la fila superior se indica el grado escolar, siguiendo hacia abajo se indica por separado los resultados para niñas con el símbolo ♀ y para niños con el símbolo ♂, en la columna del lado izquierdo se observa verticalmente el número de grupo por cada grado.

Los números distintos de cero son el porcentaje de los niños que contestaron que no había ninguna mesa en el cartel y los ceros significan que en ese grupo no hubo nadie que detectara el error.

	Segundos		Terceros		Cuartos		Quintos		Sextos	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Gpo 1	0	0	0	8%	0	0	0	0	0	0
Gpo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	6%	0
Gpo 3	20%	30%	0	0	0	0	0	0	6%	0
Gpo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	12%	16%

## DISCUSIÓN

### Estimación de cantidad

Las respuestas a la pregunta número uno variaron mucho, algunos niños acertaron al número total de objetos que había en el cartel, mientras que otros hicieron estimaciones que estaban cerca del número real, que era 20 y otros se quedaron un poco más lejos de acertar al número correcto (Figuras 7 y 8).

Las variaciones en las respuesta de los individuos evaluados pueden deberse a la habilidad de los niños y niñas para hacer estimaciones aproximadas, lo que podría depender de las estrategias que cada uno emplea para hacer el cálculo aproximado, éstas pueden ser también muy diversas e incluso inconscientes.

Es importante tomar en cuenta que todo esto tiene bases biológicas ya que la cuantificación y estimación de los elementos de nuestro entorno es una capacidad básica denominada sentido numérico tanto del ser humano como de otras especies animales, que contribuye a la supervivencia del organismo en su medio.

El sentido numérico permite percibir el número de objetos que forman un grupo de manera aproximada. Los estudios realizados hasta la actualidad parecen indicar que es innato, tanto en el ser humano como en otras especies animales (Serra-Grabulosa, et. al, 2010).

El sentido numérico ha producido nuevos cuestionamientos para la neurociencia, centrados en la investigación de su sustrato neural. Estas investigaciones han demostrado que en los circuitos neurales del procesamiento numérico colaboran

la corteza prefrontal (Fig. 2a), la parte posterior del lóbulo temporal (Fig. 3a), la corteza cingulada y distintas regiones subcorticales, sin embargo se localizan principalmente en el lóbulo parietal (Fig.2b). En este han sido identificadas dos regiones primordiales en las tareas numéricas: el segmento horizontal del surco intraparietal (SHSIP) (Fig. 11) y el giro angular (Fig. 12) (Serra-Grabulosa, et. al, 2010); no obstante no todas constituyen la base para el cálculo aproximado, del cual se trata esta cuestión en el presente estudio.

Algunas de las regiones que si participan en este proceso son el segmento horizontal del surco intraparietal, el cual se activa principalmente durante la estimación de un cálculo aproximado. Por otro lado el giro angular izquierdo participa en funciones relacionadas con el procesamiento numérico y el cálculo, específicamente en tareas como la multiplicación que requieren procesamiento verbal (Serra-Grabulosa, et. al, 2010). Esta área del lóbulo parietal no interviene directamente en la estimación aproximada de cantidades, que es el tema del central de este capítulo, pero a pesar de ello, se está tomando en cuenta ya que una de las posibles estrategias que pudieron haber utilizado los niños de los grupos evaluados consiste en multiplicar el número de imágenes en primera fila del cartel, por el número de imágenes en la primera columna, y la multiplicación es uno de los procesos ejercidos por esta región parietal. Esto se podría comprobar a través de un estudio similar, en el que las figuras no estuvieran ordenadas de manera lineal tanto en las filas como en las columnas, de esta manera podríamos saber si multiplican lado por lado o es un proceso diferente.

También se han sugerido otras regiones del lóbulo parietal que pueden participar en el procesamiento numérico y el cálculo. Una de ellas es el sistema parietal posterior superior que colabora en los procesos de atención necesarios para la resolución del cálculo aproximado (Serra-Grabulosa, et. al, 2010). La atención es un elemento importante para la tarea de estimar la cantidad de elementos visuales mostrados (Vetter, et. al., 2008) y ésta pudo haber marcado la diferencia en los niños entre hacer una aproximación más o menos precisa.

Esta región además de activarse durante procesos de cálculo aproximado también lo hace en tareas de contabilización (Serra-Grabulosa, et. al, 2010). La contabilización es otro probable método para responder la pregunta 1. Algunos niños tal vez tuvieron la idea de contar cada uno de los objetos plasmados durante la observación incluso sin que se les pidiera.

Además del sentido numérico, el “subitizing” es otra forma de percibir la cantidad de objetos que forman un grupo ya que este término se refiere a la capacidad de determinar mediante inspección visual cantidades pequeñas de forma instantánea y sin necesidad de contar (Serra-Grabulosa, et. al, 2010).

A diferencia del conteo que se hace de cada elemento del grupo, en el subitizing solo se estima la cantidad total de elementos que se perciben instantáneamente. No obstante el conteo de cada dos o tres elementos (o cualquier otra serie), es una combinación entre conteo y subitizing (Kauffman, et. al., 1949), esta estrategia

pudo haber sido otra de las estrategias usadas por los niños evaluados para resolver la primera pregunta.

Estudios de imágenes cerebrales muestran diferencias cuantitativas en la actividad del lóbulo parietal entre el conteo y el subitizing (Vetter, et.al, 2008). Lo que indicaría vías separadas para ambos procesos, aunque en otros estudios realizados han demostrado que hay una red común que comprende la corteza extraestriada occipital media y áreas intraparietales (Piazza, et. al ,2002).

Ante tal contradicción es necesario el planteamiento de nuevas investigaciones con métodos de conteo y subitizing en individuos diferentes y en ambos incluir estudios de imágenes cerebrales que proporcionen datos contundentes que esclarezcan esta situación.

Las cuestiones de desarrollo también están involucradas en tareas de cálculo y estimación. Se tienen evidencias de que existe un patrón de maduración de inicio frontal que progresivamente se especializa a un procesamiento parietal. A pesar de esto, el segmento horizontal del surco intraparietal interviene en la realización de tareas de procesamiento numérico en estadios muy tempranos del desarrollo. Esto ha podido comprobarse porque se han hallado activaciones en dicha región en niños de 4 años en tareas de detección automática de los cambios de magnitud (Serra-Grabulosa, et. al, 2010).

Incluso hoy se cuenta con varios resultados que apoyan la hipótesis de que los niños, ya en el primer año de vida, cuentan con un conocimiento numérico rudimentario e independiente del lenguaje. Starkey y Cooper demostraron que los niños de 6 a 7 meses de edad podían detectar cambios en el número de objetos presentados visualmente. Y algunos otros autores como Butterworth y Dehaene, afirman que los humanos nacemos con circuitos cerebrales especializados en la identificación de números pequeños (Alonso y Fuentes, 2001).

Los datos anteriores son prueba de que la capacidad de saber el número de objetos es innata y probablemente compartida con algunas otras especies animales. También con esto se deduce que la capacidad de cálculo aproximado podría mejorar con la edad debido a la maduración de algunas áreas corticales, sin embargo los resultados obtenidos (figura 7 y 8; y tabla 1, 2 y 3) no lo muestran. Aunque los resultados no muestren una relación entre la precisión de la estimación de cantidad y la edad, es admisible afirmar que si influye la maduración ya que hay evidencias que muestran activación de algunas áreas desde los 4 años de edad en este tipo de tareas y los niños evaluados están entre 2° y 6° de primaria por lo que tienen entre 7 y 12 años aproximadamente, lo que implica que ya tenían cierta madurez en el SHSIP y esto se ve reflejado en los resultados, porque las estimaciones no están tan lejos de la cantidad real de objetos (también demostrado con errores estándar). Con estas estimaciones de los niños de 2° a 6° en el presente estudio se sugiere que es posible intervenir con entrenamiento durante el proceso educativo, lo que puede tener repercusiones en la mejora del cálculo.

Como se mencionó anteriormente, las estimaciones no están lejos de la cantidad real de objetos mostrados en el cartel, el cual fue 20 y si se observan las figuras 8 y 9 es viable notar que tanto en niñas como en niños y sin importar el tiempo que observaron el cartel y el grado escolar en el que se encontraban estimaron el número total de imágenes por debajo de la cantidad real, es decir la mayoría afirmó haber visto un número de figuras menor a 20. Lo que se ajusta al estudio de Kauffman y colaboradores (1949) en el que sus resultados demuestran que si se da una cantidad de elementos mayor a 10, la estimación realizada está por debajo de la cantidad real y entre más número de ítems la estimación es menor.

A pesar de que esto ya había ocurrido en trabajos previos, ahora los resultados de este estudio han demostrado que no importa ni la edad (grado), ni el sexo, pero si el tiempo en el que se hace la observación. Este fenómeno sigue resultando novedoso ya que parece no haber datos sobre la causa y las bases neurobiológicas del mismo; por lo tanto resulta casi indispensable estudiar esta evidencia a través de otros métodos experimentales similares al de este estudio, pero más específicos sobre el cálculo y subitizing.

A pesar de que las investigaciones que se han realizado en cuestiones de cálculo, conteo y “subitizing” los conocimientos que se han obtenido de ellas, aún quedan muchas incógnitas en cuanto al cálculo aproximado y la estimación de cantidades y a las estructuras y regiones neurales implicadas en el. Por esto es preciso seguir indagando en este tipo de aspectos y realizar investigación más precisa de temas

particulares implicados en el cálculo aproximado, como lo son la atención, las regiones que participan en el procesamiento de estas tareas y su maduración a través del desarrollo. No obstante, a pesar de que los aspectos biológicos y cognoscitivos son de suma importancia no se puede dejar de lado el papel que juega la educación en este proceso, incluso se puede estudiar desde la perspectiva educativa y analizar qué tanto influye la educación en la mejora del cálculo aproximado y de las estrategias para resolverlo e incluso hacer intervenciones educativas para enseñar y mejorar dichas estrategias.

### **¿Cuántas imágenes recuerdan los niños y las niñas?**

Las respuestas de la segunda pregunta fueron analizadas conforme al número de imágenes que listaron los niños y los resultados muestran una tendencia al aumento del promedio de imágenes recordadas respecto al grado escolar, tanto en niñas como en niños (Figuras 9 y 10), en la prueba de ANOVA de tres vías (Tabla 5) se obtuvieron diferencias significativas entre la mayoría de los grados, lo que indica que el número de imágenes recordadas aumenta con el grado escolar sin importar el sexo.

Por otro lado, la variable tiempo también tuvo diferencias significativas entre algunos grupos (Tabla 5) y al analizarlas, se deduce que el tiempo óptimo para recordar un número significativo de imágenes es alrededor de 30 segundos, ya que después de este tiempo, el aumento en el promedio de las figuras que recuerdan no es significativo.

La lista de las figuras recordadas fue aumentando con la edad de los niños, pero a pesar de eso, ninguno mencionó los 20 que eran realmente. Esto se debe a que solo una reducida cantidad de información se almacena después de ver una imagen brevemente (Sperling, 1960), y de esta manera fue como se les mostró a los grupos el cartel con las imágenes. Con esto se asume que el tiempo si es un factor determinante en el recuerdo de la cantidad de objetos observados. Lo cual se observa en los resultados obtenidos.

George Miller (1956) planteó que la memoria a corto plazo tiene la capacidad de almacenar  $7 \pm 2$  ítems, esto coincide con los resultados obtenidos en este estudio, ya que el número máximo de objetos que recuerdan tanto niñas como niños es 8 aproximadamente, aumentando gradualmente con la edad. Si observamos las figuras 9 y 10, se notará que las niñas obtienen el promedio máximo en quinto grado, mientras que los niños llegan a su capacidad máxima de recuerdo hasta sexto grado, lo que implica que las niñas maduran antes que los niños en este aspecto.

Con lo mencionado anteriormente se confirma que la memoria mejora con la edad, ya que durante la niñez y la adolescencia hay un aumento de la capacidad para almacenar información a corto y largo plazo; durante estas etapas también ocurre la maduración del uso de estrategias para facilitar el almacenamiento y evocación de información (Gómez-Pérez, et. al, 2003).

Después de esto se podría decir que la mejora de la memoria con la edad es parte del desarrollo cognoscitivo normal de los niños, sin embargo no se descarta que la

educación forme parte importante de este proceso. Por ello sería muy interesante desarrollar proyectos interdisciplinarios en los que participaran tanto neurocientíficos como educadores para desarrollar métodos e intervenciones educativas que permitieran evaluar qué tanto influye la educación y el entrenamiento en la mejora de la memoria y de las estrategias para facilitar la misma. Si la relación entre el entrenamiento y la mejora de la memoria resultara positiva se podrían desarrollar programas educativos adecuados para optimizar el rendimiento de los niños ejercitando adecuadamente su memoria.

### **¿Cuáles imágenes recuerdan más las niñas y los niños?**

Después de hacer el análisis de cuáles eran los objetos más recordados por los niños en la lista que hicieron para responder a la pregunta dos, se observó que las figuras más recordadas fueron las de la última y la primera fila (tabla 1), esto coincide con el efecto de posición serial el cual consiste en el mejor recuerdo de los elementos de principio y del final de una lista de ítems que de los de la porción media. La mayor probabilidad de recordar las palabras del principio de la lista se conoce como efecto de primacía, y la mayor tendencia a recordar las palabras finales se conoce como efecto de recencia (Drake, *et. al*, 2003).

Una explicación genérica del efecto de primacía es que los ítems de esta región ingresan al almacén a largo plazo debido a que al verlos varias veces es posible que se haga un repaso y son los primeros de la lista los que más repeticiones

reciben. El beneficio de la repetición no puede extenderse al número total de ítems debido a la capacidad limitada del almacén a corto plazo (Drake, *et. al*, 2003).

Por otro lado también el efecto de recencia concuerda con los resultados mostrados en la tabla 1, en donde se observa que los objetos de la última fila son de los más recordados, e incluso los más mencionados son los últimos tres.

El efecto de recencia es explicado porque en el momento de la evaluación, el recuerdo de los últimos ítems aún está en el almacén a corto plazo (Drake, *et. al*, 2003).

Tal vez este efecto de posición serial se deba a la forma en que se observa un conjunto de figuras, es decir que se hace principalmente iniciando de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo (aunque esto podría variar en diferentes personas). Más allá de las interpretaciones teóricas, queda claro que existe una disociación entre los efectos de recencia y de primacía y que son debidos a sistemas de procesamiento diferentes (Drake, *et. al*, 2003).

Las razones por las que los niños y las niñas recuerdan más ciertas figuras pueden ser múltiples, sin embargo en este análisis de resultados arrojó que ni la edad ni el sexo de los niños es una de ellas; algunas de las que posiblemente si influyen serían: la posición en la que se encuentran, los colores que presentan, la cotidianidad con la que se relacionan con el objeto o imagen y el agrado que tengan hacia las imágenes que se les muestran, entre otras.

Un posible estudio para corroborar el efecto de posición serial sería mostrarles un cartel con varias figuras a dos grupos distintos, cambiando las posiciones de las figuras en uno de los grupos. De esta forma se sabría si las imágenes las recuerdan por la posición que tienen en el cartel, o por los atributos que tienen como color y forma.

Se requiere estudiar por separado todos los atributos que consideremos relevantes para la memoria visual. Algunas de las investigaciones que podrían derivarse a partir de aquí serían la influencia de los colores en el recuerdo de visual y espacial de los objetos. Como ejemplo se sugiere hacer una prueba en dos grupos distintos, en los que se les muestre un cartel con varias imágenes, estando estas imágenes en blanco y negro en uno de los grupos y las mismas imágenes a color en el otro grupo.

Lo anterior sugiere que la información visual es procesada en diferentes áreas, teniendo una vía asociada a la información sobre la posición espacial de los objetos que es la vía dorsal occipital-parietal o vía del “dónde” y otra asociada a información de la apariencia de los objetos que es la vía ventral occipital-temporal o vía del “qué”. Estas dos vías visuales comienzan en la corteza visual primaria y se proyectan hacia distintas áreas de la corteza; una hacia el lóbulo temporal y otra hacia el lóbulo parietal (Gutiérrez-Garralda y Fernández-Ruíz, 2011).

Con relación al estudio sugerido varios párrafos atrás para saber si se recuerda la posición o la imagen; se podrían detectar problemas en la corteza cerebral tanto en la vía del “donde” como en la vía del “que”.

Aunque habría que tomar en cuenta que una de las críticas que se ha hecho a la hipótesis de las dos vías es que se ha descubierto que las vías parecen estar altamente interconectadas (Gutiérrez-Garralda y Fernández-Ruiz, 2011); por esta razón habría que estudiar a fondo esta última propuesta.

### **¿Por qué los niños caen en el engaño?**

Una de las preguntas que se les hizo a los niños y niñas fue ¿De qué color era la mesa?, sin embargo en el cartel mostrado no había ninguna, a pesar de esto, la mayoría de los niños aceptó su existencia, inventando un color para ella; hubo varias respuestas pero la que más predominó fue que era de color café.

### **Memorias falsas- información externa**

Posiblemente esta respuesta sobresaliente se deba a que el recuerdo falso está influido principalmente por la presencia de información externa (Sánchez y Rojas, 2009), y los niños están en contacto continuo con mesas de madera que la mayoría son de color café.

En relación a las falsas memorias, la teoría del esquema (Schwartz & Reisberg, 1991) argumenta la propensión a aceptar o a ofrecer información falsa pero semánticamente relacionada con la información verdadera, cuando las personas

están en contacto con la información, tienden a almacenar sus aspectos particulares.

Ese esquema tiende a imponerse al momento de la prueba, crea confusión entre lo que realmente se vivió y lo que semánticamente tiene parecido con ello.

Por ejemplo para este caso, algunos aspectos particulares de una mesa pueden ser, 4 patas, de madera, y al ser la madera de color café, los niños se confundieron entre lo que realmente vieron y lo que conocen y asocian a la pregunta.

#### Presión e influencia del adulto y autoconocimiento

Al hacer a los niños la pregunta sobre la mesa, que no había, al no recordarlo o sentir dudas, decidieron contestar, quizás solo porque alguien mayor a ellos era quien les planteaba la pregunta y eligieron confiar creyendo que sabía más que ellos o que no los engañaría.

Algunos estudios han revelado que los niños y las niñas pueden ampliar o modificar sus versiones por la presión social que ejercen los adultos; si en una entrevista se hace una pregunta sugestivamente, la duda surge y el niño decide confiar en el adulto y acabará por admitirlo aunque con algunas dudas (Quas, *et. al*, 2007, citado por Sánchez y Rojas, 2009).

Pero, ¿La resistencia a un hecho falso inducido por el entrevistador aumenta con la edad?

En este sentido existe una gran contradicción entre la resistencia de los niños a caer en un engaño y su edad ya que por un lado se sabe que la capacidad de recuerdo mejora con la edad, por lo tanto, los niños mayores tendrán mayor resistencia a aceptar un hecho falso inducido sugestivamente por el entrevistador (Sánchez y Rojas, 2009).

Los niños pequeños suelen ser más sugestionables que los niños mayores. Esta diferencia puede darse porque la memoria es ligeramente más deficiente; Además, podría radicar en su mayor vulnerabilidad a la amenaza y las expectativas del adulto (Papalia, *et. al*, 2002 citado por Sánchez y Rojas, 2009).

Por otro lado hay resultados importantes de estudios anteriores han demostrado que niños mayores aceptan un hecho falso sin la menor duda ante la presencia de un adulto, esto sucede porque los niños con mayor edad, saben que su memoria puede fallar (esto es llamado metacognición, es decir el autoconocimiento de algún proceso cognoscitivo como por ejemplo la memoria) y deciden confiar ante la intervención de alguien mayor (Sánchez y Rojas, 2009).

Después de conocer estos datos contradictorios es importante resaltar que ya se comprobó en las pruebas realizadas en el presente estudio que tanto los niños y niñas pequeños como los grandes caen igualmente en el engaño (tabla 2).

### Fomento del escepticismo y pensamiento científico

Una de las hipótesis iniciales al ver los resultados obtenidos en los niños de primaria pública fue que los niños aceptan un hecho falso por la falta de fomento del escepticismo y el poco acercamiento a la ciencia.

Para saber si los niños aceptan un hecho falso es realmente por el tipo de educación que se les brinda, se podría hacer el mismo estudio en una escuela en la que se les fomente el escepticismo y comparar los resultados de los niños entre las distintas primarias.

Otra propuesta sería que en una misma escuela se les aplicara la prueba y posteriormente se hicieran varias sesiones de entrenamiento al escepticismo para después de esta fase volver a hacer la evaluación.

De esta manera sería factible comprobar si la formación es parte de este suceso o si simplemente se trata del desarrollo cognoscitivo normal de los niños.

Si la formación educativa de las escuelas resultara la responsable de la aceptación de hechos falsos en los niños una solución viable para resolverlo es mejorar la calidad de la educación, incluyendo en los programas educativos el fomento del escepticismo y el cuestionamiento de los niños hacia las fuentes de información a las que ellos tienen acceso, incluyendo personas adultas que los rodean como sus padres o profesores.

Esto se refiere a no solo hacerlo en evaluaciones que comprueben las causas del fenómeno, sino llevarlo a la aplicación cotidiana en la educación básica.

Independientemente de que la educación resultara la responsable de que los niños caigan en engaños de mayores o no, sería conveniente que los profesores estuvieran más involucrados en los conocimientos sobre las neurociencias y específicamente que conocieran más acerca de la neuroeducación, ya que así se entenderían mejor muchos de los procesos de cognición que ocurren con los niños en el salón de clases día a día y al mismo tiempo ayudaría a comprender mejor los alumnos e impulsar a tener mejores relaciones entre alumnos y profesores creando un ambiente escolar agradable y de comprensión.

#### *En cuestión al escepticismo*

Todos estos aspectos relacionados con el engaño de los niños, su desarrollo cognoscitivo, el escepticismo y la neuroeducación nos llevan a reflexionar seria y detenidamente sobre los pormenores implicados en ellos como ¿qué tan bueno y recomendable es que los niños y las niñas sean escépticos?, ¿Qué tan escépticos? y ¿en qué temas o ante que situaciones está bien que lo sean?, porque todo esto podría llevarnos a que los profesores y adultos en general pierdan la autoridad ante los niños. Entonces esto nos lleva a aclarar que cuando hablamos de escepticismo, nos referimos al aspecto de formación académica, en el que los estudiantes comprueben los conocimientos adquiridos de cualquier fuente y se despierte en ellos el gusto por la investigación.

Sin embargo debemos ser conscientes de que este proceso no se dará en los niños por si solos, es preciso que se les forme para ello y para que esta formación sea posible, los profesores e incluso los padres (y adultos en general) deben ser

conscientes de la responsabilidad que conlleva educar y transmitirle conocimientos a los niños por lo que lo ideal sería que conocieran y comprendieran el desarrollo cognoscitivo, ya que durante el cual es normal que confíen en alguien mayor como vimos en párrafos anteriores.

Entonces con todas estas reflexiones es admisible regresar a nuestra propuesta anterior de involucrar a los profesores en las neurociencias así como fomentar el desarrollo de la neuroeducación y promover aún más el vínculo entre las ciencias biológicas y las educativas.

## **CONCLUSIONES:**

Las conclusiones a las que se llegaron en la investigación realizada en la escuela estatal “Hermanos Aldama” fueron las siguientes:

- El tiempo si influye en la estimación de cantidad tanto en niñas como en niños
- El tiempo y el grado escolar están relacionados en la estimación de cantidad
- La estimación de cantidad se hace por debajo de la cantidad de real de elementos vistos
- Existen diferencias entre grado, tiempo y sexo en la cantidad de objetos recordados
- Las diferencias entre grados en la cantidad de objetos recordados tienen una tendencia de aumento con respecto al grado escolar

- El tiempo óptimo para recordar un número significativo de imágenes es alrededor de 30 segundos
- Hay diferencias entre niñas y niños en la cantidad de imágenes que recuerdan.
- Tanto niñas como niños de todos los grados y grupos recuerdan las primeras y las últimas imágenes mostradas en el cartel
- No hay diferencias ni relación entre ninguna de las variables (grado, sexo y tiempo) y la propensión a aceptar un hecho falso.

Al comparar estos resultados con los objetivos, se concluye que fueron cumplidos ya que a pesar de que en algunos aspectos de la memoria visual no existen diferencias entre niños y niñas, fue posible conocer si las había o no y definir las variables que influyeron en donde si hubo diferencias.

Todo esto resultó un aporte interesante a la investigación de la memoria visual y sus diferencias entre niños y niñas ya que el tiempo no ha sido un factor que se tome en cuenta notablemente. Por esta causa este trabajo resulta un punto de partida importante para futuros estudios sobre la memoria e incluso otros aspectos de cognición relacionados con el tiempo.

Otro de los temas que resulta una base para futuras investigaciones es la falta de escepticismo en los niños, debido a que en este sentido también se han hecho pocos aportes y se podría indagar más acerca de las causas que lo producen y el impacto que tiene en tareas cognoscitivas.

## **PERSPECTIVAS**

A partir de los resultados analizados y discutidos en esta tesis surgen algunas propuestas para estudios posteriores. Dichas propuestas se encuentran a lo largo de los 4 capítulos de la discusión y son de diversas áreas, aunque todos ellos relacionados con la memoria visual.

Los estudios propuestos son acerca de la estimación de cantidad y subitizing, la mejora de la memoria con la edad, el efecto de posición serial y el escepticismo en los niños.

Aunque estos solo son los temas principales, ya que cada uno podría dirigirse hacia distintos aspectos, desde neurobiológicos (anatómicos y fisiológicos) hasta intervenciones educativas y desarrollo de programas educativos. Todos ellos podrían dar origen a futuras investigaciones puntuales de cada tema o bien a proyectos interdisciplinarios entre las neurociencias y la educación, lo cual involucraría más a los biólogos en la neuroeducación y esto significaría un paso relevante en el avance de esta nueva disciplina.

## ANEXO

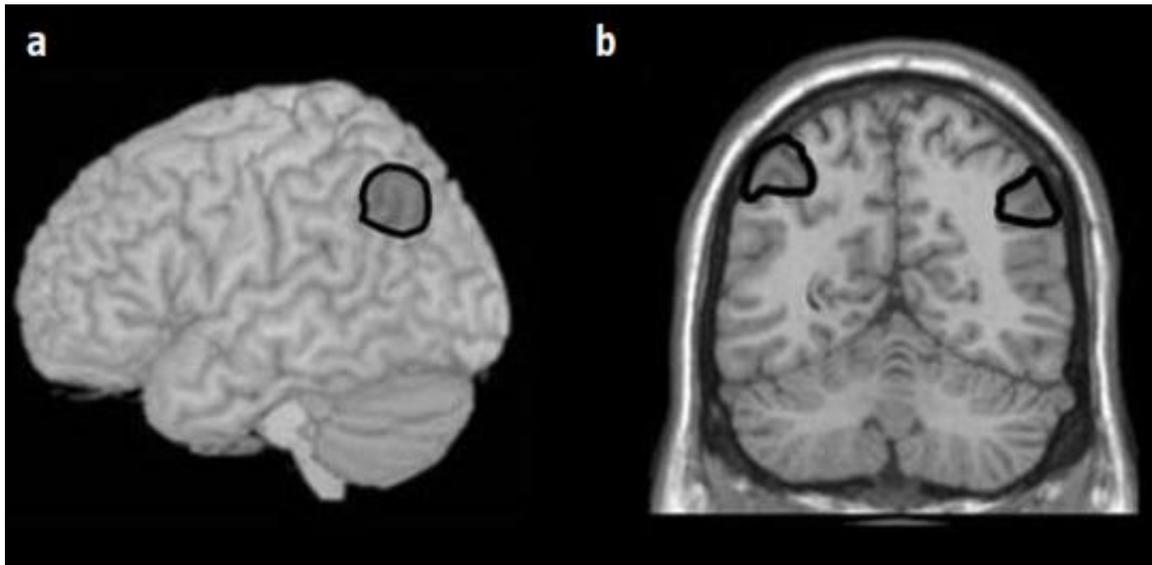


Fig. 11 Localización del Surco Intraparietal izquierdo visto desde una perspectiva lateral del encéfalo (a) y en un corte sagital (b) (Serra-Grabulosa).

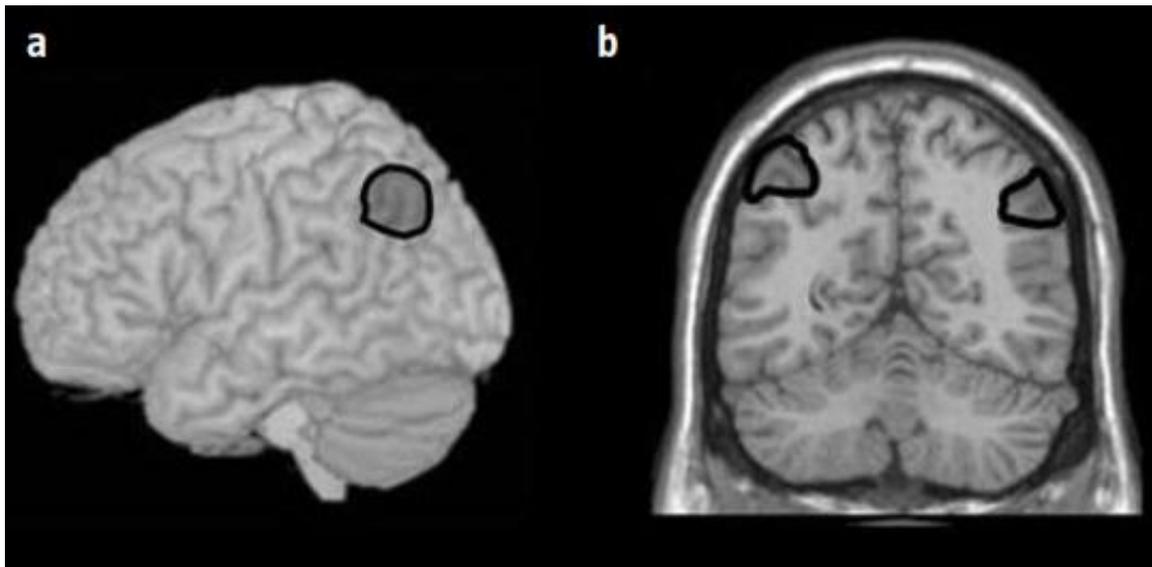


Fig. 12 Localización del giro angular izquierdo visto desde una perspectiva lateral del encéfalo (a) y en un corte coronal (b) (Serra-Grabulosa).

## BIBLIOGRAFÍA

Alonso, D. y Fuentes L. J. 2001. Mecanismos cerebrales del pensamiento matemático, *Revista de Neurologia* 33 (6): 568-576

Ballesteros, S. 1999. Memoria Humana: Investigación Y Teoría. *Psicothema*, 11 (4): 705-723

Burges, L. 2006. Diferencias mentales entre los sexos: innato versus adquirido bajo un enfoque evolutivo. *Ludus Vitalis*, 14 (25): 43-73.

Campos, A.L. 2010. Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La educación digital magazine*, 143

Campos, R.M. 2007. La relación psiconeural en el estrés o de las neuronas a la cognición social: una revisión empírica, *Revista IIPSI Facultad de Psicología UNMSM* 10 (1): 125-143

Carrillo-Mora, P. 2010. Sistemas de memoria: reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Segunda parte: Sistemas de memoria de largo plazo: Memoria episódica, sistemas de memoria no declarativa y memoria de trabajo. *Salud Mental*, 33:197-205

Castellanos, B. M.C. 2011. Disociación en la Memoria de Trabajo Viso-Espacial (Tesis doctoral). España. Universidad de Granada. pp 25-45

Cohen, Y. E y Andersen R. A. 2002. A common reference frame for movement plans in the posterior parietal cortex, *Nature Reviews Neuroscience* 3: 553-562.

Coll, A. M. (2011). Plasticidad cerebral y experiencia: fundamentos neurobiológicos de la educación. Actas del XII Congreso Internacional de la teoría de la educación. Barcelona, 20 -22 octubre. pp: 1-20

Cowan, N. 2000. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and brain sciences*, 24: 87–185

Drake, M., Harris P. y Allegri R. 2003. El efecto de fin de lista en el envejecimiento normal y en pacientes con enfermedad de Alzheimer. *Revista Argentina de Neuropsicología* 1 (53) - 65

Eusebio, C., Cobian M. y Cazón M. R. 2008. "Neuroeducación en el aula". Trabajo libre Congreso Internacional de Psicopedagogía IV Jornadas en Actualizaciones Psicopedagógicas V Jornadas de Psicopedagogía Laboral, Buenos Aires.

García, A.C. 2008. Comparativa de la tecnología electrónica convencional y la biológica: énfasis en la función de aprendizaje (tesis de maestría). España. Univesitat Politecnia de Catalunya. Pp 11-114

García, G. E., 2003. NEUROPSICOLOGÍA Y GÉNERO. Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría, 23 (86): 7-19

Gil-Verona, J.A., Macías J.A., Pastor J.F., de Paz F., Barbosa M., Maniega M.A., Román J.M., López A., Alvarez-Alfageme I., Rami-González L., y Boget T. 2002. Diferencias sexuales en el sistema nervioso humano. Una revisión desde el punto de vista psiconeurobiológico. Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud, 3 (2): 351-361

Gómez-Pérez, E., Ostrosky-Solís F. y Próspero-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, 37 (6): 561-567

Gramunt, F.N. 2008. Normalización y validación de un test de memoria en envejecimiento normal, deterioro cognitivo leve y enfermedad de Alzheimer (tesis doctoral). España. Universitat Ramon Llull. 5-24 pp.

Gutiérrez-Garralda, J.M. y Fernández-Ruiz J. 2011. Sustrato neuronal de la memoria de trabajo espacial. Revista eNeurobiología 2(1):030511, 2011

Kauffman, E. L., Lord M. W., Reese T.W. y Volkman J. The discrimination of visual number. The American Journal of Psychology, 62(4): 498-525

Mate, C.J. 2010. El efecto de la similitud en la memoria de trabajo visual mediante tareas de reconocimiento (tesis doctoral). España. Universitat Autònoma de Barcelona. pp 25-30

Mojardín-Hernández, A.2008. Origen Y Manifestaciones De Las Falsas Memorias. Acta Colombiana De Psicología, 11 (1): 37-43

Neves, G., Cooke S. F., Bliss, T.V.P. 2008. Synaptic plasticity, memory and the hippocampus: a neural network approach to causality, Nature Reviews Neuroscience 9, 65-75.

Nieto, S. M. 2003. Plasticidad Neural. Mente y Cerebro, 4: 11-19.

O'Mara, S. 2005. The subiculum: what it does, what it might do, and what neuroanatomy has yet to tell us, Journal of anatomy 207(3): 271–282.

Otero, D.C., Rodríguez S.D. y Andrade F.E. 2009. Ciclos naturales de las hormonas sexuales y diferencias entre sexos en memoria. Actas Españolas de Psiquiatría, 37(2):68-74

Parra, G.L., García H.A.A., Ortíz V.S., Pérez S.D., Nájera R.J., Basurto A. N.E., Espinoza C.V.E. y Rivas B. I. 2009. Las diferencias anatómicas cerebrales que

implican diferencias funcionales (1a de dos partes). Medigraphic Rev Fac Med UNAM, 52 (4)

P de Aparicio, X. 2009. Neurociencias y la transdisciplinariedad en la educación. Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico, 5 (2)

Piazza, M., Mechelli A., Butterworth B., Price C.J. 2002. Are Subitizing and Counting Implemented as Separate or Functionally Overlapping Processes?, NeuroImage 15(2): 435-446.

Rincón, C.D. 2006. Neuropsicología de la memoria. Cultura e investigación en ciencia de la salud, 2(2)

Rodríguez, S. J., Fajardo D. G. y Mata M. P. 2006. Sistema automatizado para el estudio de la memoria visual de corto plazo. Rev Hosp Gral Dr. M Gea González, 7 (3): 108-117

Salas, S.R. 2003. ¿La educación necesita realmente de la neurociencia? Estudios Pedagógicos, 29: 155-171

Sánchez, F. S.C. y Rojas M. L. M. 2009. Diferencias de desarrollo de la memoria e informes de hechos falsos en niños de tres a cinco años. Departamento de Psicología. Universidad Nacional de Colombia.

Serra-Grabulosa, J.M., Adan A., Pérez-Pàmies M., Lachica J. y Membrives S. 2010. Bases neurales del procesamiento numérico y del cálculo. *Revista de Neurología*, 50 (1): 39-4

Solís, H. y López-Rodríguez E. 2009. Neuroanatomía funcional de la memoria. *Archivos de Neurociencias*, 14(3): 176-187

Vetter, P., Butterworth B., Bahrami B. 2008. "Modulating attentional load affects numerosity estimation: Evidence against a pre-attentive subitizing mechanism". *PLoS ONE* 3(9): e3269. doi:10.1371/journal.pone.0003269.