



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"
RESIDENCIA EN NEUROPSICOLOGÍA CLÍNICA

“ANÁLISIS NEUROPSICOLÓGICO DE LA RELACIÓN ENTRE MEMORIA DE
TRABAJO Y COMPRENSIÓN LECTORA EN NIÑOS DE 11 A 12 AÑOS”

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN PSICOLOGÍA

P R E S E N T A

JONNATAN BENJAMÍN HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

DIRECTOR DE TESIS: DRA. JUDITH SALVADOR CRUZ.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"

REVISOR: MTRO. HUMBERTO ROSSELL BECERRIL.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"

COMITÉ:

MTRA. ALICIA ANTONIA GÓMEZ MORALES.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"

MTRA. ROSALINDA LOZADA GARCÍA.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"

DRA. LILIA MESTAS HERNÁNDEZ.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"

MÉXICO, D.F., AGOSTO, 2014.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
I. Marco referencial	13
1. Neuropsicología de la memoria	13
Concepto	11
Los sistemas de memoria y sus bases neurales	14
Desarrollo de la memoria y maduración cerebral	18
Memoria a corto plazo: evolución del concepto	19
2. Memoria de trabajo	22
Concepto	22
Los componentes de la memoria de trabajo y sus bases neurales	23
Procesos de la memoria de trabajo: almacenamiento y control ejecutivo	27
Corteza prefrontal y memoria de trabajo	29
Desarrollo de la memoria de trabajo y maduración cerebral	31
3. Comprensión lectora	39
Concepto	39
Procesos involucrados en la comprensión lectora	40
Modelo mental	42
Mecanismos cerebrales relacionados con los procesos lectores	47
Desarrollo de la comprensión lectora	54

4.	Memoria de trabajo y comprensión lectora	62
	El papel de la memoria de trabajo en la comprensión lectora	62
	Antecedentes en el estudio de la memoria de trabajo y la comprensión lectora	64
	Memoria de trabajo y la comprensión lectora en niños	66
	Posturas teóricas de la memoria de trabajo y la comprensión lectora en niños	70
II.	Problema de investigación	74
	Planteamiento del problema	74
	Objetivos	80
	Hipótesis	81
	Justificación	81
III.	Método	84
	Enfoque y diseño de investigación	84
	Participantes	84
	Contexto	85
	Escenario	86
	Instrumentos	86
	Variables	92
	Procedimiento	93
IV.	Resultados	96
V.	Discusión	99
VI.	Conclusiones	105
VII.	Referencias	107

VIII. Apéndices	117
A: Protocolo de investigación: evaluación de la memoria de trabajo	117
B: Span pattern test: láminas	119
C: Span pattern test: hojas de respuesta	124

ÍNDICE DE TABLAS

1 Operacionalización de las variables	92
2 Estadística descriptiva de los tests de memoria de trabajo	96
3 Estadística descriptiva de las subpruebas de comprensión lectora	97
4 Correlaciones entre los tests de memoria de trabajo	97
5 Correlaciones entre las subpruebas de comprensión lectora	98
6 Correlaciones entre los tests de memoria de trabajo y comprensión lectora	98

ÍNDICE DE FIGURAS

1 Taxonomía de los sistemas de memoria a largo plazo	15
2 Sustratos neurales de la memoria declarativa	17
3 Sustratos neurales de la memoria no declarativa	17

ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

AV:	Agenda visoespacial
BF:	Bucle fonológico
CL:	Comprensión lectora
EC:	Ejecutivo central
MCP	Memoria a corto plazo
MLP	Memoria a largo plazo
MT:	Memoria de trabajo

AGRADECIMIENTOS

Al Programa Nacional de Posgrados de Calidad del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: Por su apoyo en mi formación académica a través de la beca otorgada para realizar mis estudios de posgrado No. 261345.

A la Dra. Judith Salvador Cruz: Gracias por cada uno de sus comentarios llenos de conocimientos que espero haya logrado reflejar en mi trabajo, gracias por la confianza a mi labor y todo el apoyo que me ha manifestado.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación (PAPIIT): Por brindar el apoyo y recursos para la realización de este trabajo.

A todo el grupo de trabajo del proyecto PAPIIT 304913 “Relación de la memoria audioverbal y metamemoria en la Comprensión Lectora de niños de primaria”: Colaboradores y compañeros que siempre me han demostrado su apoyo, gracias por compartir el espacio de trabajo y tantas enseñanzas.

A mis maestros y compañeros de la residencia en Neuropsicología Clínica: Gracias por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo y compartir innumerables enseñanzas y conocimientos que han sido parte fundamental de mi crecimiento profesional y personal.

Resumen

La memoria de trabajo (MT) ha sido descrita como un sistema de memoria con recursos limitados que lleva a cabo funciones de almacenamiento y control ejecutivo. Este sistema sustenta un amplio rango de funciones cognitivas, incluyendo la comprensión lectora (CL). Investigaciones que han estudiado la relación entre MT y CL en adultos han sido contundentes en señalar que estas variables se encuentran correlacionadas, sin embargo las investigaciones realizadas en población infantil han arrojado datos inconsistentes. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la relación entre la MT y CL de niños de 11 a 12 años. Específicamente 1) identificar si solo el control ejecutivo, o ambos procesos, control ejecutivo y almacenamiento, se relacionan con el nivel de CL en los niños, 2) Identificar que modalidad de MT, audioverbal, visoespacial o ambas, se relacionan con el nivel de CL en los niños, 3) Comprobar si existe relación entre MT y CL en los niños utilizando las inferencias del lector como medida para evaluar la CL. Los resultados sugieren que solo el control ejecutivo de la MT, y no su capacidad de almacenamiento, se encuentra en relación con el nivel de CL de los niños. Asimismo, que esta relación se presenta solo en modalidad audioverbal y no visoespacial. Adicionalmente, se comprueba que la relación entre MT y CL prevalece cuando ésta última se evalúa utilizando las inferencias del lector como medida del nivel de comprensión del texto.

Palabras clave: memoria de trabajo, comprensión lectora, almacenamiento, control ejecutivo.

Abstract

Working memory (WM) has been described as a memory system with limited resources that carries through functions of storing and executive control. This system sustains a wide range of cognitive functions, including reading comprehension (RC). Studies in adults have strongly highlighted the relation between WM and RC; however, research in children has been less consistent. The present work has as a main objective to analyze the relation between WM and RC, and specifically: 1) to identify if only executive control, or both executive control and storing, relate with level of RC in children; 2) to identify which modality of WM, auditory-verbal or visuospatial or both, are related to level of RC in children; and 3) to verify the existing relation between WM and RC in children using reader inferences as a measure for testing RC. Results suggest that only executive control of WM, and not storing capacity, is related with level of RC, and that this relation shows up only for the auditory-verbal modality and not for the visuospatial modality. Likewise, relation between WM and RC prevails when the last is evaluated using reader inferences as a measure of RC of the text.

Key words: working memory, reading comprehension, storing, executive control.

Introducción

La memoria de trabajo es un proceso cognitivo definido como un sistema de memoria con capacidad limitada, que además de almacenar información temporalmente, tiene la función de manipularla, lo que permite la realización de tareas cognitivas complejas como la comprensión del lenguaje, el aprendizaje y el razonamiento. La función de almacenamiento de la memoria de trabajo se refiere a la amplitud o cantidad de información que el sujeto puede guardar temporalmente, mientras que la manipulación involucra a todos los procesos relacionados con el control ejecutivo, como dirección de la atención, búsqueda, comparación, actualización, inhibición y monitoreo (Oberauer, Suß, Wilhelm & Wittman, 2003).

En las últimas décadas ha existido un gran interés por estudiar la relación que la memoria de trabajo mantiene con otros procesos cognitivos de orden superior, como el lenguaje, particularmente la comprensión del lenguaje escrito. La literatura sobre este tema señala que en el caso de los adultos, la capacidad de la memoria de trabajo para manipular la información (control ejecutivo) se encuentra fuertemente relacionada con el nivel de comprensión lectora, enmarcando que solo este proceso de la memoria de trabajo, y no su capacidad de almacenamiento, se encuentra vinculado con la comprensión de la lectura.

Por otra parte, las investigaciones que se han realizado en población infantil sobre la memoria de trabajo y comprensión lectora han arrojado datos inconsistentes. Podemos encontrar por ejemplo, estudios que concluyen que tanto la capacidad de almacenamiento como la capacidad de manipulación son buenos indicadores de comprensión lectora (de Jonge & de Jong, 1996; Swanson & Howell, 2001). En contraste, también encontramos

investigaciones que, similar al caso de los adultos, señalan que solo la capacidad de manipulación de la memoria de trabajo se relaciona con la comprensión de la lectura (Cain., 2000; Oakhill, Yuill & Parkin, 1986; Stothard & Hulme, 1992).

Además de las inconsistencias antes mencionadas, existe otra cuestión en la que se ha indagado pobremente; la relación de la memoria de trabajo visoespacial con la comprensión lectora. Por lo general, la mayoría de las investigaciones solo han investigado a la memoria de trabajo audioverbal y su relación con la comprensión de la lectura, excluyendo a la memoria de trabajo visoespacial, imposibilitando así realizar conclusiones certeras respecto al rol que juega esta modalidad de memoria de trabajo en los procesos lectores.

Asimismo, podemos encontrar que en la mayoría de las investigaciones realizadas, la forma en que se ha evaluado la comprensión de la lectura no ha sido del todo apropiada, ya que se ha basado principalmente en la medición de sus procesos superficiales, por lo que las conclusiones que se tienen sobre la relación entre memoria de trabajo y comprensión lectora pudieran cambiar en función de la obtención de nuevos datos derivados de investigaciones que utilicen herramientas más apropiadas para evaluar la comprensión de la lectura.

Es por esto que el objetivo del presente trabajo fue estudiar la relación entre la memoria de trabajo y la comprensión lectora en población infantil, específicamente: 1) identificar si solo la capacidad de manipulación (control ejecutivo), o ambos procesos, capacidad de manipulación y capacidad de almacenamiento, se relacionan con el nivel de comprensión lectora, 2) comprobar si existe relación entre la memoria de trabajo

visoespacial y la comprensión lectora, 3) investigar la relación que existe entre la memoria de trabajo y la comprensión lectora utilizando medidas apropiadas para evaluar esta última.

Para alcanzar los objetivos anteriormente planteados en esta investigación se utilizaron dos tipos de pruebas de memoria de trabajo que fueron correlacionadas con pruebas de comprensión lectora, el primer tipo de pruebas empleadas miden únicamente la capacidad de almacenamiento, mientras que el segundo tipo miden la capacidad de almacenamiento en función del control ejecutivo. La utilización de estos dos tipos de pruebas permitió distinguir que procesos, almacenamiento o control ejecutivo, se encuentran vinculados con la comprensión de la lectura en el caso de los niños. Asimismo, dentro de las pruebas utilizadas se incluyen, además de pruebas de memoria de trabajo audioverbal, pruebas de memoria de trabajo visoespacial, lo que permitió indagar acerca de la posible función de esta modalidad de memoria de trabajo en relación a la lectura comprensiva. Adicionalmente, se utilizó una prueba que permite una evaluación más apropiada de la comprensión lectora, basada en la realización de preguntas inferenciales posterior a la lectura de un texto. Este tipo de pruebas permite distinguir entre los lectores que memorizan literalmente la información de aquellos que en realidad han comprendido la lectura, en consecuencia, la evaluación de la lectura por este medio arrojó datos que pueden brindarnos un mayor acercamiento en la clarificación de la relación entre memoria de trabajo y comprensión lectora.

Los resultados de esta investigación se analizan desde una perspectiva neuropsicológica, dicho análisis parte de la interpretación de los datos obtenidos con base a su integración con otros estudios cognitivos, neurofisiológicos y neuropsicológicos que se

encuentran disponibles en la literatura, intentando de este modo alcanzar una mayor integración teórica-metodológica del tema en cuestión.

Las implicaciones prácticas del presente trabajo giran en torno al supuesto de que la prevención, detección temprana y corrección de problemas en la comprensión lectora, deben de basarse, por lo menos en buena medida, en los conocimientos que se tienen respecto a los procesos cognitivos subyacentes al lenguaje escrito, con especial relevancia podríamos mencionar como un buen ejemplo de estos procesos a la memoria de trabajo. Una vez expuesto lo anterior podríamos afirmar que la importancia de investigar el tema en cuestión radica en la generación de conocimientos que puedan aplicarse y fundamentar los procedimientos del especialista, ya que de lo contrario se podría caer en una práctica ciega, basada en el ensayo y error, lo que traería consecuencias que no resultan las idóneas para favorecer el desarrollo de las habilidades lectoras en nuestro país.

Neuropsicología de la memoria

La memoria es una función neurocognitiva que codifica, almacena, organiza y recupera información de distintas modalidades (Coon & Mitterer, 2007). Recoge nuestras experiencias pasadas y nos permite adaptarnos a situaciones presentes. Esta adquisición y almacenamiento de nueva información se refleja en el sistema nervioso como cambios *funcionales* que implican la intensificación o atenuación en las conexiones neurales, y como cambios *anatómicos* a través del desarrollo de nuevas conexiones sinápticas, en ambos casos a consecuencia de la interacción constante entre organismo y medio ambiente (Kandel, 2007; Kolb & Wishaw, 2009)

Los psicólogos han encontrado útil distinguir entre tres etapas en el proceso de la memoria: codificación (registro), almacenamiento (mantenimiento o consolidación) y recuperación (evocación) (Della Sala, 2010; Sohlberg & Mateer, 2001). La codificación es la fase inicial en donde la información perceptiva se transforma en representaciones mentales, posteriormente en la fase de almacenamiento la información es asociada a otras representaciones y se consolida en la memoria a largo plazo. Por último, en la fase de recuperación el sujeto puede activar momentáneamente representaciones mnémicas (Eustache et al., 1999).

En la actualidad cuando se utiliza el término “memoria”, más que hablar de una función única, estática y aislada, más bien se hace referencia a una serie de sistemas bien diferenciados, que interactúan de manera dinámica y se encuentran orientados hacia un mismo fin, cada uno capaz de codificar, almacenar y recuperar información (Baddeley, 1999; Sohlberg & Mateer, 2001). Gracias al desarrollo de la neurobiología y

neuropsicología, se ha confirmado que los sistemas de memoria están integrados por numerosos circuitos distribuidos en distintas estructuras del sistema nervioso central (Portellano, 2012). El funcionamiento óptimo de este conjunto de sistemas nos permite percibir adecuadamente el entorno, aprender de nuestro pasado, comprender el presente y planificar el futuro (Baddeley, 1999).

Los sistemas de memoria y sus bases neurales

No obstante la neuropsicología de la memoria se encuentra bien consolidada, no existe suficiente consenso en todas sus divisiones. Los intentos en clasificar la memoria han sido considerables, se han propuesto distintas divisiones según el tipo de información almacenada, duración del recuerdo o dependiendo de si el proceso mnémico se realiza de manera voluntaria. La evolución de la taxonomía de los sistemas de memoria ha estado estrechamente ligada a los estudios en psicología cognitiva, hallazgos de investigaciones en pacientes con daño cerebral y a estudios neurofisiológicos realizados en animales (Carrillo-Mora, 2010; Squire, 2004).

La clasificación según el tiempo de duración del recuerdo distingue entre dos sistemas de memoria: memoria a corto plazo (MCP) y memoria a largo plazo (MLP), los cuales pueden ser diferenciados en relación al tiempo y capacidad de almacenamiento. Así, la MCP puede almacenar poca información de manera temporal, ya que su capacidad es limitada. En contraste, la MLP almacena información por un tiempo indefinido y muestra una amplia capacidad (Sohlberg & Mateer, 2001).

El sustrato neural de MCP puede ser localizado en el lóbulo parietal, específicamente la circunvolución supramarginal y angular, mostrando una disociación hemisférica, ya que el lóbulo parietal derecho se encarga del contenido visual, mientras que el izquierdo es responsable del contenido verbal. Se ha observado que lesiones en estas áreas causan déficits en tareas como la retención de dígitos o el recuerdo inmediato de imágenes, sin embargo, los pacientes con daño en dichas zonas parietales logran recuperar información de la MLP y consolidar información reciente (Portellano, 2012).

La MLP puede ser dividida según el contenido que almacena, así, podríamos distinguir entre memoria declarativa y memoria no declarativa. La primera se refiere a la capacidad para el recuerdo intencional de hechos y eventos. En contraste, la memoria no declarativa generalmente se refiere al aprendizaje que se realiza de manera involuntaria. (Kandel, 2007; Squire, 1992).

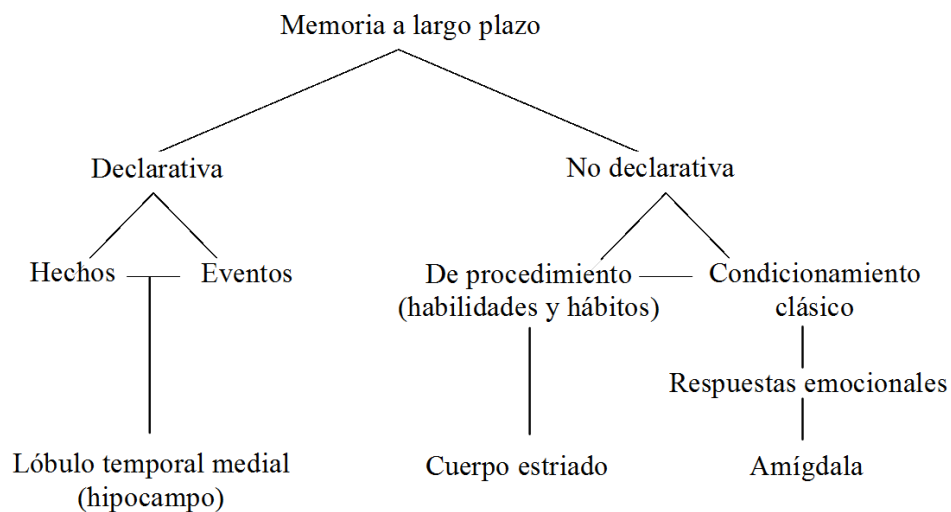


Figura 1. Taxonomía de los sistemas de memoria a largo (Tomado de Squire, 2004).

La consolidación de la MLP de tipo declarativo está relacionada al funcionamiento del hipocampo. Esta estructura funge como centro asociativo integrador supramodal, recibe informaciones directas e indirectas de todas las regiones del cerebro, por lo que puede integrar todos los elementos en una sola experiencia (Portellano, 2012). Un recuerdo puede constar de muchos componentes, como: vista, sonidos, textura, etc., los cuales se almacenan en diferentes áreas de la corteza. En un principio, el hipocampo conecta todos estos componentes en una sola memoria, pero con el tiempo, al consolidarse el recuerdo, los componentes forman conexiones directas entre sí y dejan de necesitar la mediación hipocampal. Esto implica que una lesión en el hipocampo ocasionaría la imposibilidad de que un recuerdo se convierta en MLP, sin embargo no se vería afectada la recuperación de recuerdos almacenados antes de la lesión (Gluck, Mercado & Myers, 2009).

La memoria declarativa está formada por dos subsistemas: la *memoria semántica* y la *memoria episódica*. La primera se refiere a un amplio rango de conocimientos que hemos recolectado a lo largo de nuestra vida acerca del mundo, incluyendo los significados de las palabras, conceptos y hechos históricos. Esta información se conoce, sin embargo el cuándo y dónde se adquirió por lo general no se recuerda (Sohlberg & Mateer, 2001). Por otra parte, la memoria episódica se refiere a la colección de experiencias personales que sucedieron en un tiempo y lugar específicos. Cuando se evoca este tipo de recuerdo se generan imágenes mentales que pueden incluir la recuperación de información de una gran variedad de modalidades, como: visual, auditiva, olfativa, somestésica, temporal, espacial, emotiva, etc. (Carrillo-Mora, 2010). Se considera que regiones prefrontales del cerebro son decisivas para la codificación estratégica y recuperación voluntaria de la memoria declarativa, habiendo una diferenciación hemisférica entre estos dos procesos. Por una

parte, la corteza prefrontal izquierda tiene mayor participación durante el proceso de codificación, mientras que la corteza prefrontal derecha se muestra más activa durante la recuperación (Tulving, Kapur, Craik, Moscovitch & Houle, 1994).

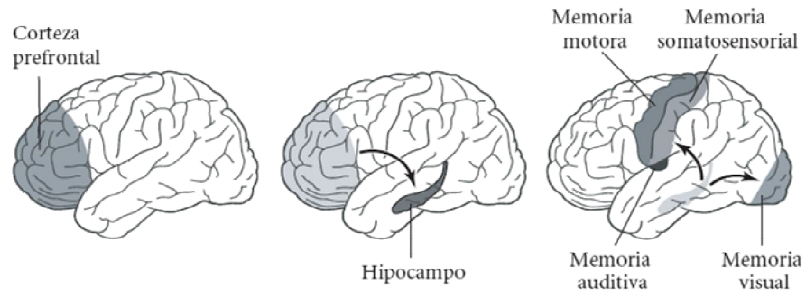


Figura 2. Sustratos neurales de la memoria declarativa (Tomado de Kandel, 2007).

La memoria no declarativa también puede ser subdividida. Dentro de esta clasificación se encuentra la *memoria de procedimiento*, considerada como un tipo de aprendizaje implícito, y se refiere a la adquisición de habilidades motrices y patrones conductuales necesarios para ejecutar una tarea. Estas destrezas incrementan con la práctica y pueden incluso realizarse con cierto grado de automatización. Dentro del grupo de estructuras que resultan fundamentales en este tipo de memoria se incluyen el cuerpo estriado, necesario en para formación de nuevos hábitos motores, y el cerebelo, relacionado con la adquisición de destrezas motoras y actividades coordinadas (Kandel, 2007).

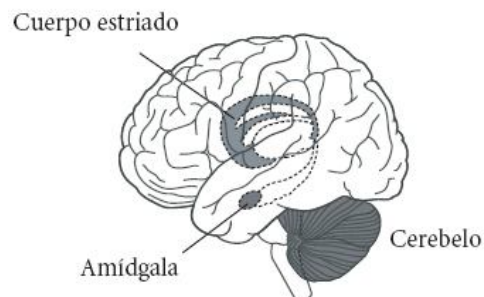


Figura 3. Sustratos neurales de la memoria no declarativa (Tomado de Kandel, 2007).

Desarrollo de la memoria y maduración cerebral.

El incremento de las habilidades mnésicas durante la niñez debería verse dentro del contexto del desarrollo cognitivo general y el de la maduración cerebral. Sin embargo, aún no existe total claridad sobre los índices de desarrollo para cada tipo de memoria y la relación que guarda con cada etapa del desarrollo cerebral. La investigación en esta área ha logrado importantes avances, acercándonos al esclarecimiento de esta relación. Se sabe, por ejemplo, que durante el desarrollo del niño diversas estructuras cerebrales relacionadas con la memoria pasarán por etapas críticas de maduración.

La maduración del lóbulo temporal, particularmente el hipocampo, se ha asociado con el desarrollo de la memoria declarativa. El hipocampo, como ya se ha mencionado, resulta fundamental para lograr la consolidación de memorias a largo plazo. Su desarrollo inicia hacia el tercer mes de gestación, pero la maduración completa se alcanza hasta la niñez. De hecho, el hipocampo experimenta un crecimiento lento durante la infancia en comparación con otras estructuras, por ejemplo el cerebelo, el cual aumenta su volumen un 240% entre el primer y segundo año de vida, este crecimiento es notable cuando se hace la comparación con el hipocampo, ya que este solo aumenta un 13% entre el primer y segundo año de vida, y un 4% entre los dos y cuatro años (Rosselli, Matute & Ardila, 2010).

La falta de maduración del hipocampo puede dar explicación a un fenómeno interesante que ocurre durante los primeros años de vida; la amnesia infantil, que se refiere a la incapacidad de recordar los primeros acontecimientos que se vivieron durante estas etapas tempranas. Además, el acelerado crecimiento del cerebelo durante la primera

infancia, se puede asociar a la rápida adquisición de aprendizajes motrices de los niños a esta edad (Usher & Neisser, 1993).

Otra estructura que resulta crucial en los procesos de memoria es el lóbulo frontal, la activación progresiva de esta área se relaciona con una mejoría en la evocación de memorias declarativas. Los niños de cinco años, por ejemplo, presentan un pobre desempeño en tareas de evocación en comparación con niños mayores y adultos, y este bajo rendimiento se asocia a una hipoactivación de zonas prefrontales (Rosselli, Matute & Ardila, 2010). Estos hallazgos sugieren que la maduración del lóbulo frontal está relacionada con el incremento de la evocación que se observa durante el desarrollo. La contribución de áreas prefrontales se relaciona con el aumento en la complejidad y número de estrategias de aprendizaje y evocación que se utilizan en los procesos mnémicos, y no tanto en términos de capacidad de almacenamiento. Por ejemplo, existe una clara asociación entre el aumento de la capacidad de memoria verbal y la habilidad de hacer asociaciones semánticas (Spree, Riesser & Edgell, 1995). Probablemente el uso de estas estrategias viene acompañado de la maduración de regiones temporales mediales y sus conexiones con el lóbulo frontal. De hecho, el desarrollo en el proceso de consolidación se ha considerado un proceso interactivo que involucra la maduración del hipocampo y otras estructuras corticales (Rosselli, Matute, & Ardila, 2010).

Memoria a corto plazo: evolución del concepto

Uno de los conceptos que ha sufrido cambios importantes, gracias a los hallazgos científicos de diferentes disciplinas, es el de MCP. A finales de la década de 1960 parecía

haber suficiente evidencia clínica que apuntaba a que la MLP y MCP eran sistemas separados (Baddeley, 2006), esto dio pie a que múltiples modelos fueran propuestos, sin embargo el más influyente fue el de Atkinson y Shiffrin (1968). En este modelo los autores proponían que la información, proveniente del medio, era procesada por una serie de sistemas de memoria sensorial, entonces, si se ponía atención, ésta pasaba a un almacén de MCP, donde podía ser retenida de manera temporal. Finalmente, la información es archivada en la MLP, un almacén con capacidad ilimitada donde la información permanece accesible y podría recuperarse posteriormente (Lieberman, 2012; Shiffrin, 1999).

Aunque este modelo fue útil para la clasificación y descripción de distintos tipos de sistemas de memoria, presentaba algunos eslabones débiles. Uno de los principales era que dejaba de lado la naturaleza dinámica de la MCP en el proceso de aprendizaje, sugiriendo que el simple mantenimiento de la información facilitaría su almacenamiento en la MLP, ignorando el hecho de que el tipo de procesamiento que hace el participante influye notablemente en la adquisición de nueva información (Baddeley, 2006).

Los datos de las investigaciones en esta área fueron orientando el modelo hacia la idea de que la MCP no se limitaba a ser un almacén pasivo sino que asumía importantes operaciones de relevo, transformación y reelaboración (Benedet, 2002). Asimismo, debido a que es el único almacén en donde la información se encontraría activa, la MCP fungiría como el espacio en el cual se llevarían a cabo muchas tareas de procesamiento de información. El concepto de MCP desemboca así en el concepto memoria de trabajo, también llamada memoria operativa (Baddeley & Hitch 1974).

Este modelo de memoria de trabajo planteaba que el procesamiento de la información a corto plazo es un fenómeno más complejo de lo que se pensaba anteriormente, inicialmente contaba con tres componentes: dos almacenes a corto plazo y un sistema de control atencional. Una de las características más relevantes de este modelo era que resaltaba la importancia de los recursos de selección, control y procesamiento de la información sobre la MCP (Anderson, 2008; Baddeley & Hitch, 1974).

Aunque el modelo de memoria de trabajo fue originalmente propuesto para reemplazar el concepto de “almacén unitario de memoria a corto plazo” (relacionado al modelo de Atkinson y Shiffrin), el término MCP sigue siendo utilizado en la literatura, generalmente para hacer referencia al almacenamiento pasivo de la información, en contraste con “memoria de trabajo”, que es utilizado para referirse al mantenimiento y la manipulación activa (Anderson, 2008; Gluck et al., 2009). Es por esto que algunos autores llaman pruebas de MCP a los que evalúan el recuerdo pasivo, en tanto que para ellos las pruebas de memoria de trabajo involucran el mantenimiento y procesamiento simultáneo de la información (Cain, 2006). En este trabajo al mencionar MCP haremos referencia a los dos almacenes que componen el modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1974), los cuales serán explicados en el siguiente capítulo, y para referirnos a las pruebas que únicamente exigen almacenamiento pasivo a corto plazo.

Memoria de trabajo

El concepto teórico de memoria de trabajo (MT) hace referencia a un sistema de memoria con capacidad limitada, que mantiene y almacena información temporalmente y sustenta los procesos del pensamiento humano, proporcionando una interfaz entre percepción, MLP y acción (Baddeley, 2003; Fuster, 2006). Asimismo, la MT es un sistema activo que almacena y procesa información de manera simultánea y que funciona como un espacio de trabajo en la mente para la manipulación de representaciones mnémicas que se encuentran en la memoria a largo plazo (Bayliss, Jarrold, Baddeley & Gunn, 2005; Conway, Jarrold, Kane, Miyake & Towse, 2007). Esta memoria tiene la particularidad de ser limitada y susceptible de interferencias, cualidades que le imprimen un carácter de enorme flexibilidad, ya que nos permite permanecer disponibles a la recepción de nueva información (Etchepareborda & Abad-Mas, 2005).

La MT es particularmente necesaria para el procesamiento de información que se lleva a cabo de manera consciente (Fuster, 2010), nos permite encadenar pensamientos e ideas (Goldman-Rakic, 1992), retener simultáneamente algunos datos de información mientras los comparamos, contrastamos o relacionamos entre sí, por lo cual es considerada como una función cognitiva esencial que subyace a un amplio rango de procesos mentales como el razonamiento, comprensión y aprendizaje (Baddeley, 2003). Del mismo modo nos permite el acceso a representaciones internas que sirven como guía para nuestra toma de decisiones y comportamiento. En general, la combinación de conciencia momento a momento, los esfuerzos por mantener la información en la MCP y la recuperación voluntaria de la información almacenada constituyen el constructo de MT (Dehn, 2008).

En la actualidad se sabe que la corteza prefrontal participa de manera fundamental en el sistema de MT. Dichos hallazgos se desprenden de los estudios pioneros liderados por Fuster y colaboradores (1971). Estos investigadores lograron registrar la actividad neuronal de macacos rhesus durante una tarea de respuesta demorada, encontrando que un grupo de neuronas de la corteza prefrontal solo se disparaban durante el periodo de demora, donde los animales debían de recordar donde se encontraba la recompensa. Esto indicaba que la corteza prefrontal “mantenía en la mente” la información necesaria hasta que se alcanzaba el objetivo, es decir, estas neuronas no se activaban cuando el animal veía la recompensa, ni tampoco cuando la obtenía, únicamente se activaban cuando la recompensa era ocultada, y una vez que el mono tenía la recompensa se apagaban. A partir de estos resultados se sostuvo que la corteza prefrontal actúa como un puente entre el ciclo percepción-acción (Fuster & Alexander, 1971).

Los componentes de la memoria de trabajo y sus bases neurales

El modelo de MT de Baddeley y Hitch (1974) está compuesto por tres elementos: dos almacenes a corto plazo, el *bucle fonológico* y *agenda visoespacial*, y un sistema de control, llamado *ejecutivo central*. El bucle fonológico (BF) es el encargado de almacenar temporalmente y mantener activo el material verbal, mientras que la agenda visoespacial (AV) tiene la función de almacenar la información espacial y rasgos del objeto a través de parámetros visuales. El ejecutivo central (EC), por otra parte, es considerado como un centro de control con capacidad limitada de recursos de procesamiento, encargado de seleccionar, coordinar y operar los diversos procesos de control atencional. Estos tres

componentes interactúan para proporcionar un espacio operativo que resulta esencial para la actividad cognitiva (Baddeley & Logie, 1999).

El BF está integrado por dos subcomponentes: un *almacén fonológico*, cuya función reside en retener fragmentos de información de tipo verbal por un periodo breve de tiempo, y un proceso de *ensayo articulatorio*, equivalente al habla interna o ensayo mental subvocal (Baddeley, 2006). La memoria inmediata tiene un tiempo de vida limitado, la información que llega a ella reverbera brevemente antes de desvanecerse. Para evitar que dicha información decaiga por completo, es necesario un proceso activo para refrescar la información, esa renovación llega a través del ensayo articulatorio, donde se pronuncia y ensaya internamente el material audioverbal que se ha escuchado (Smith & Kosslyn, 2008). Esto nos permite, por ejemplo, repetir internamente un número telefónico y mantenerlo en la memoria hasta que encontramos nuestra agenda para anotarlo. Una vez que esta información deja de ser primordial lo más probable es que sea olvidada. De este modo, un bucle continuo actúa durante el tiempo necesario para que el material verbal se mantenga en la MT (Baddeley, 1999).

Estudios de pacientes con daño cerebral ponen en manifiesto la independencia de estos dos subcomponentes del BF. Por una parte, se ha observado una relación entre lesiones del lóbulo parietal inferior izquierdo y deficiencias de almacenamiento fonológico, mientras que lesiones de la corteza frontal inferior izquierda (área de Broca) se asocian con dificultades en el ensayo mental articulatorio. Otras investigaciones con neuroimagen en sujetos sanos han corroborado estos hallazgos, confirmando activación del área de Broca durante ensayo articulatorio subvocal (habla interna) y activación de ambas áreas, lóbulo

parietal inferior izquierdo y área de Broca, durante un test que involucraba recordar letras (Smith & Kosslyn, 2008).

Como su nombre lo implica, la AV procesa dos tipos de información: espacial, por ejemplo la distancia, dimensión y localización de los objetos, y visual, como el tamaño, forma y color (Gluck et al., 2009). Esta distinción entre el procesamiento de objetos y el procesamiento espacial converge con la organización del sistema visual, ya que diferentes vías neurales se encuentran involucradas en el procesamiento espacial y el de características del objeto (Smith & Kosslyn, 2008).

Así, la información visual que proviene del lóbulo occipital finaliza en el lóbulo temporal y el lóbulo parietal, a través de dos haces de fibras nerviosas. Las fibras que concluyen en el lóbulo parietal se conocen como vía dorsal (dónde) y son importantes para procesar la información sobre la localización de los objetos y el cómo se podría proceder respecto a ellos, mientras que las fibras que finalizan en la zona posterior del lóbulo temporal se denominan vía ventral (qué), y procesan información que lleva al reconocimiento y la identificación de los objetos (Portellano, 2012). Estudios con monos han comprobado esta distinción en la MT, ya que las neuronas de la región dorsal de la corteza prefrontal responden preferentemente a los estímulos durante la realización de tareas de MT espacial, en tanto que las neuronas de la corteza prefrontal ventral responden durante tareas de MT de objetos (Wilson, Scaldie & Goldman-Rakic, 1993).

Como ya se ha mencionado, la MT implica más que el simple mantenimiento de memorias de tipo fonológicas o visoespaciales, incluye un proceso mucho más complejo; el procesamiento de la información, función que en el modelo de Baddeley desempeña el EC.

Este componente supervisa y manipula la información proveniente del BF y la AV; considerados como subsistemas esclavos. Las manipulaciones del EC incluyen agregar y borrar elementos de los almacenes, reordenarlos, seleccionar entre los elementos para dirigir la conducta, recuperar información de la MLP y transferir información de la AV y el BF a la MLP. Este control ejecutivo de la MT permite la actualización controlada de los almacenes de MCP, establecimiento de metas y planes, cambio de tarea y la selección de estímulos e inhibición de respuesta (Gluck et al., 2009).

Los datos de investigaciones con neuroimagen sugieren que la corteza prefrontal brinda el componente ejecutivo a la MT. En un experimento donde se utilizó resonancia magnética funcional, los investigadores pidieron a sujetos sanos que realizaran una tarea en donde una de las condiciones involucraba recordar una serie de letras, mientras que otra en condición, los mismos sujetos tenían que recordar y ordenar mentalmente en orden alfabético otras series de letras. Como se esperaba, los resultados mostraron activación de la corteza prefrontal y el lóbulo parietal durante la condición que exigía recordar y manipular la información, en contraste con la condición que solo exigía recordar, donde únicamente el lóbulo parietal se mostró activo. Los investigadores concluyen que sus resultados proporcionan evidencia de una doble disociación neuroanatómica respecto a las funciones de almacenamiento y control ejecutivo, siendo estos datos consistentes con la hipótesis de que la MT no es una función unitaria, sino que está compuesta por procesos que pueden ser disociados y que son sustentados por distintos circuitos neuronales (Postle, Berger & D'Esposito, 1999).

Procesos de la memoria de trabajo: almacenamiento y control ejecutivo

En la MT participan dos procesos fundamentales: el *almacenamiento* y el *control ejecutivo*, este último también nombrado como “procesamiento” o “manipulación” (Etchepareborda & Abad-Mas, 2005). La capacidad de almacenamiento se refiere a la amplitud o cantidad de información que el sujeto puede guardar temporalmente, mientras que el control ejecutivo involucra a todos los procesos relacionados con la manipulación de la información, como dirección de la atención, búsqueda, comparación, actualización, inhibición y monitoreo (Oberauer et al., 2003).

El primer proceso; el almacenamiento, junto con el ensayo, pueden ser categorizados como procesos *mnémicos*, ya que su función está exclusivamente relacionada con la memoria. Por otra parte, la manipulación de la información, está ligada al control ejecutivo, por lo cual considerada como un proceso extramnémico, lo cual implica que dicho control de carácter ejecutivo no solo participa en la memoria, sino que contribuye en otros procesos (Curtis & D'Esposito, 2003).

Para evaluar el almacenamiento, las pruebas de span han resultado útiles, por ejemplo el span de dígitos (Wechsler, 1945) o el test de cubos de Corsi (Milner, 1971), tanto en la clínica como en la investigación (D'Esposito & Postle, 2000). Una característica que tienen dichas pruebas, es que permiten identificar la capacidad de almacenamiento del sujeto que se está evaluando, es decir, conocer la cantidad de elementos que puede mantener en la MT. Además, ya que los sujetos deben de dar una respuesta inmediata, se disminuye el efecto del ensayo articulatorio, a comparación de las pruebas de respuesta

demorada, donde existe un periodo de espera y el sujeto puede repasar la información, lo cual evita el proceso natural de decaimiento del recuerdo (Gluck et al., 2009).

En cuanto a la manipulación, pruebas como: la de amplitud lectora (Daneman & Carpenter, 1980), amplitud de operaciones (Turner & Engle, 1989) y tests N-atrás (Gevins & Cuttillo, 1993), han resultado muy valiosas, ya que exigen funciones de control ejecutivo para alcanzar un desempeño exitoso. Estas pruebas requieren de procesos mnémicos y extranémicos, es decir del mantenimiento y procesamiento simultaneo de la información, por lo cual el desempeño que se tiene en ellas es un buen indicador de la MT funcionando en condiciones de mayor exigencia (como, desde el punto de vista teórico, debería de funcionar en el contexto cotidiano). El primer tipo de tests que solo miden almacenamiento son conocidos como pruebas simples o de MCP, mientras que los segundos, los cuales exigen almacenamiento y procesamiento simultaneo (control ejecutivo), se conocen como test complejos o compuestos de MT (Cain, 2006; Curtis & D'Esposito, 2003).

En los estudios pioneros que investigaban la relación entre MT y comprensión lectora se encontró que sólo las tareas que demandaban almacenamiento y procesamiento simultáneo de la información se relacionaban con las pruebas de comprensión lectora, mientras que las medidas de MT simples, como Dígitos del WAIS, no mostraban correlación (Daneman & Carpenter, 1980). Existen diferentes hipótesis acerca del porque el almacenamiento y procesamiento simultáneo es un indicador del nivel de comprensión lectora, en contraste con el almacenamiento pasivo. Este tema se abordará con mayor profundidad en el capítulo cuatro “Memoria de trabajo y comprensión lectora”.

Corteza prefrontal y memoria de trabajo

En el modelo de MT de Baddeley, los dos almacenes de MCP; el BF y la AV, cumplen con la función de almacenamiento, mientras que el EC es responsable del procesamiento o manipulación de la información (Baddeley & Logie, 1999). Las investigaciones con neuroimagen, estudios de pacientes con daño cerebral e investigaciones neurofisiológicas realizadas con monos, han ayudado a esclarecer las bases neurales de estos dos procesos, proporcionando evidencia de que áreas posteriores se encuentran relacionadas con el almacenamiento, mientras que áreas prefrontales son las que sustentan los procesos de ensayo y manipulación (D'Esposito & Postle, 2002).

En un trabajo de revisión sistemática (D'Esposito & Postle, 2002) se encontraron ocho artículos publicados entre 1960 y 1997, en los que se reportaban los resultados del rendimiento de pacientes con daño cerebral en el test de span de dígitos, aplicado según las normas de estandarización de la escala Wechsler. Tomando en cuenta los ocho estudios el número total de pacientes era de 115. Ninguno de los informes reportó algún déficit estadísticamente significativo en span de dígitos en los pacientes con lesión frontal. En contraste, pacientes con lesiones posteriores presentaron un pobre desempeño, especialmente aquellos con lesiones izquierdas. Estos resultados son consistentes con los estudios de neuroimagen que indican que el lóbulo parietal izquierdo, específicamente el área supramarginal, se encarga del almacenamiento a corto plazo de la información audioverbal (almacén fonológico; siguiendo el modelo de Baddeley), mientras que el área de Broca se relaciona con el ensayo articulatorio (Vallar & Papagno, 1995).

Respecto al papel que juega de la corteza prefrontal en la MT, los estudios neurofisiológicos han ayudado a esclarecer cuál es su función. Como ya se mencionó, la corteza prefrontal muestra importante activación durante las tareas de respuesta demorada, sin embargo, es importante aclarar que la activación no se limita a esta área, ya que también se puede observar activación sostenida en zonas posteriores (Fuster & Alexander, 1971; Gluck et al., 2009).

Para aclarar esto, Miller, Erickson y Desimone, (1996) grabaron la actividad neuronal en monos durante tareas de respuesta demorada. Entrenaron a los macacos para mantener en la memoria visual un objeto durante un periodo de demora, en el cual se presentaban estímulos visuales distractores. Los resultados mostraron que los distractores afectaban rápidamente las áreas corticales posteriores, a diferencia de la corteza prefrontal dorsolateral, la cual se mantenía activa a pesar de ellos. Algo similar puede ser observado en pacientes con lesiones en los lóbulos frontales, los cuales exhiben notables dificultades en el control enfocado de la MT, mostrando un alto grado de distracción.

Otra función del control ejecutivo de la MT, es la actualización de la información e inhibición de la respuestas que han dejado de ser pertinentes según el contexto. La importancia de la corteza prefrontal en estas tareas quedó en manifiesto gracias un experimento que llevo a cabo Patricia Goldman-Rakic (1989). En dicho experimento, a monos que se les había extirpado quirúrgicamente la corteza prefrontal dorsolateral, se les entrenó para realizar una tarea de respuesta demorada asociativa, la cual sigue un patrón consistente a lo largo de la prueba, donde un signo indica siempre la respuesta correcta, por lo que esta tarea mide la capacidad del animal de seguir una regla o patrón a largo plazo. Los resultados mostraron que los monos con lesiones frontales tenían muchas dificultades

para cambiar el patrón una vez que había sido aprendido, inclusive cuando el mono veía que la recompensa era cambiada de lugar seguía dando la misma respuesta previamente aprendida. Esta tendencia no se observó en monos sin lesión, ya que no reflejaban dificultades en cambiar su respuesta cuando veían que la recompensa era cambiada de lugar (Diamond & Goldman-Rakic, 1989).

Las respuestas que manifiestan los monos del experimento antes mencionado pueden ser comparadas con las conductas que muestran pacientes con lesiones frontales durante la tarea de ordenamiento de cartas de Wisconsin, ya que en ambos casos se aprecia la falta de flexibilidad cognitiva. Goldman-Rakic argumenta que estos monos actúan por costumbre o reflejo y no por los principios de representación, lo que se traduce como: “si está fuera de la vista, está fuera de la mente”. No logran actualizar la información recientemente presentada, y así inhibir la respuesta que ha dejado de ser apropiada para alcanzar el éxito y recibir la recompensa. Esto implica que la corteza prefrontal dorsolateral funciona como mecanismo para guiar el comportamiento con base al conocimiento representacional (Goldman-Rakic, 1992).

La distinción entre funciones de las áreas prefrontales que participan en los procesos de MT han resultando de gran interés para los investigadores. Los estudios que se han realizado en este campo sugieren que las regiones dorsal y ventral de la corteza prefrontal desempeñan procesos cualitativamente diferentes (Petrides & Baddeley, 1996)

En un experimento donde se utilizó neuroimagen, se les pidió a sujetos sanos que realizaran dos tipos de tareas espaciales de MT, la primera era una prueba de amplitud espacial, consistía en recordar la localización y secuencia de presentación de algunos

objetos, por lo cual solo exigía mantenimiento, la segunda era una prueba N-atrás, la cual exigía, además de mantenimiento, la constante actualización y manipulación de la secuencia de localizaciones donde se presentaba el objeto. Los resultados mostraron que durante la tarea de almacenamiento había activación en regiones ventrolaterales de la corteza prefrontal derecha, en cambio durante la tarea de manipulación y almacenamiento simultáneo, ambas regiones, ventrolaterales y dorsolaterales, se mostraban activas. Los autores de este experimento resaltan que la región dorsolateral juega un papel fundamental en el control ejecutivo de la MT. Además indican que la región ventrolateral apoya la codificación, recuperación y repaso articulatorio (Owen et al., 1999).

Desarrollo de la memoria de trabajo y maduración cerebral

Un punto central para comprender la cognición infantil es la MT, esto se debe a la estrecha relación que guarda con procesos de orden superior como el razonamiento o el lenguaje (Baddeley & Logie, 1992). Su estudio ha permitido a los investigadores comprender las limitaciones en el pensamiento de los niños, y entender que la evolución que sufre este proceso durante las diferentes etapas de la niñez se traduce como una evolución general en la cognición de la persona (Cowan, 1997).

La MT en los niños sufre cambios desde los primeros meses de vida, Rose, Feldman, y Jankowski (2001) demostraron la premisa anterior al realizar un estudio longitudinal donde evaluaron la capacidad de MT de bebés de cinco meses, que posteriormente fueron evaluados cuando cumplieron siete y doce meses. A los participantes se les mostraban series de dos, tres y cuatro objetos, y posteriormente estos

objetos se les mostraban apareados con otros que nunca habían visto. Utilizando el paradigma de mirada preferencial hacia objetos novedosos los experimentadores medían el tiempo en que los niños observaban los ítems. Los bebés con edad entre cinco y doce meses tienden a observar mayor tiempo los objetos que nunca han visto, de esta manera los investigadores sabían si reconocían o no las imágenes que se les presentaban. Los resultados mostraron que solo el 25% de los bebés pudieron recordar de tres a cuatro objetos a la edad de cinco y siete meses, en contraste, a la edad de doce meses más del 50% de los bebés podía recordar series de tres a cuatro objetos.

Otra forma en que se ha evaluado la MT en el primer año de vida es mediante la tarea A-no B. En esta tarea se tienen dos pantallas, un juguete se oculta en la pantalla A y después se anima al bebé para que lo busque. Después de varios ensayos donde se repite esta acción, ahora se esconde el juguete en la pantalla B mientras que el niño observa. La mayoría de los bebés entre ocho y nueve meses no tienen dificultades en realizar esta tarea, siempre y cuando el intervalo de tiempo en que se oculta el juguete y se le permite buscarlo sea de dos a tres segundos. Sin embargo, ante demoras más largas, los infantes tienden a buscar el juguete en la pantalla A (donde aprendieron por repetición que se encontraba el objeto). Con el aumento de la edad, los bebés soportan demoras más extensas, realizando la tarea correctamente (Diamond, 2006). Este fenómeno es similar al que se ha reportado en el estudio antes citado realizado en monos con lesiones en la corteza prefrontal dorsolateral (Diamond & Goldman-Rakic, 1989), en ambos casos los sujetos no logran mantener en la MT la información respecto a el cambio que se ha dado en la situación y actúan con base a aprendizajes previos, lo que se puede traducir como “falta de flexibilidad cognitiva”, ya que no pueden ajustar su conducta a los requerimientos circunstanciales, o “falta de

inhibición”, ya que no pueden suprimir la conducta que antes los había llevado alcanzar su objetivo. Por una parte, en el caso de los monos, esto se debe a una lesión cerebral, y por otra, en el caso de los bebés, debido probablemente a falta de maduración en la corteza prefrontal (Ellison & Semrud-Clikeman, 2007).

Otros notables cambios respecto al rendimiento en las pruebas de MT pueden ser observados durante los cuatro y doce años, en esta etapa los niños aumentarán progresivamente su habilidad de mantener información a corto plazo. En las pruebas de retención de dígitos se reflejan estos cambios de manera muy clara, ya que el rendimiento tiende a incrementar aproximadamente al doble entre los cuatro y doce años. Así, por ejemplo, se esperaría que un niño de cuatro años recordara una serie de tres dígitos, mientras que en un niño de doce años se esperaría que su retención fuera de seis dígitos (Gathercole, 1998). En otros estudios similares, donde han pedido a niños de diferentes edades y un grupo de adultos que repitan una serie de palabras en el mismo orden que se les han dicho, se ha llegado a la misma conclusión; el rendimiento en estas tareas muestra una correlación positiva entre la edad y el número de palabras que se logran recordar, es decir, a mayor edad mayor cantidad de palabras recordadas. Por una parte, niños de cuatro, siete y diez años pueden retener una serie de aproximadamente dos, cuatro y cinco palabras respectivamente, mientras que los adultos en promedio pueden recordar una serie de seis palabras (Hulme, Thomson, Muir & Lawrence, 1984).

Una explicación que se ha dado respecto a las diferencias en el rendimiento de los tests de MT en las distintas etapas de la niñez está relacionada con el ensayo articulatorio. Existe diferente evidencia que apunta a que los niños menores de siete años no utilizan el ensayo articulatorio como estrategia para mantener la información, lo cual es una evidente

desventaja respecto a sus pares de mayor edad (Gathercole & Hitch, 1993). Esto podría explicar el aumento en la cantidad de información que los niños de siete años en adelante pueden retener.

Flavell y colaboradores (1966) observaron a grupos de niños de diferentes edades al realizar una prueba de MCP, no encontraron evidencia de que los niños antes de los siete años movieran sus labios, o susurraran antes de repetir en voz alta la información que se les había presentado .

Cabe mencionar que en los estudios con adultos se ha observado que cuando se le pide a la persona que recuerde una serie de palabras se presenta el *efecto de longitud*, esto quiere decir que entre menos sílabas tenga la serie palabras será más fácil de recordar (Baddeley & Logie, 1992). Por ejemplo: “*fe, mar, sol*”, sería una serie de palabras más fácil de recordar en comparación con “*lámpara, naranja, imprenta*”. Esto se debe al ensayo articulatorio, ya que las palabras son más largas, la repetición subvocal lleva más tiempo y en el proceso se pierde información entrante (Baddeley, 2003).

En otra investigación realizada por Johnston, Johnson y Gray (1987) donde también se pretendía estudiar las estrategias de los niños para el recuerdo serial de palabras, se llegó a las mismas conclusiones respecto al uso del ensayo articulatorio antes de los siete años. En este experimento, que se realizó con niños de cinco años, inicialmente se les enseñaban a los participantes secuencias de imágenes de objetos. En esta fase los niños no mostraron diferencia en el recuerdo, independientemente de si las series de objetos presentados tenían nombres con una mayor o menor cantidad de sílabas (por ejemplo *perro, gato, oso* en comparación con *elefante, canguro, tortuga*), esto sugería que probablemente los niños

utilizaban más una estrategia de codificación visual, en lugar del ensayo articulatorio. En la siguiente fase del experimento se entrenó a los niños en el uso de estrategias de ensayo articulatorio en el recuerdo serial. Después de esta capacitación, los niños mostraron una recuperación superior de las series de imágenes con nombres cortos en contraste con las series de objetos con nombres largos, en las cuales mostraron una mayor dificultad de recuperación. Este estudio proporciona una evidencia directa de que el ensayo articulatorio no se utiliza de forma espontánea a la edad de cinco años y que el efecto de longitud de la palabra se puede entender como consecuencia del ensayo articulatorio.

Otro experimento similar confirma que los niños pequeños utilizan estrategias visuales para el recuerdo a corto plazo, en comparación con niños mayores, los cuales utilizan estrategias verbales al igual que los adultos (Baddeley, Thomson & Buchanan, 1975). Los resultados mostraron que niños de cinco años tenían dificultad en recordar una serie de imágenes cuando éstas tenían características físicas similares, por ejemplo, mostraron mayor dificultad en recordar *tenedor, peine, llave* que *muñeca, guante, cuchara*. En contraste, el grupo de niños de diez años no fue sensible a las series de imágenes con características físicas similares, sin embargo, si mostró sensibilidad cuando los nombres de las imágenes variaban de longitud, del mismo modo que ocurrió con los niños del experimento anterior cuando usaban el ensayo articulatorio como estrategia para recordar.

Si bien es cierto que los niños de siete años retienen mayor cantidad de información a corto plazo que los niños más jóvenes, y este fenómeno, por lo menos en parte, puede ser explicado debido al uso del ensayo articulatorio, no queda del todo claro porque en el periodo de cuatro a seis años también existe un incremento progresivo en la capacidad de MT. Una explicación posible sería la velocidad del habla. Diferentes estudios realizados en

niños de diferentes edades y en adultos demuestran que existe una correlación positiva entre la velocidad del habla y la capacidad de MT (Baddeley, 1999). Se sabe bien que las habilidades lingüísticas sufren cambios críticos durante estas etapas tempranas de la niñez, así los niños durante el desarrollo se vuelven más hábiles respecto al uso del lenguaje, hablan con mayor rapidez y articulan de manera más precisa, esto podría explicar el incremento en el recuerdo de material verbal durante estas etapas (Gathercole, 1998).

Junto con el desarrollo de la MT, se debe contemplar el proceso de maduración cerebral, especialmente el de la corteza prefrontal, ya que esta área guarda una estrecha relación con dicha función cognitiva. En la corteza prefrontal la sustancia gris aumenta desde el nacimiento hasta los doce años, para posteriormente disminuir de forma gradual (García-Molina, Enseñat-Cantalops, Tirapu-Ustároz & Roig-Rovira, 2009). Este incremento de la sustancia gris está relacionado con un aumento en las arborizaciones dendríticas. En contraste, el volumen de la sustancia blanca en áreas prefrontales, no deja de incrementar durante la infancia y la adolescencia, sino que continúa hasta llegar a la edad adulta y se asocia al incremento en las conexiones nerviosas (Ellison & Semrud-Clikeman, 2007).

El aumento de volumen de la sustancia blanca se ha atribuido a la mielinización de las vías cortico-corticales asociadas con la corteza prefrontal. Este proceso de mielinización va en paralelo con el desarrollo cognitivo del niño, ya que el incremento de conexiones nerviosas y su mielinización se corresponden con el desarrollo de conductas progresivamente más elaboradas. Entonces, se podría decir que la diferencia fundamental entre el cerebro de un niño y un adolescente está en el mayor número de conexiones nerviosas en el cerebro de este último. El porcentaje incrementado de la sustancia blanca en

comparación con la sustancia gris es entonces un índice de maduración cerebral asociado a un mejor desempeño cognitivo que ha sido ampliamente documentado (Rosselli, Matute & Ardila, 2010).

En la corteza prefrontal la mielinización ocurre de forma tardía, sigue un proceso lento pero continuo, que se prolonga más allá de la segunda década de la vida. Siguiendo a Luria, los lóbulos frontales en los niños se desarrollan marcadamente entre los cuatro y siete años, con aumentos constantes, pero menos dramáticos de los doce años hasta la edad adulta (citado en Ellison & Semrud-Clikeman, 2007). De manera similar, otros autores sugieren que durante los tres y siete años los niños experimentarán notorias mejoras respecto a la capacidad de inhibición y flexibilidad cognitiva, procesos que como veíamos, se vinculan estrechamente con el componente ejecutivo de la MT y las áreas prefrontales (Diamond, 2006).

La maduración cerebral junto con el desarrollo de funciones cognitivas básicas permitirán la optimización de procesos de orden superior, se reflejarán en el niño como conductas progresivamente más complejas, permitiéndole hacer frente a las exigencias a las que se enfrentará, particularmente en el ambiente escolar, como el aprendizaje de la lectoescritura, el cual sigue un curso complejo, en donde la comprensión lectora está localizada dentro de una jerarquía superior con respecto a otros procesos lectores.

Compresión lectora

La comprensión lectora (CL) es un proceso simultáneo de extracción y construcción del significado que realiza el lector a través de la interacción con el lenguaje escrito (Snow, 2002). En esta definición Snow selecciona cuidadosamente las palabras *extracción* y *construcción* para enfatizar la importancia de ambos procesos en la lectura comprensiva, además de subrayar la insuficiencia del texto por sí solo como un factor determinante para que ésta se logre.

En esta relación dinámica entre ambos procesos entenderemos “extracción” como la faceta en donde se descifra cómo las letras representan palabras, además de la traducción en forma precisa y eficiente de las letras (grafemas) a sonidos (fonemas), por otra parte nos referiremos a “construcción” como el acto de formular una representación de la información que está siendo presentada en el texto y su integración con la información que el lector posee (Snow & Sweet, 2003).

Desde esta perspectiva la CL implica tres dimensiones fundamentales: el lector, el texto y la actividad de comprensión que realiza el lector sobre el texto. Al referirse al lector se tomarían en cuenta las capacidades, habilidades, conocimientos, estrategias y experiencias que la persona posee y aporta al acto de leer. En cuanto al texto, se considera cualquier estímulo que pueda ser leído, ya sea material impreso o electrónico. Por último, la actividad englobaría los propósitos del lector, las consecuencias que la lectura tiene para el lector en términos de aprendizaje y experiencias, además de los procesos cognitivos involucrados en la lectura, tema que abordaremos a continuación (Guthrie & Scaffidi, 2004; Snow & Sweet, 2003)

Procesos involucrados en la comprensión lectora

Leer comprensivamente implica que el sistema cognitivo debe procesar la información recibida a diferentes niveles, hasta completar cada uno de los pasos que esta actividad exige. Se inicia con un análisis visual del texto que percibimos y culmina con la integración del mensaje que hay en el texto a nuestros conocimientos previos. A continuación se describirán los procesos que forman el sistema lector que se encuentran más directamente relacionados con la CL (Cuetos, 2010; García-Madruga, 2006).

Procesamiento léxico

Es el más cercano a la entrada sensorial, incluye la resolución de los aspectos perceptivos superficiales del mensaje, supone la identificación de las palabras, así como el acceso a un diccionario mental o léxico en que se almacena el significado de las palabras. Se trata de un proceso básico para la comprensión de textos, pero insuficiente, ya que la comprensión implica más que sólo reconocer palabras, puesto que las palabras aisladas no transmiten ninguna información nueva, sino que es en la relación entre ellas donde se encuentra el mensaje (Lupker, 2005).

Procesamiento sintáctico

Durante este proceso se establecen las relaciones entre los componentes que forman cada oración. Para llevarlo a cabo contamos con una serie de reglas sintácticas que nos permiten segmentar la oración, diferenciando los elementos que la componen, clasificar esos elementos de acuerdo a sus papeles gramaticales y finalmente construir una estructura que haga posible la extracción del significado. El procesamiento sintáctico, aunque resulta fundamental para comprender correctamente el significado de un texto, no nos permite

acceder directamente a él, ya que no toma en cuenta el contenido de la oración. De este modo el texto debe de ser procesado por un nivel superior para descodificar el mensaje que se encuentra en la lectura (García, 1993).

Procesamiento semántico

Una vez que las palabras han sido reconocidas y conectadas entre sí, el siguiente y último de los procesos que interviene en la CL es el del procesamiento semántico. Este nivel de procesamiento consiste en la extracción del significado del texto y su integración a los propios conocimientos. El objetivo de esta fase es construir una representación mental del contenido del texto para su posterior integración en los conocimientos que el lector posee, de este modo, dicha representación sirve como el punto de encuentro entre el lector y el texto.

La representación que el lector elabora no es una copia literal del texto, sino mas bien la extracción del sentido general de la lectura. Además, en esa representación también aparece información que no está explícitamente en el texto, pero el lector ha generado a partir de sus propios conocimientos. Sucede así porque el lector participa activamente en este proceso, extrayendo las ideas principales y al mismo tiempo activando conocimientos que se encuentran en su memoria (Vallés Arándiga, 2005).

La investigación sobre el procesamiento semántico en la CL ha estado vinculada directamente al desarrollo de la teoría de Kintsch y Van Dijk (1983). En este modelo los autores profundizan en el proceso de formación de estructuras mentales a partir de la lectura. En el siguiente apartado se abordan conceptos básicos sobre este modelo.

Modelo mental

Siguiendo a Kintsch y Van Dijk (1983), la construcción de la representación del significado del texto puede ser diferenciada dentro de tres niveles. En el primer nivel se construye una representación *superficial*, que en realidad es una copia literal de un trozo de texto. En el segundo nivel el lector genera el *texto base* en donde se reúnen las principales ideas de la lectura. En el tercer nivel se construye un modelo mental conocido como *modelo de situación* a partir de las ideas procedentes del texto y de la información que el sujeto posee. A continuación se describirá con mayor detalle los diferentes niveles de representación.

Texto superficial

Esta representación superficial permanece brevemente en la MT, desapareciendo para darle paso a la siguiente información. El propósito del almacenamiento temporal de dicha información es el de extraer las proposiciones que componen las oraciones del texto, es por ello que la duración de esta primera representación es muy corta, ya que se necesitan recursos disponibles para la entrada y procesamiento de las nuevas frases que llegan del texto. Prueba de la corta duración del texto superficial es que olvidamos pronto la estructura sintáctica de un texto, aún cuando preservamos fielmente su significado. Sucede de este modo porque la estructura semántica que se forma con el significado es la misma, independientemente de cuál sea la forma gramatical que la originó (Kintsch & Van Dijk, 1978; Van Dijk & Kintsch, 1983).

Texto base o representación proposicional.

En el texto base se distinguen dos niveles: La *microestructura* y la *macroestructura* (Kintsch, 1994).

Microestructura.

A partir del texto superficie, el lector construye una serie de proposiciones extraídas de la oración que se van relacionando unas con otras, formando así, una red de ideas que se encuentran organizadas jerárquicamente, y constituyen la microestructura. Se dice que su organización es jerárquica ya que las proposiciones más importantes ocupan los lugares principales de la estructura, mientras que las proposiciones poco relevantes permanecen en posiciones poco destacadas. Esta conexión entre ideas o microestructura se lleva a cabo de dos maneras: a través del *procesamiento del texto en ciclos*, y por la *repetición de argumentos (referencia directa)* (Van Dijk, 1995).

Procesamiento en ciclos.

Debido a la limitada capacidad de la MT, el procesamiento se realiza en ciclos, en los cuales las proposiciones más recientes o relevantes se mantienen de un ciclo a otro en la mente. Esto permite conectar dichas proposiciones con las nuevas que van llegando (Kintsch, 1994).

Repetición de argumentos (referencia directa).

Si no fuese por la repetición de argumentos no estaríamos hablando de un texto, sino de una yuxtaposición de frases. Esta repetición no siempre es totalmente literal, ya que los escritores por lo general utilizan sinónimos, o términos distintos para hacer referencia información que ya se ha mencionado. Las operaciones que hace el lector para deducir que estos términos se refieren a información antes presentada, y así darle sentido al texto, se conocen como inferencias referenciales y anáforas (Kintsch, 1994).

Macroestructura.

La formación de la macroestructura implica la representación semántica del significado global del texto, logrando conectar de manera coherente y jerárquica todas las proposiciones que han sido extraídas de la lectura. El resultado de la combinación de ideas básicas que se incorporan a la red son ideas más generales y abstractas que se conocen como *macroproposiciones* las cuales se infieren a partir de *macroestrategias* (Kintsch & Kintsch, 2005; Van Dijk, 1995).

Macroproposiciones.

La macroestructura está formada por macroproposiciones, las cuales representan el tema o la idea general y no se extraen directamente del texto, sino que se forman por la combinación de otras proposiciones elementales (Kintsch & Rawson, 2005).

Macroestrategias.

Mediante el uso de macroestrategias, el sujeto puede inferir las macroproposiciones. Estas macroreglas o macroestrategias operan a partir de los conocimientos del propio lector y de la información que le proporciona el texto. Estas macroestrategias de selección-supresión, generalización y construcción, permiten organizar la información de la microestructura del texto describiendo los mismos hechos desde un punto de vista más global. Además reducen el número de proposiciones de la microestructura a través de la selección-supresión, mantienen proposiciones que son especialmente relevantes e incorporan nuevas proposiciones, mediante la generalización o construcción (Kintsch & Kintsch, 2005).

Modelo de situación.

Esta estructura está formada conjuntamente por las ideas procedentes del texto y la información generada por el lector. De este modo, junto con las ideas que son extraídas del texto, el lector activa información almacenada en su MLP que se relaciona con lo que se está leyendo. Esta activación de conocimientos previos por parte del lector es necesaria para alcanzar la comprensión de la lectura, ya que los escritores para simplificar los textos regularmente omiten mucha información que el lector ya conoce. Estas ideas generadas por el lector se integran también en la red. Entonces, el modelo de situación hace referencia a una representación mental de un nivel de mayor abstracción, a comparación con el texto base, en donde las ideas extraídas del texto se han integrado plenamente con los conocimientos que el lector posee (Kintsch, 1994; Kintsch & Kintsch, 2005; Kintsch & Rawson, 2005; Kintsch & Van Dijk, 1978; Van Dijk, 1995; Van Dijk & Kintsch, 1983).

Ya que el lector participa de manera activa en la construcción del modelo de situación (Snow & Sweet, 2003), los conocimientos que el sujeto posea estarán relacionados con la riqueza y complejidad del modelo mental que éste elabore (Snow, 2002). Así, cuando en la representación mental del texto existen un considerable número de ideas relevantes procedentes de la memoria, el lector no sólo está realizando correctamente el proceso de extracción, sino que está integrando esta nueva información a sus conocimientos, alcanzando una auténtica comprensión. El modelo mental, por lo tanto, no está formado solo de información que aparece en el texto literalmente, ya que comprender no es memorizar, sino que las capacidades, habilidades, conocimientos y estrategias del lector serán singularmente relevantes para la construcción de la estructura del modelo (Cuetos, 2010).

Del mismo modo, los conocimientos previos que cada persona posee son la base para la realización de inferencias. El papel de las inferencias es fundamental en la comprensión del texto, ya que gracias a ellas es posible completar la información que no está presente en el texto de manera explícita, por lo tanto funcionan como enlace entre la información procedente de la lectura y los conocimientos del lector. Por otra parte, además de conectar la información, las inferencias formarán parte de la estructura que el lector construye, almacenándose en la memoria junto con el resto de información, tal y como si hubiesen sido presentadas en el texto (Cuetos, 2010; Kintsch & Kintsch, 2005)

No obstante, existen diferentes factores que dificultan que el lector integre la información de un texto dentro de sus conocimientos, a pesar de haber construido una representación adecuada de la lectura. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se lee sobre una temática especializada que desconocemos, por lo tanto no contamos con la información que nos permita integrarla. En otras ocasiones el lector posee los conocimientos adecuados pero no dispone de claves que para relacionar la información. A este respecto, se han propuesto cinco tipos de conocimientos con los que el lector debe de contar para alcanzar la comprensión de un texto (García-Madruga, 2006).

Conocimientos lingüísticos: Se incluyen conocimientos fonológicos, gramaticales y semánticos del lenguaje oral, así como los conocimientos de la representación gráfica del lenguaje oral mediante la escritura.

Conocimientos generales sobre el mundo: Se refiere a los conocimientos relacionados con las metas e intenciones humanas que son necesarias para entender cualquier tipo de texto.

Conocimientos sobre el contenido del tema: Hace referencia a que la familiarización con el tema que se aborda en el texto, facilita de manera muy clara el procesamiento del mismo.

Conocimientos sobre la estructura y organización retórica: Sería el tipo de conocimiento que el lector debe tener sobre las organizaciones esquemáticas prototípicas que tienen la mayoría de los textos (por ejemplo, la organización que tiene un cuento, ensayo, artículo periodístico o artículo científico).

Conocimientos estratégicos y cognitivos: Implican la aplicación inteligente de múltiples estrategias que la comprensión de un texto exige. De este modo, el lector actúa de forma estratégica poniendo en funcionamiento diferentes habilidades que le permitan conseguir sus objetivos (por ejemplo, leer por placer, o estudiar para un examen), adaptándose a las características de los textos a los que se enfrenta.

Mecanismos cerebrales relacionados con los procesos lectores

El cerebro contiene complejos mecanismos que funcionan con admirable sincronía mientras se lleva a cabo la lectura (Dehaene, 2009). En esta actividad se integran y coordinan diferentes áreas del sistema nervioso, posibilitando la realización de múltiples operaciones que son necesarias para el correcto procesamiento del lenguaje escrito. Algunos autores han identificado el flujo que sigue el procesamiento de la lectura de un texto en el cerebro, reconociendo la participación de diversas áreas. Afirman que este proceso inicia en el cerebro en el área visual primaria, en donde se procesan las sensaciones visuales que intervienen en los procesos de identificación de la lectura, continúa en áreas visuales

asociativas, donde se realiza un análisis perceptivo de las palabras, para después proseguir su procesamiento en la circunvolución angular izquierda, área donde se unen los estímulos auditivos y visuales de manera conjunta, transmitiendo la información al área de Wernicke, responsable de la comprensión del significado semántico de las palabras. Por último, si la lectura es en voz alta, el área de Broca también participaría en el proceso (Kolb & Whishaw, 2009; Portellano, 2012).

Desde el enfoque cognitivo se ha planteado la existencia de dos vías en el procesamiento léxico (Cohen, Johnston & Plunkett, 2002). La primera es la vía léxica, la cual permite el acceso directo y rápido al significado a través de la forma global de la palabra. Esta ruta es activada en los lectores expertos durante el reconocimiento de palabras frecuentes. La segunda vía es llamada subléxica o indirecta, mediante esta ruta es posible la lectura de palabras infrecuentes o pseudopalabras a través de la decodificación fonológica. Esta vía indirecta implica la segmentación de la palabra escrita en sus unidades básicas, las letras o grafemas, y su posterior conversión en sus sonidos correspondientes, conocidos como fonemas, para que estos elementos fonológicos, una vez integrados, permitan el acceso a la representación fonológica completa de la palabra (Coltheart, Curtis, Atkins & Haller, 1993).

Los mecanismos cerebrales subyacentes a este modelo cognitivo de doble ruta han sido investigados mediante diferentes procedimientos, como el análisis neuropsicológico de pacientes con daño cerebral, o mediante estudios de neuroimagen (Coltheart, 2006), estos últimos han revelado que las rutas no dependen de centros específicos como se creía tradicionalmente, sino que cada vía sigue un proceso sustentado en redes neuronales que se pueden extender por amplias zonas corticales. En cada operación cognitiva relacionada con

la lectura se ponen en funcionamiento grupos de neuronas que forman una unidad funcional o red neuronal. Esta asociación de células no tiene que suceder necesariamente entre neuronas adyacentes, sino que puede ocurrir en células distantes, razón por la cual a veces se describen pacientes con síntomas similares pero con lesiones diferentes (Peña-Casanova, 2007).

Fiez, Balota, Raichle y Petersen (1999) fueron los primeros en utilizar técnicas de neuroimagen funcional para intentar revelar las áreas correspondientes a las vías léxica y subléxica. Mediante el uso de la tomografía por emisión de positrones observaron las áreas de activación cerebral mientras sujetos sanos realizaban una tarea de lectura de palabras de alta y baja frecuencia. Sus resultados revelaron que durante la lectura de palabras de alta frecuencia había una activación en el área temporal superior izquierda, concluyeron que esta área estaría relacionada con la vía léxica. Por otra parte, durante la lectura de palabras de baja frecuencia se mostraba especialmente activa la zona frontal inferior izquierda, los autores relacionaron la vía subléxica con esta área.

En un estudio similar más reciente Fiebach, Friederici, Muller y Von Cramon (2002) pidieron a un grupo de sujetos sanos que realizaran una tarea de decisión léxica, donde al ver una sucesión de letras debían de decretar si esta secuencia era parte o no de una palabra. Utilizando resonancia magnética funcional observaron las áreas de activación cerebral durante la realización de la tarea mientras se les mostraban palabras de alta y baja frecuencia y pseudopalabras, encontrando que las palabras producían mayor activación que las pseudopalabras en la zona occipitotemporal, así como en la circunvolución temporal media del hemisferio izquierdo. Asimismo, las palabras de baja frecuencia y pseudopalabras producían mayor activación en la zona frontal inferior izquierda que las

palabras de alta frecuencia. Estos autores concluyen que la vía léxica inicia en la zona occipitotemporal con el reconocimiento preléxico de las palabras, continúa en la circunvolución fusiforme en donde se procede al acceso léxico, ya que aquí se mostraron diferencias entre el reconocimiento de las palabras y pseudopalabras, y finaliza en la zona temporal media, la cual permite el acceso al significado. En cuanto a la vía subléxica, parece extenderse por la zona frontal inferior izquierda, así como por la ínsula anterior, tálamo y núcleo caudado.

Siguiendo a Cuetos (2010), el procesamiento sintáctico, en comparación con el procesamiento léxico, ocupa un nivel más alto en la jerarquía de procesos que forman la comprensión lectora, sin embargo, ninguno de estos procesos se lleva a cabo de manera independiente durante la lectura de oraciones, la compleja interacción que mantienen ambos procesos ha sido investigada mediante técnicas de neuroimagen funcional.

En uno de los estudios pioneros que se realizaron sobre esta cuestión, Keller, Carpenter y Just (2001) tenían como objetivo investigar cómo los procesos léxicos y semánticos de la lectura surgen de la actividad neuronal de una red específica de regiones cerebrales. En este estudio se utilizó resonancia magnética funcional mientras que sujetos sanos leían una serie de oraciones. Las oraciones que fueron leídas eran manipuladas intencionalmente por los investigadores, modificando el grado de complejidad sintáctica y frecuencia léxica. Ejemplos del tipo de oraciones que se utilizaron en el experimento se describen a continuación:

1. *“El reportero atacó al senador y admitió el error en la reunión”.*
2. *“El reportero que el senador atacó admitió su error en la reunión”.*

3. *“El comentarista atacó al regente y admitió su desliz en el cónclave”*
4. *“El comentarista que el regente atacó admitió su desliz en el cónclave”*

En los primeros dos ejemplos existe una manipulación de la estructura sintáctica, siendo la segunda oración la de mayor complejidad. Por otra parte, en los ejemplos uno y tres, la estructura sintáctica es idéntica, pero la frecuencia de las palabras ha sido manipulada, siendo la oración número tres la de mayor complejidad en el acceso léxico. Finalmente, el ejemplo número cuatro muestra mayor complejidad tanto sintácticamente como en la obtención del acceso léxico, ya que los sustantivos que forman la oración son palabras de baja frecuencia.

Los investigadores reportaron activación en las áreas clásicas del lenguaje perisilvianas del hemisferio izquierdo, además de la activación de la circunvolución angular y supramarginal del lóbulo parietal y las zonas occipitales y temporales inferiores durante las cuatro condiciones experimentales, sin embargo pocas áreas respondieron de manera específica a los cambios en la complejidad sintáctica o a la frecuencia léxica, es decir que ninguna de las áreas parecía estar relacionada de manera exclusiva con alguno de los dos procesos. En contraste, el patrón de activación en la mayoría de las áreas estuvo determinado por la complejidad de la tarea, es decir, mostraron mayor activación cuando las oraciones eran sintácticamente complejas y estaban formadas por palabras de baja frecuencia, esta activación fue desproporcionalmente mayor que en cualquiera de las otras tres condiciones. Cabe señalar que solo las áreas occipitales y temporales inferiores mostraron mayor especificidad durante la condición de frecuencia léxica, esto se debe a que dichas áreas, como ya se ha mencionado, están relacionadas con el procesamiento de la forma visual de la palabra. Por otra parte, las áreas de Broca y Wernicke fueron sensibles

ante el cambio de la complejidad sintáctica, sin embargo, la activación fue mínima en comparación con la activación que mostraron cuando se combinaban los efectos sintácticos y léxicos. Estos resultados sugieren que el procesamiento sintáctico es el resultado de la participación coordinada de diferentes zonas del hemisferio izquierdo, especialmente el área de Broca y área de Wernicke. Además indican que el procesamiento sintáctico no opera de manera independiente, sino que las redes neuronales que lo sustentan se superponen con otras redes relacionadas con otros procesos, como los léxicos (Keller, Carpenter & Just, 2001).

Los autores mencionan que hay dos posibles explicaciones para este fenómeno, 1) si existe cierto grado de especialización cortical para el procesamiento sintáctico y léxico es tan sutil que se encuentra por debajo de la capacidad de resolución de la técnica de neuroimagen utilizada y por eso no fue posible detectarla, o 2) las interacciones recíprocas entre estos dos procesos impiden la detección de tal especialización durante la tarea de comprensión de oraciones escritas. Concluyen entonces que estos dos procesos teóricamente separables son altamente interactivos, dada esta situación, si se presentara una alteración en las demandas en un proceso se alteraría indirectamente las demandas del otro. Es decir, el procesamiento léxico puede contribuir y afectar el procesamiento sintáctico y viceversa. Por ejemplo, la facilidad al acceso léxico de un sustantivo puede influir en la facilidad con la que se le asigna un papel sintáctico a la palabra (Keller, Carpenter & Just, 2001).

En el nivel más alto de la jerarquía de los procesos involucrados en la CL encontramos el procesamiento semántico, esta fase implica la construcción de una representación mental con base al contenido del texto y los conocimientos que el lector

posee. Los correlatos neuronales que sustentan a este proceso han sido poco estudiados en comparación con los procesos léxicos y sintácticos, en parte, esto se debe a la complejidad que involucra la evaluación del modelo de situación. A pesar de esto, los investigadores han encontrado formas ingeniosas de evaluar la comprensión de textos, una de ellas es registrar el uso de inferencias. Como ya se ha mencionado, el papel de las inferencias es de suma importancia para la comprensión del lenguaje escrito, ya que mediante ellas es posible completar información que no se encuentra de manera explícita en la lectura, por lo tanto sirven como enlace entre la información que procede del texto y los conocimientos del lector. Las inferencias que se van construyendo durante la lectura forman parte del modelo de situación, se almacenan junto con el resto de la información leída y permiten dar coherencia global al texto, es por esto que representan una forma fiable de evaluar el procesamiento semántico (Cuetos, 2010).

Ferstl, Guthke y Von Cramon, (2002) evaluaron la habilidad de realizar inferencias en un grupo de pacientes con daño cerebral, la muestra estaba dividida en cuatro grupos, pacientes con daño en el lóbulo temporal izquierdo, pacientes con daño en el hemisferio derecho, pacientes con daño prefrontal izquierdo y pacientes con daño prefrontal bilateral. Un criterio exclusión importante era la presencia de déficits afásicos. La tarea que realizaron consistía en leer dos oraciones y efectuar una inferencia respecto a si había o no conexión entre ambas oraciones. Los resultados mostraron que los pacientes con lesiones temporales izquierdas y los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho no tenían dificultad al realizar la tarea. En contraste, pacientes con daño prefrontal izquierdo y daño prefrontal bilateral exhibieron déficits durante la evaluación, mostrando un porcentaje elevado en la tasa de errores y tiempos de respuesta. Es importante mencionar que dentro

del grupo de pacientes con lesiones prefrontales había quienes presentaban daño en el área prefrontal dorsolateral, la cual está implicada en los procesos ejecutivos de la MT.

En otro experimento similar llevado a cabo por Zalla, Phipps y Grafman (2002), a un grupo de pacientes con daño prefrontal se les leyó una serie de historias, posteriormente debían contestar unas preguntas sobre la narración que habían escuchado, de esta forma los investigadores evaluaban el nivel de comprensión de los pacientes. Los resultados fueron consistentes con los datos reportados en el estudio antes citado, ya que los pacientes con daño prefrontal mostraron un déficit en la capacidad para reconstruir los enlaces secuenciales entre eventos y en elaboración de inferencias.

Desarrollo de la comprensión lectora

El desarrollo de la CL involucra una serie de fases que abarcan desde la adquisición de habilidades superficiales de decodificación, hasta el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas de comprensión de textos. Frith (1985) propone la existencia de una serie de etapas que los niños experimentan durante el aprendizaje de la lectura. Cada una de estas etapas está caracterizada por el uso predominante de una estrategia determinada, que permite al lector acceder al significado de las palabras.

La primera es la *etapa logográfica*, en la cual la palabra se percibe como un todo y se lee sin mediación fonológica, como si fuese una palabra de escritura logográfica, como el chino. En esta etapa la estrategia se basa en un reconocimiento puramente visual de los rasgos gráficos de cada palabra y su asociación mediante la repetición con una palabra ya conocida del léxico oral del lector. Esta estrategia tiene el problema de que solo permite

leer un número relativamente reducido de palabras ya conocidas, además de que el cambio de tipografía puede dar como resultado la incapacidad de descifrar la palabra. Como ejemplo de esta etapa podemos mencionar la capacidad de un niño de cuatro años de reconocer una palabra escrita en mayúsculas que le resulta familiar en un anuncio o cartel; sin embargo si se cambia la tipografía o se escribe en minúsculas la misma palabra es incapaz de reconocerla.

La siguiente es la *etapa alfabética*, la cual establece que los niños a partir de los siete y ocho años ya son capaces de realizar la descodificación fonológica, tras haber aprendido en la escuela las reglas de correspondencia grafema-fonema propias de la lengua. La estrategia alfabética exige asociar unos signos abstractos (letras o grafemas) con unos sonidos concretos (fonemas), e implica la segmentación de las palabras en las unidades que las componen.

Por último, en la *etapa ortográfica*, los lectores adquieren estrategias de reconocimiento directo a partir de la representación ortográfica de la palabra, puesto que el léxico interno ya se ha ido dotando de un gran número de representaciones ortográficas con acceso directo. La estrategia ortográfica implica la utilización de morfemas como la base de transformación de los signos gráficos en palabras con significado.

Aunque Frith (1985) afirma que el desarrollo de la lectura implica el paso obligado de esta secuencia de etapas, no todos los investigadores están de acuerdo con dicha postura, ellos en cambio, sostienen que no existen etapas de paso obligado, sino más bien una serie de fases globales que se corresponden con las estrategias descritas por Frith. Además, argumentan que la estrategia que utilizan los niños al leer, se relaciona más bien con el

método de enseñanza de lectura que están recibiendo en la escuela (García-Madruga, 2006). Este tema que se desarrollará a continuación.

Las habilidades superficiales de descodificación comienzan alrededor de los cinco años, edad en la que generalmente se empieza con la enseñanza formal de la lectura. Estas habilidades involucran el análisis perceptivo mediante el cual se identifican las unidades lingüísticas básicas, letras y palabras, este proceso complejo requiere de un aprendizaje e instrucción específico en la escuela mediante diversos procedimientos, los cuales pueden ser clasificados en *métodos analíticos* y *sintéticos* (Freeman, 1988).

Los *métodos analíticos* sostienen que la instrucción debe de basarse en el conocimiento alfabético de cada una de las letras que constituyen las palabras y en el establecimiento de las correspondencias entre las letras y sonidos que producen el lenguaje oral. Con este procedimiento se busca que el lector sea capaz de segmentar cada palabra en grafemas y encontrarle a cada uno de ellos su fonema correspondiente, para después combinar estos fonemas y formar de nuevo una palabra completa. La desventaja que tienen estos métodos está relacionada con el fastidio que representa para los niños aprender una actividad que carece de sentido para ellos, además de la marcada dificultad que muestran al intentar segmentar adecuadamente las palabras. Sin embargo tienen la virtud de que permiten al niño leer palabras no familiares, incluso desconocidas (Solé, 1999).

Por otra parte los *métodos sintéticos* se centran en el reconocimiento global de palabras sencillas y familiares para los niños. Estos métodos tratan de enseñar directamente a los niños a leer como lo hacen los lectores expertos, que reconocen las palabras directamente, sin necesidad de descodificar todas y cada una de sus letras. La clara

desventaja de estos métodos radica en que los niños podrían verse incapaces de leer palabras no familiares o desconocidas. Dicho lo anterior, parece claro que aunque los métodos sintéticos podrían ser útiles en las primeras fases del aprendizaje de la lectura, una descodificación grafema-fonema es necesaria para un dominio completo de la lectura (Oakhill & Garnham, 1988).

En idiomas transparentes como el español existe una correspondencia directa entre los grafemas y los fonemas, y es por esto que generalmente el método que se utiliza con mayor frecuencia en países de habla hispana es el analítico. El dominio de las reglas de correspondencia grafema-fonema es un conocimiento metalingüístico básico que se desarrolla y adquiere entre los cuatro y ocho años, a partir del lenguaje oral. Otro tipo de conocimientos metalingüísticos que se desarrollan en esta etapa son el conocimiento de la rima, conocimiento silábico y el conocimiento intrasilábico (García-Madruga, 2006).

La capacidad de segmentar las palabras en las unidades básicas que las componen, ya sea en sílabas o fonemas, resulta fundamental durante el aprendizaje de la lectura, debido a que es un conocimiento necesario para la adecuada lectura de un texto. Sin embargo, la segmentación silábica y fonémica no tienen el mismo grado de dificultad, ni tampoco se adquieren a la misma edad. Mientras que a la edad de cuatro y cinco años algunos niños ya son capaces de identificar las sílabas que componen una palabra, les resulta mucho más complicado segmentarlas en fonemas. Así, a la edad de seis años, la gran mayoría de los niños ya habrá adquirido la habilidad para segmentar las palabras en sílabas, mientras que la segmentación fonémica se adquirirá posteriormente. Esto probablemente se debe a que las sílabas siempre tienen un componente vocálico y están

marcadas por los aspectos prosódicos del lenguaje como la acentuación (Webster & Plante, 1992).

A la par que los niños están aprendiendo a leer, también se encuentran en un desarrollo constante de sus habilidades de comprensión y producción del lenguaje. Este progreso en la comprensión general del lenguaje, tendrá una repercusión positiva en la comprensión de textos. Algunos ejemplos de estas habilidades lingüísticas son la adquisición de nuevo vocabulario, la ampliación y matización del significado de palabras que ya se han adquirido y el desarrollo sintáctico, por ejemplo la comprensión de formulaciones gramaticales complejas (Pinker, 2009).

Los primeros años de aprendizaje de la lectura están centrados en la descodificación de textos sencillos de tipo narrativo. Es fundamental que en esta etapa se logre la automatización de procesos superficiales como el reconocimiento de palabras y el acceso léxico, ya que posteriormente el lector se verá obligado a destinar mayores recursos cognitivos a otros aspectos de la lectura. Esta automatización permitirá asignar todos los recursos atencionales y de la MT a procesos directamente relacionados en la comprensión de textos, en vez de utilizarlos en los procesos de descodificación, permitiendo la comprensión de textos más largos y complejos que son utilizados para la adquisición de conocimientos escolares. La práctica lectora es el principal factor que facilita dicha automatización, como consecuencia, la lectura se vuelve más rápida y fluida, y la velocidad se convierte en una buena medida para evaluar las habilidades lectoras de los sujetos (Wimmer, Mayringer & Landerl, 1998).

Como hemos visto hasta ahora, la comprensión del discurso escrito implica una gran complejidad, es por esto que el sujeto debe optimizar sus recursos cognitivos, que son de carácter limitado, y hacer uso de estrategias que le permitan alcanzar sus propósitos. Las estrategias constituyen nuestro conocimiento procedimental sobre como debemos actuar para conseguir de forma óptima nuestros propósitos durante la realización de una tarea cognitiva compleja. En la CL podemos distinguir tres tipos de estrategias principales: *identificación de ideas importantes, realización de resúmenes y estrategia de relectura* (García-Madruga, 2006).

La estrategia de *identificación de ideas importantes* se empieza a manifestar durante el final de la infancia de niños escolarizados, ya que la mayoría de los sujetos la realizarán de manera espontánea y voluntaria durante la adolescencia. Un estudio realizado por Brown y Smiley (1977), donde se les pidió a sujetos entre los ocho y dieciocho años que cursaban su respectivo grado escolar, que distinguieran entre los diferentes niveles de importancia de ideas de un texto, demostró que solo los participantes de mayor edad pudieron distinguir entre los cuatro niveles de ideas principales. Por otra parte, los niños de ocho años no eran capaces de distinguir ninguno de los niveles, los de diez años pudieron distinguir solo el de nivel superior, los participantes de doce años podían distinguir solo entre el nivel superior e inferior. Otro dato importante de este estudio es que una minoría de niños de doce años utilizaba estrategias activas de comprensión de textos, como subrayar o tomar notas durante la lectura, en contraste con la mayoría, que utilizaba estrategias pasivas como releer el texto. Esta minoría que optó por la utilización de estrategias activas obtuvo mejores resultados, además se observó que la utilización de estas estrategias era más frecuente en los grupos de mayor edad.

La estrategia anterior se encuentra relacionada con la *elaboración de esquemas o resúmenes*, ya que para elaborar un buen resumen o esquema, el lector debe identificar primero las ideas principales, para después sintetizar e integrar adecuadamente la información. La utilización adecuada de esta estrategia distingue a los lectores expertos de los lectores menos hábiles. Los datos reportados por Brown, Day & Jones (1983) muestran que en la adolescencia la mayoría de los sujetos realizan adecuadamente resúmenes, integrando activamente las ideas principales del texto con sus conocimientos previos. Asimismo niños entre diez y doce años ya son capaces de realizar resúmenes, sin embargo su estrategia consiste básicamente en copiar literalmente parte del texto (Brown & Day, 1983).

Otra estrategia es la *relectura* que consiste en volver a leer el texto cuando se está consciente de que no se está comprendiendo adecuadamente. Esta estrategia es utilizada tanto por lectores poco hábiles como por lectores expertos. Los lectores poco hábiles la utilizan ya que constantemente pierden el “hilo” semántico que permite conectar unas frases con otras, mientras que los lectores expertos, con el propósito de realizar resúmenes o esquemas, suelen revisar repetidamente el texto. La relectura desempeña un papel importante en el proceso de control y autoregulación de la lectura, ya que permite la evaluación del proceso de comprensión. Esta estrategia se desarrollará entre los once y quince años, a medida de que los sujetos son conscientes de sus problemas de comprensión (García-Madruga, 2006).

La CL es un proceso que envuelve una notable complejidad cognitiva. Conocer los diferentes niveles de procesamiento involucrados en la comprensión de textos y su

desarrollo resulta fundamental para dar explicación a los déficits que los niños en edad escolar presentan durante el proceso de adquisición y consolidación de la lectura.

El resultado del mal funcionamiento de alguno de diferentes procesos involucrados en la CL serían afectaciones con singulares características, y aunque aquí ya se han mencionado los procesos de naturaleza lingüística que se encuentran en estrecha relación con la comprensión de la lectura, cabe resaltar que existen además otros procesos que serían de importante consideración, con especial relevancia mencionamos el papel de *la Memoria de trabajo en la comprensión lectora*. En el capítulo siguiente se presentarán consideraciones fundamentales sobre este tema, además de citar las investigaciones de mayor relevancia en este campo.

Memoria de trabajo y comprensión lectora

Si consideramos que teóricamente, desde el modelo propuesto por Baddeley (1974), la MT es la piedra angular que sustenta un amplio rango de procesos cognitivos, no sería sorprendente esperar que el estudio de esta variable y su papel respecto a otras funciones haya despertado un gran interés por parte de los investigadores en las últimas tres décadas.

Aunque se ha resaltado la importancia de la MT en relación con diferentes procesos fundamentales de la cognición humana como el cálculo, razonamiento y aprendizaje, en este apartado, con especial relevancia, se abordará el tema de “la memoria de trabajo y su papel en la comprensión lectora”.

El papel de la memoria de trabajo en la comprensión lectora

La complejidad del proceso que debe llevarse a cabo cuando se pretende comprender un texto mantiene un vínculo estrecho con la MT. De manera general se podría decir que son tres las funciones principales de la MT en la CL (García-Madruga, 2006). En primer lugar, la interacción entre los diversos subprocesos implicados en la CL es posible gracias a este espacio de trabajo en la mente, en el que se depositan los resultados parciales y finales de cada uno de dichos subprocesos. En segundo lugar, permite realizar la conexión en forma coherente de la información semántica proporcionada por oraciones sucesivas. Por último, la MT, no debe de considerarse sólo como un almacén de información, sino también como una fuente que proporciona los recursos de procesamiento cognitivo necesarios para llevar a cabo complejas computaciones simbólicas requeridas para la CL (García-Madruga & Fernández, 2008).

Por ejemplo, la lectura de palabras individuales, que forma parte del procesamiento léxico como veíamos anteriormente, implica la recodificación de los símbolos escritos en un código fonológico. Por lo tanto el BF tiene un papel crucial para la adecuada comprensión de la lectura, ya que el lector debe de mantener las palabras individuales de una frase en la memoria hasta procesar su estructura sintáctica (Cain, 2006).

Como se mencionaba en el capítulo anterior, al leer un texto, por lo general nuestro objetivo como lector consiste en obtener una interpretación global, y no solo la recuperación del significado de las palabras o frases de manera individual. Por lo tanto, nuestra comprensión de la lectura implica la construcción de un modelo mental (o modelo de situación) coherente e integrado del contenido del texto. El lector, entonces, necesita integrar la información de diferentes oraciones estableciendo coherencia local entre ellas, además de incorporar los conocimientos previos que posee (recuperándolos de la MLP), para así dar sentido a los detalles que se mencionan de manera implícita.

Sin la recuperación de información previamente aprendida, sería imposible alcanzar plenamente la comprensión de un texto (Bishop, 1997), por ejemplo:

Juan estaba en la playa.

Él pisó un vidrio roto.

Él tuvo que ir al hospital.

Para comprender este texto, el lector debe de vincular las sentencias de manera sucesiva, por ejemplo, inferir que “Él” en la segunda oración se refiere al protagonista “Juan”, que fue introducido en la primera oración. Así como completar la información que se

encuentra de manera implícita en el texto con sus conocimientos previos, infiriendo por ejemplo, que Juan caminaba descalzo en la playa, y al pisar el vidrio cortó su pie.

Los procesos necesarios para construir el modelo mental, inclusive de un texto tan corto como el del ejemplo, requieren que el lector mantenga la información que acaba de leer en la MT mientras está siendo procesada junto con la nueva información que está entrando. La información relevante, ya sea que proceda del texto o de los conocimientos del lector, debe de permanecer disponible y accesible. La MT se considera el espacio de trabajo para que se lleve a cabo este proceso. De este modo, la MT sirve como un almacén en donde se guardan las proposiciones más recientes, lo que permite al lector conectar el significado de las oraciones coherentemente. Asimismo, mantiene la información recuperada de la MLP facilitando su integración al modelo mental (Cain, 2006).

Antecedentes en el estudio de la memoria de trabajo y la comprensión lectora

Aunque la MT, según el modelo de (Baddeley & Hitch (1974), resultaría fundamental para la CL, los primeros estudios que intentaron esclarecer esta relación fueron improductivos. Por ejemplo, Perfetti y Goldman (1976) no encontraron diferencias entre los lectores expertos y los lectores menos hábiles al correlacionar habilidades lectoras con tests de memoria de dígitos. Estos autores posteriormente infirieron que no había relación entre memoria de dígitos y las habilidades de lectura (Perfetti & Lesgold, 1977).

Sin embargo, los estudios de Perfetti hicieron un aporte importante. En estos estudios, aunque no se encontró diferencias respecto al rendimiento en las tareas de memoria, se descubrió que los lectores expertos y los lectores menos hábiles mostraban diferencias en una

tarea de discurso (probe discourse task). De estos resultados surgió la idea de que los lectores expertos no se diferenciaban en capacidad de almacenamiento, sino de procesamiento, ya que los resultados sugerían que eran más veloces y eficientes en los procesos de descodificación que los lectores menos hábiles. Teóricamente, al realizar un procesamiento eficaz se dejaría un mayor espacio en la memoria que podría ser utilizado para almacenar los resultados de los procesos de codificación durante la lectura (Richardson, 1996).

Posteriormente los estudios de Daneman y Carpenter (1980) comprobarían lo que Perfetti anteriormente había sugerido. Estas autoras predijeron que los lectores expertos y los lectores menos hábiles mostrarían diferencias en pruebas que exigieran demandas significativas de almacenamiento y procesamiento simultáneo, así que idearon el primer test complejo de MT, el *test de amplitud lectora* (reading span test). En este test los sujetos deben de leer frases en voz alta (procesamiento), mientras intentan recordar la última palabra de cada una de ellas (almacenamiento). El número de frases de cada serie va incrementando, de tal modo que la amplitud o span depende de la cantidad de frases que el sujeto pueda leer, al mismo tiempo que recuerda la última palabra en el orden exacto en que fueron presentadas.

Los resultados de estos estudios pioneros mostraron que los lectores expertos y los lectores menos hábiles no diferían en capacidad de almacenamiento, que fue evaluada con el test de memoria de dígitos y con el test de amplitud de palabras. Sin embargo la eficacia en el almacenamiento y procesamiento simultáneo, medida con el test de amplitud lectora, fue una variable que discriminó entre ambos grupos, mostrando una alta correlación de hasta 0.90 con una de las mediciones de habilidades lectoras.

Memoria de trabajo y comprensión lectora en niños

Existe una fuerte relación entre la capacidad de MT de los niños y su nivel de CL (Cain, 2006). Prueba de esto es que constantemente se han encontrado déficits en la MT en niños con puntajes bajos en pruebas de lectura comprensiva (Yuill, Oakhill & Parkin, 1989). Los resultados de las investigaciones muestran que el rendimiento en tareas que involucran a la MT son fieles indicadores del nivel de CL en los niños, aún cuando se han tomado en cuenta factores como el nivel de vocabulario y la habilidad de lectura de palabras (Cain, Oakhill & Bryant, 2004).

Por lo general estos estudios han incluido pruebas simples de MT (que solo miden almacenamiento), junto con pruebas complejas (que miden almacenamiento y procesamiento simultáneo) con el fin de determinar el papel de los procesos de la MT en la relación con las habilidades lectoras en niños de diferentes grupos de edad. La mayoría de las investigaciones han encontrado que las pruebas simples y complejas se correlacionan entre sí, sugiriendo que ambas evalúan procesos que comparten recursos en común, además de que ambas medidas se correlacionan con los tests de CL (Cain, 2006).

En relación con lo anterior, de Jonge y de Jong (1996) evaluaron las habilidades de MT verbal y la CL en niños de 9 a 11 años. Los niños tuvieron que completar una batería que incluía pruebas simples y complejas. Para evaluar almacenamiento se incluyeron las tareas de amplitud de palabras y memoria de dígitos, mientras que para evaluar el control ejecutivo de la MT se aplicaron pruebas complejas que exigían almacenamiento y procesamiento simultáneo de la información. Los puntajes de las medidas de CL correlacionaron con los de las pruebas complejas y solo con el test de memoria de dígitos,

incluido dentro de las pruebas simples. Cabe resaltar, que en contraste con estos resultados, en los estudios pioneros realizados en población adulta, el test de memoria de dígitos no mostró correlación con la CL.

En otros estudios realizados con población infantil, también se ha encontrado que tanto la capacidad de almacenamiento como el nivel de control ejecutivo de la MT se correlacionan con la CL. Sin embargo, consistentemente con la investigación en adultos, el control ejecutivo mostraba una correlación más fuerte que el almacenamiento con la CL. Adicional a esto, en este estudio además se encontró que el almacenamiento y el control ejecutivo se correlacionaban entre sí (Engle, Carullo & Collins, 1991)

En un estudio similar en donde participaron niños de 9 a 14 años, se encontró que tanto el almacenamiento como el control ejecutivo de la MT mostraban un alto nivel de correlación, entre 0.57 y 0.68 respectivamente, con la CL. El análisis estadístico reveló que el 9% de diferencia entre ambas medidas podía ser explicado por la participación de la función de almacenamiento en la tarea de control ejecutivo de MT que incluye almacenamiento y procesamiento simultáneo (Swanson & Howell, 2001). Asimismo, Gottardo, Stanovich y Siegel (1996) reportaron el mismo patrón en niños de 8 años.

Aunque la evidencia sugiere que el control ejecutivo de la MT y la CL en niños conllevan una estrecha relación, el vínculo entre la capacidad de almacenamiento de la MT y la CL en niños no parece estar del todo esclarecida. En un estudio donde se dividió la muestra entre lectores con un nivel alto y bajo de comprensión Stothard y Hulme (1992) no encontraron diferencia en los grupos respecto al rendimiento de una prueba simple de MT (memoria de dígitos). Asimismo Oakhill, Yuill y Parkin (1986) no encontraron

diferencias entre lectores con niveles altos y bajos de comprensión respecto a su rendimiento en otra prueba simple de MT, amplitud de palabras. Por último, en un estudio donde se evaluó el almacenamiento de la MT a través del recuerdo de letras, no se encontraron diferencias entre los lectores con alta y baja comprensión (Cain, Oakhill & Bryant, 2000).

Tomando en cuenta los estudios mencionados, en conjunto podríamos concluir que las medidas de control ejecutivo de la MT (capacidad de almacenamiento y procesamiento simultáneo) son un buen indicador del nivel de CL en los niños. Sin embargo no ha quedado del todo esclarecido si las medidas de almacenamiento lo son. Así, aunque por un lado hemos visto que algunos estudios han encontrado correlación entre la función almacenamiento de la MT y la CL, vemos por el otro que existe una gran variabilidad entre ellos.

Aunque la evidencia empírica ha demostrado que la CL de los niños está fuertemente relacionada con el control ejecutivo de la MT, se tiene que prestar singular atención al hecho de que dicho lazo entre ambas variables no es ni tan fuerte, ni directo como en el caso de los adultos. Es decir, como veíamos anteriormente, en los estudios con adultos las medidas de control ejecutivo mostraban una correlación con la CL de hasta 0.90 (Daneman & Carpenter, 1980), mientras que en los niños pueden variar entre 0.41 y 0.68 (Seigneuric, Ehrlich, Oakhill & Yuill, 2000; Swanson & Howell, 2001). Es por eso que algunos estudios han incluido la evaluación de otras variables, además de la MT y la CL, considerando la posibilidad de que pueden existir otros factores mediadores que intervienen en dicha relación, entre los cuales se ha considerado la habilidad en la lectura de palabras.

En los niños, la habilidad en la lectura de palabras (procesamiento léxico) y la CL están altamente relacionadas. Las correlaciones caen dentro de un rango entre 0.36 hasta 0.83. Además la habilidad en la lectura de palabras predice mejor el nivel de comprensión lectora en los niños que en los adultos (Gough, Hoover & Peterson, 1996). Esto es de esperarse, ya que en lectores experimentados los procesos superficiales, como la lectura de palabras, alcanzan el grado de automatización. En contraste, en el caso de los niños que se encuentran en el proceso de aprendizaje de la lectura, el grado de comprensión de un texto estará fuertemente relacionado con la eficacia en la lectura de palabras (García-Madruga, 2006).

Sin embargo, no siempre los déficits en la CL pueden ser atribuidos a una deficiente lectura de palabras. Por ejemplo, estudios han revelado que hasta el 10 % de los niños de escuelas británicas presentan pobre CL a pesar de una apropiada habilidad en la lectura de palabras (Stothard & Hulme, 1996; Yuill & Oakhill, 1991).

Teniendo esto en cuenta y con el fin de determinar la relativa importancia de la MT en la CL en niños, se realizó un estudio que controló la variable de lectura de palabras. Se evaluó a niños de 9 años con diferentes pruebas de MT. Dos de las pruebas que se utilizaron requerían el almacenamiento y manipulación de palabras, otras dos requerían el almacenamiento y manipulación de números. Estas pruebas correlacionaron significativamente con el nivel de comprensión lectora, habilidad de lectura de palabras y conocimiento de vocabulario. Análisis posteriores revelaron que las tareas de MT explicaban mejor el rendimiento en las pruebas de CL que la habilidad en lectura de palabras y el vocabulario (Seigneuric et al, 2000)

Consistentes con estos resultados fueron los hallazgos de un estudio longitudinal que fue realizado posteriormente (Cain et al., 2004). En éste fueron medidas diferentes habilidades relacionadas a la lectura, como por ejemplo, precisión en lectura de palabras, habilidad verbal, vocabulario escrito y vocabulario receptivo, así como CL y MT. Como se esperaba las habilidades básicas de lectura y lenguaje se relacionaron significativamente con la CL, sin embargo la MT era la variable que mejor explicaba a la CL.

Posturas teóricas de la memoria de trabajo en la comprensión lectora en niños

Debido a que la relación entre MT y CL en niños no parece ser tan directa, como en el caso de los adultos, diferentes teorías e hipótesis se han propuesto para dar explicación a este particular fenómeno. Las diferentes posturas teóricas respecto a la relación entre MT y CL se describen a continuación.

La hipótesis de la eficiencia verbal

En la hipótesis de la eficiencia verbal (Perfetti, 1985) los problemas en la CL se explican en relación con la habilidad de lectura de palabras. Dado que las habilidades en la lectura en los niños están en desarrollo, su lectura de palabras es menos fluida en comparación con los adultos que son lectores experimentados. De manera general, la hipótesis de la eficiencia verbal postula que inadecuada lectura de palabras podría limitar la comprensión de la lectura.

Como se ha mencionado, la MT es un sistema con capacidad limitada, que almacena y procesa información de manera simultánea. Esto implica que los procesos involucrados

en la lectura de palabras y en la comprensión del texto compiten por los mismos recursos de almacenamiento y procesamiento en la MT.

Una ineficiente lectura de palabras (procesamiento léxico) exigiría entonces una mayor demanda de procesamiento, dejando pocos recursos para ser dedicados al procesamiento de la comprensión del texto (procesamiento semántico). Por ejemplo, una característica de los lectores poco hábiles es el gran esfuerzo y lentitud con el que realizan esta actividad. Una forma de explicar las dificultades que estos sujetos presentan en la CL, sería que al leer lento, la información desaparece antes de ser procesada o integrada al modelo mental.

Limitada capacidad en el procesamiento fonológico.

La idea principal de esta hipótesis es que los lectores poco hábiles son incapaces en establecer o mantener una representación fonológica del texto que leen, debido a deficiencias en el procesamiento (Shankweiler, 1989). Como consecuencia experimentarán dificultades al retener la información en la MCP y por lo tanto también en la comprensión, especialmente en oraciones con estructuras gramaticales complejas que exigen grandes demandas de la MT.

Pobre conocimiento semántico.

Existe una fuerte relación entre el número de palabras que un niño conoce (y sabe su significado) y su nivel de CL (Carroll, 1993). Con base en lo anterior se ha postulado que las dificultades en la comprensión se deben principalmente a la falta de conocimiento semántico (Nation, Adams, Bowyer-Crane & Snowling, 1999). A modo de ejemplo se podría mencionar que si un sujeto desconoce el significado de palabras clave en un texto, enfrentaría un importante obstáculo para alcanzar la comprensión. La forma de explicar el

vínculo entre el conocimiento semántico y la CL estaría en relación con el supuesto de que los niños con mayor conocimiento semántico cuentan con mayores representaciones en la MLP que son activadas en la MT, facilitando el procesamiento de la lectura.

Déficits en procesos cognitivos superiores.

En contraste con las otras posturas teóricas, se ha planteado que existen problemas específicos en la CL que no pueden explicarse por la ineficiencia en la lectura de palabras, por baja capacidad en la MCP o por la falta de conocimiento semántico (Cain et al., 2004). Supuestamente, sujetos con problemas específicos en la CL tendrían déficits en procesos de alto nivel que comprometerían la construcción de la representación del significado del texto. Por ejemplo, los sujetos con dificultades para realizar inferencias (Cain, 2006).

En un experimento que investigaba la realización de inferencias y la CL en niños, se les enseñó a lectores expertos y lectores menos hábiles una serie de hechos acerca de un planeta imaginario hasta que los recordaran perfectamente. Después los niños tenían que leer una historia de la que podían extraerse inferencias basadas en los conocimientos previamente aprendidos. De esta manera el lector tenía que integrar la información del texto con la información que poseía. El hallazgo principal fue que los lectores poco hábiles realizaban menos inferencias que sus pares calificados, a pesar de que ambos contaban con la información base necesaria para realizarlas (Cain, Oakhill, Barnes & Bryant, 2001)

Aunque hacen falta más investigaciones sobre la MT y realización de inferencias en lectores poco hábiles, se ha sugerido que la MT cumple un papel importante dentro de esta relación. Cain (2006) propone, por ejemplo, que entenderemos el rol que juega la MT considerándola como un punto de encuentro donde se unifica de manera organizada y

coherente la nueva información con los conocimientos previos del lector, de tal modo que las inferencias serían el resultado de este proceso de integración.

Procesos inhibitorios débiles.

Según esta postura, los individuos con débil MT serían menos eficientes en la regulación del nivel de activación de contenidos en la memoria (de Beni, Palladino, Pazzaglia & Cornoldi, 1998). Esta regulación implicaría mantener activa la información actualmente relevante, reducir la activación de información que ha dejado de serlo y prevenir la entrada de información innecesaria o irrelevante a la MT. Debido a que la eficiencia en el mantenimiento, procesamiento y actualización es crucial para la construcción del modelo mental, se ha propuesto que los déficits inhibitorios podrían afectar la comprensión (Cain, 2006).

La evidencia que apoya esta hipótesis se desprende de investigaciones de MT y CL realizadas en niños. En ellas se ha encontrado que los lectores poco hábiles tienden a cometer errores cualitativamente diferentes que los lectores experimentados. Por ejemplo, se ha visto que los lectores menos hábiles cometerán un mayor número de intrusiones en las pruebas de amplitud lectora (reading span) y amplitud de escucha (listening span) (de Beni & Palladino, 2000).

Problema de investigación

Planteamiento del problema

La memoria de trabajo (MT) es considerada como una función cognitiva esencial que sustenta a un amplio rango de procesos mentales como el razonamiento, la comprensión y el aprendizaje (Baddeley, 2003). Este concepto teórico hace referencia a un sistema de memoria a corto plazo con capacidad limitada que además de *almacenar, procesa* información de manera simultánea (Bayliss, Jarrold, Baddeley & Gunn, 2005). La capacidad de almacenamiento se refiere a la amplitud o cantidad de información que el sujeto puede guardar temporalmente, mientras que el procesamiento involucra a todas las funciones cognitivas relacionadas con el control ejecutivo, como la supervisión y manipulación de la información, dirección de la atención, búsqueda, comparación, actualización, inhibición y monitoreo (Oberauer et al., 2003). Siguiendo el modelo de Baddeley y Hitch (1974), la MT está formada por tres componentes: el Bucle Fonológico (BF), la Agenda Visoespacial (AV) y el Ejecutivo Central (EC). Los primeros dos componentes son quienes se encargan del proceso de almacenamiento, son considerados como subsistemas esclavos que guardan información audioverbal, en el caso del BF, y visoespacial, en el caso de la AV (Baddeley & Logie, 1999). Por otra parte, el EC es quien está a cargo del procesamiento de la información, es considerado como un centro de control con capacidad limitada de recursos que coordina los dos almacenes de memoria. Las manipulaciones del EC incluyen agregar y borrar elementos de los almacenes, reordenarlos, la actualización de la información y la selección e inhibición de estímulos (Gluck et al., 2009).

Las funciones que realizan los componentes de la MT pueden ser evaluadas mediante tareas simples y complejas. Las primeras miden la capacidad almacenamiento (span), y consisten en pedirle al sujeto que recuerde una serie de estímulos, ya sean números, palabras o elementos visuales (Pickering, 2006). De esta manera se puede evaluar el span de información que los almacenes de la MT pueden guardar. Las pruebas de span de dígitos y span de palabras son ejemplos de tareas simples que evalúan la capacidad de almacenamiento audioverbal del BF, mientras que el test de cubos de Corsi es una tarea simple que permite evaluar la capacidad de almacenamiento de la AV. Las tareas complejas, por otra parte, involucran el almacenamiento y procesamiento simultáneo de la información, por lo tanto permiten medir la capacidad de almacenamiento en función del control ejecutivo, es decir, evalúan el control que ejerce el EC sobre los dos almacenes de memoria a corto plazo (Pickering, 2006). Un ejemplo de tarea compleja es el span de dígitos en orden inverso, en esta tarea el sujeto debe almacenar una serie de dígitos al mismo tiempo que reordena la secuencia de manera inversa a como fue presentada

Al comparar el desempeño en tareas simples y complejas de MT podemos diferenciar entre la cantidad de información que se puede almacenar y el control que se tiene para sostener y manipular dicha información. Así, un sujeto con un span de dígitos en orden directo de 7 y un span de dígitos en orden inverso de 2, posee una capacidad de almacenamiento promedio, pero un bajo control ejecutivo. Este déficit en el control ejecutivo es lo que está afectando su capacidad de almacenamiento durante la tarea compleja. Lo que quiere decir que, aunque esta persona tenga una capacidad normal de almacenamiento, probablemente presente dificultades para sostener activamente la información y ser más propenso a perderla debido a la distractibilidad.

Entender la relación que la MT mantiene con otros procesos de orden superior, particularmente con la comprensión lectora (CL), ha sido un tema de gran interés para la psicología cognitiva y otras disciplinas aledañas. Los estudios pioneros que investigaron dicha relación en población adulta mediante el uso de tareas simples, no lograron encontrar evidencia que vinculara a estas dos variables (Perfetti & Goldman, 1976). Sin embargo, no fueron del todo improductivos, ya que a partir de estos primeros hallazgos surgió la hipótesis de que tal vez los lectores expertos y los lectores menos hábiles no se diferenciaban en términos de capacidad de almacenamiento, sino en relación a la capacidad de procesamiento. Dicha hipótesis recibiría sustento empírico posteriormente (Richardson, 1996).

Daneman y Carpenter (1980) fueron los primeros en idear un test más adecuado para estudiar la relación entre MT y CL. Llamaron a esta prueba *reading span test*, la cual consiste en leer series de frases en voz alta y tratar de recordar la última palabra de cada una de ellas. Por lo tanto, se trata de una tarea compleja. Utilizando esta herramienta, los autores encontraron que en los adultos existía una fuerte relación entre la MT y la CL. Asimismo, empleando una tarea simple de MT (span de dígitos en orden directo), se confirmaron los resultados del experimento anterior, que señalaban que la capacidad de almacenamiento audioverbal por sí misma no se encuentra relacionada significativamente con el nivel de CL. Estos resultados respaldaban la hipótesis anteriormente planteada; el control ejecutivo de la MT podía explicar las diferencias entre lectores experimentados y lectores menos hábiles.

Por otra parte, los estudios que han investigado la relación de la MT y CL en población infantil han arrojado datos inconsistentes. Algunos de ellos han encontrado que

en los niños, tanto la capacidad de almacenamiento audioverbal como el control ejecutivo de la MT, son buenos indicadores del nivel de CL (de Jonge & de Jong, 1996; Engle et al., 1991; Gottard et al., 1996; Swanson & Howell, 2001). En contraste, otras investigaciones realizadas en la misma población han hallado resultados similares a los encontrados en población adulta, notando que únicamente el control ejecutivo de la MT está relacionado con el nivel de CL y no la capacidad de almacenamiento audioverbal (Cain., 2000; Oakhill, Yuill & Parkin, 1986; Stothard & Hulme, 1992).

La comparación entre los estudios que han utilizado población infantil y población adulta han permitido distinguir que, en el caso de los niños, la relación entre la MT y la CL no es tan fuerte como en el caso de los adultos, ya que en estos últimos se han encontrado correlaciones de hasta de 0.9 (Daneman & Carpenter, 1980), mientras que en el caso de los niños las correlaciones varían entre 0.41 y 0.68 (Seigneuric et al., 2000; Swanson & Howell, 2001). Se ha planteado entonces que otros factores, como las habilidades básicas de la lectura (precisión y velocidad en la lectura de palabras), pueden explicar mejor que la MT las diferencias entre los lectores expertos y los lectores menos hábiles en población infantil (Cain, 2006). Sin embargo, investigaciones más recientes que han explorado esta hipótesis alternativa señalan que aunque las habilidades básicas de la lectura son importantes para la CL, las medidas de MT muestran correlaciones más altas (Cain et al., 2004; Seigneuric et al., 2000).

Además de las interrogantes que se generan a partir de los estudios antes citados, existen dos aspectos relevantes que deben de ser tomados en consideración respecto a la investigación de la relación entre la MT y CL en los niños. El primero es que no se sabe con certeza el papel que juega la AV en la CL, ya que esta variable ha sido pobremente

estudiada. De los estudios citados solamente el que realizó Seigneuric et al, (2000) reporta haber evaluado la capacidad de almacenamiento visoespacial, encontrando que no existe relación entre esta función y la CL. Teóricamente, la AV podría desempeñar un papel importante en relación con la CL, particularmente durante los primeros años de adquisición de la lectura, cuando los niños deben de memorizar las formas visuales de las letras del alfabeto (grafemas) y relacionarlas con su sonido correspondiente (fonema).

El segundo aspecto que debe ser tomando en cuenta con particular relevancia es la variabilidad en los métodos con los que se ha evaluado la CL en los estudios que buscan vincular esta variable con la MT. Por lo general al evaluar CL se han utilizado frases o relatos que los sujetos deben de leer y posteriormente se les hace cuestionamientos sobre el contenido explícito del texto. Aunque de esta manera podemos obtener datos valiosos sobre el funcionamiento de los procesos superficiales relacionados con la CL, por ejemplo el nivel léxico (identificación de letras y palabras) y el nivel sintáctico (comprensión de oraciones), esto no es suficiente, ya que se deja de lado el aspecto fundamental de la lectura, la comprensión del significado del texto en un sentido amplio. Esta comprensión se relaciona con el procesamiento semántico, el cual involucra la construcción de una representación mental donde el contenido del texto se une con los conocimientos que el lector posee. Por lo tanto, una manera más adecuada de evaluar la CL es cuestionando al lector sobre información que se encuentra implícitamente en el texto, de esta manera el sujeto deberá inferir la información faltante, haciendo uso de sus conocimientos generales del mundo. Al evaluar la CL mediante la capacidad del sujeto de hacer uso de las inferencias podemos asegurarnos que el lector ha unido la información que proviene del texto con sus propios conocimientos, alcanzando una verdadera comprensión, a diferencia

de cuando se evalúa mediante cuestionamientos explícitos del texto, situación en la que el sujeto puede memorizar literalmente sin necesariamente comprender lo que ha leído (Cuetos, 2010).

Con base en esta falta de claridad respecto a la relación entre MT y CL y las diferentes formas en que se ha evaluado esta última en los niños, el presente estudio intenta aportar evidencia en torno al papel que desempeñan los componentes de la MT en la CL en niños de 11 a 12 años, a partir de la utilización de tareas simples y complejas para evaluar la MT, además de una medida estandarizada de CL que evalúa este proceso mediante preguntas que no se encuentran explícitamente en el texto, sino que necesitan de un proceso inferencial por parte del lector para ser contestadas correctamente. La propuesta de este trabajo consiste entonces en utilizar tareas simples y complejas para diferenciar si el almacenamiento por sí mismo, el control ejecutivo en relación con el almacenamiento o ambos se relacionan con el nivel de CL en niños de 11 a 12 años, ya que los estudios que han investigado esta cuestión han sido inconsistentes. Por otra parte, la utilización de tareas simples de MT que evalúan la capacidad de almacenamiento visoespacial aportarán evidencia respecto a si este proceso se encuentra ligado o no con la CL en niños de 11 a 12 años, cuestión que ha sido pobremente estudiada. Por último, la medición de la CL mediante la evaluación de la capacidad de los sujetos de hacer uso de las inferencias, permite una mayor distinción entre los procesos de comprensión de textos y memorización literal, por lo tanto esta metodología podría aportar nuevos datos respecto a la relación de la MT y la CL.

Desde este abordaje se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿de qué forma se relacionan los componentes de la MT con la CL en niños de 11 a 12 años? Esta pregunta podría precisarse de la siguiente forma: ¿la capacidad de almacenamiento del BF está relacionada con el nivel de CL en niños de 11 a 12 años, o solo el control del EC?, ¿existe relación entre la capacidad de almacenamiento de la AV y el nivel de CL en niños de 11 a 12 años? ¿prevalecerá la relación encontrada en otros estudios entre MT y CL utilizando la capacidad del lector de realizar inferencias como medida de CL?

Objetivos

Objetivo general

Analizar la relación entre los componentes de la MT y la CL en niños de 11 a 12 años.

Objetivos específicos

- Identificar si la capacidad de almacenamiento del BF, el nivel de control del EC o ambos procesos se encuentran relacionados con el nivel de CL en niños de 11 a 12 años.
- Analizar si existe relación entre la capacidad de almacenamiento de la AV y el nivel de CL en niños de 11 a 12 años.
- Evaluar si existe relación entre los componentes de la MT y el nivel CL en niños de 11 a 12 años utilizando la capacidad del lector de realizar inferencias como medida de CL.

Hipótesis

Con base en la literatura revisada, la cual señala que las diferencias individuales respecto al nivel de CL en niños se pueden explicar a partir del control que ejerce el EC en los almacenes de memoria, y no en la cantidad de información que estos últimos pueden guardar, se espera que:

- El nivel de control del EC se relacione positivamente con el nivel de CL.
- La capacidad de almacenamiento del BF y la AV no se relacione de manera significativa con el nivel de CL.
- Que exista relación entre la MT y el nivel de CL incluso utilizando la capacidad del lector de realizar inferencias como medida de CL

Justificación

El aprendizaje de la lectura es una habilidad altamente valorada dentro de las sociedades alfabetizadas. Durante los primeros años de escolarización los planes de estudio están enfocados mayoritariamente en el aprendizaje de dicha habilidad o con otras actividades relacionadas a ella. Constantemente se realizan importantes esfuerzos por parte de los profesores y otros profesionales vinculados con la educación para identificar a los niños que están en riesgo de presentar problemas relacionados a la lectura, teniendo como objetivo ofrecer apoyo escolar o educación especial para aquellos alumnos que se han quedado rezagados en sus programas académicos (de Jonge, 2006). En las últimas décadas las sociedades desarrolladas se han preocupado en buscar que en las escuelas no solo se enseñe al estudiante a leer, sino que también han decidido implementar estrategias que permitan el desarrollo de alumnos que puedan comprender y emplear la información

impresa y escrita para acceder al conocimiento y hacer uso práctico de él, impulsar su potencial personal y participar activamente en la sociedad. En este sentido se puede diferenciar a las sociedades preocupadas por erradicar únicamente el analfabetismo, en comparación con aquellas que además muestran preocupación por erradicar el analfabetismo funcional. Notando entonces una diferencia fundamental, ya que, aunque estos dos términos guardan cierta similitud, tienen implicaciones ampliamente diferentes. Así, encontramos que el analfabetismo se refiere a los sujetos que no saben leer, mientras que el analfabetismo funcional se refiere a quienes no comprenden de manera eficiente lo que han leído (Viswanathan & Gau, 2005).

Son ampliamente reconocidos los efectos negativos que acarrearán el analfabetismo, analfabetismo funcional y los déficits en la lectura, tanto en el individuo como en la sociedad, especialmente en nuestro contexto actual, que demanda de ciudadanos con mayor educación, más críticos, y con mayores habilidades y competencias para enfrentar a los cambios futuros derivados de las nuevas circunstancias mundiales, como la globalización, la regionalización económica y el desarrollo tecnológico. Estos cambios han dado paso a la denominada “sociedad de la información y el conocimiento” en donde la aparición de nuevas tecnologías como los ordenadores están permitiendo comprimir toda clase de información en formatos digitales para su difusión masiva a través del internet (Gutierrez-Valencia, 2005). En este escenario, la lectura y la adecuada comprensión de los diversos materiales escritos son la llave de acceso para introducirnos a esta nueva era, en virtud de que la lectura comprensiva nos permite conocer, analizar, construir y reconstruir los saberes de la humanidad. Desde ésta perspectiva, la CL desempeña un papel estratégico en el desarrollo de las sociedades.

Encontrar los métodos óptimos de enseñanza de la lectura, el éxito en la identificación temprana de los problemas en la comprensión lectora, además de los métodos de corrección y apoyo académico para dichos problemas dependen, al menos en parte, de los conocimientos que se tengan respecto los procesos cognitivos asociados con el desarrollo normal de los procesos lectores, incluyendo la comprensión (de Jonge, 2006). En este sentido, está ampliamente documentado que a la CL subyace un proceso fundamental; la MT, el cual permite entre otras cosas el mantenimiento, ordenamiento coherente y encadenamiento de las ideas provenientes del texto, la recuperación y activación de información a largo plazo relevante a la lectura y la inhibición de ideas, conocimientos irrelevantes y estímulos distractores externos (García-Madruga & Fernández, 2008).

Acorde a lo anteriormente planteado podríamos afirmar entonces que la importancia del presente trabajo gira en torno a que los conocimientos que se deriven de mismo permitirían un mayor entendimiento de la relación que mantiene la CL con otros procesos cognitivos básicos, particularmente la MT. A su vez, esto facilitaría la fundamentación de la práctica del profesional interesado en realizar programas de corrección de los déficits en la comprensión lectora, la utilización de herramientas de evaluación más apropiadas para medir estos dos procesos, la realización de programas de prevención, además de la identificación temprana de sujetos con la posibilidad de desarrollar déficits en la CL utilizando pruebas de MT como instrumentos de tamizaje.

Método

Enfoque y diseño de investigación

Investigación cuantitativa no experimental transversal correlacional-causal.

Participantes

En este estudio participaron 40 niños (19 hombres y 21 mujeres) que cursaban 6° de primaria en una escuela pública del Distrito Federal, con un rango de edad entre 11 y 12 años. La selección de los participantes se realizó por método no probabilístico. A los participantes y sus tutores se les explicó los objetivos del estudio, además de las actividades a realizar y el tiempo aproximado de la evaluación. Asimismo, se les garantizó que los datos obtenidos serían confidenciales y que tenían el derecho de recibir los resultados de las pruebas aplicadas. Los participantes proporcionaron su consentimiento verbalmente, mientras que a sus tutores se les pidió entregar un consentimiento por escrito y proporcionar información relevante respecto al desarrollo de los participantes, para este propósito se les solicitó contestar un cuestionario de antecedentes neurológicos y psiquiátricos (Salvador, Galindo & Cortés, 1996). La evaluación de los sujetos se llevó a cabo entre noviembre del 2012 y mayo del 2013.

Criterios de inclusión

- Cursar el grado correspondiente según la edad
- Tener como lengua materna el español

Criterios de exclusión

- Padecer alguna enfermedad neurológica o psiquiátrica
- Antecedentes de problemas de aprendizaje
- Presentar necesidades educativas especiales.
- Contar con incapacidad motriz que pudieran impedir al niño realizar las pruebas
- Contar con algún déficit sensorial (visual o auditivo) no corregido

Criterios de eliminación

- No concluir con la evaluación

Contexto

Este estudio se realizó en una escuela primaria pública de la Delegación Venustiano Carranza. La delegación Venustiano Carranza se encuentra en la zona centro-oriente de la Ciudad de México. Colinda al norte con la delegación Gustavo A. Madero, al poniente con la delegación Cuauhtémoc, al sur con la delegación Iztacalco y al oriente con el Estado de México. Cuenta con una superficie de 33.42km², lo que representa el 2.24% de la superficie total del Distrito Federal. La delegación cuenta con un total de 70 colonias, conformadas a su vez por 3,220 manzanas. De acuerdo con el censo realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la población existente es de 430, 978 habitantes (Delegación Venustiano Carranza, 2011).

En lo referente al perfil educativo de la población, las cifras del II Censo de Población y Vivienda 2005, muestran que el 13.4% completó la primaria, el 18.3% la secundaria, el 18% la educación media superior, mientras el 16.4% cuenta con instrucción de nivel superior, éste último representa el 4.8% del total del Distrito Federal. Sólo el 2% se

encuentra en condiciones de analfabetismo, lo cual indica que no es un problema grave en la Delegación (Piña, 2009).

Escenario

Se trabajó en una escuela primaria pública en el turno matutino durante el ciclo escolar 2012-2013, la cual contaba con tres grupos de sexto grado conformados por 40 estudiantes en promedio. De estos tres grupos se obtuvo la muestra del presente estudio. El personal educativo de la primaria contaba con tres docentes que se encontraban frente a los grupos de sexto, un profesor de educación física, cuatro profesoras de apoyo en dirección y el director encargado de la institución, la escuela cuenta con servicio de USAER. Las instalaciones con las que contaba la escuela eran: 18 salones de clases, dos baños para alumnos (niños y niñas), dos baños para profesores, una sala de cómputo, una dirección, una bodega y el aula de USAER.

Instrumentos

Cuestionario de antecedentes neurológicos y psiquiátricos

Este es un cuestionario propuesto por Salvador & Galindo (1996) consta de una serie de 10 preguntas abiertas en relación a los participantes que incluyen: datos personales del niño como la fecha de nacimiento, la edad, el grado escolar que cursa, el género y la fecha de aplicación; cuestionamientos acerca del periodo pre y perinatal, así como antecedentes neurológicos, alteraciones conductuales y dificultades de aprendizaje.

Pruebas de memoria de trabajo

Se utilizaron siete pruebas de MT, cuatro de ellas son pruebas simples que solo evalúan capacidad de almacenamiento, mientras que las tres restantes son pruebas complejas que evalúan la capacidad de almacenamiento en función del control ejecutivo (Baqués & Sáiz, 1999).

Pruebas simples

Para evaluar la capacidad de almacenamiento se seleccionaron cuatro pruebas con características diferentes. Las primeras dos son pruebas que evalúan la capacidad de almacenamiento audioverbal, mientras que las dos pruebas restantes evalúan la capacidad de almacenamiento visoespacial. Asimismo, tanto pruebas audioverbales como visoespaciales están compuestas por estímulos diferentes. A continuación se realiza una descripción de cada una de ellas.

Retención de dígitos en orden progresivo WISC-R (Wechsler, 1974)

Evalúa la capacidad de almacenamiento fonológico de la MT. En esta prueba el evaluador debe de leerle al niño una serie de dígitos, diciendo un número por segundo, después deberá hacer una pausa y esperar a que el niño responda. El niño deberá de repetir la serie en el mismo orden que le fue leída. La cantidad de dígitos de cada serie aumentará progresivamente, de manera que la capacidad de almacenamiento estará determinada por la cantidad de números que el niño pueda retener. Cada serie cuenta con dos ensayos, si el niño recuerda correctamente uno o ambos ensayos se le leerá la serie siguiente.

Word span test (Daneman, 1980)

Mide la capacidad de almacenamiento de información verbal de la MT. La tarea guarda una gran similitud con la prueba de retención de dígitos en orden progresivo, con la diferencia de que el material presentado al sujeto será una serie de palabras en lugar de una serie de dígitos. La administración es equivalente a la de retención de dígitos, se lee una palabra por segundo y se hace una pausa esperando la respuesta del niño. En esta tarea también incrementará el número de elementos de cada serie y la capacidad de almacenamiento será establecida de acuerdo a la cantidad de palabras que el sujeto pueda recordar en el mismo orden que le fueron leídas.

Cubos de Corsi (Corsi, 1972)

Esta prueba evalúa la capacidad de almacenar una secuencia de movimientos espaciales en un orden específico. El material de este test se compone de nueve cubos de madera que se encuentran desigualmente distribuidos sobre un tablero plano. Los cubos se encuentran numerados del lado del experimentador para facilitar su identificación y registro, sin embargo, desde la vista del sujeto se observan los nueve cubos del mismo color sin ninguna numeración. Inicialmente el examinador toca dos cubos, uno por segundo, estableciendo una secuencia que el sujeto debe copiar. La dificultad al realizar esta tarea incrementa progresivamente al aumentar el número de cubos tocados, haciendo que las secuencias sean cada vez más largas y difíciles de recordar para el sujeto. Se determina la capacidad de almacenamiento espacial en función de la longitud de la secuencia que el sujeto fue capaz de repetir en orden correcto.

Visual patterns test (Della-Sala, 1996)

Esta prueba mide la capacidad de almacenamiento visual, en ella se le muestran al sujeto matrices en las cuales la mitad de las celdas están llenas y la otra mitad vacías. Una vez observada, se retira la matriz y se le da una nueva que se encuentra completamente vacía, el sujeto entonces debe de recordar cuales celdas estaban llenas en la matriz que se le mostró con anterioridad. La prueba comienza con una matriz de 2x2 e incrementa progresivamente hasta que el sujeto falla en dos intentos seguidos.

Pruebas complejas

Se seleccionaron tres pruebas complejas constituidas por diferentes estímulos; dígitos, en el caso de las primeras dos pruebas, y palabras, en el caso de la última. Además, la modalidad de aplicación de estas pruebas es distinta. En el caso de la primera prueba la modalidad es de escucha, en tanto que la modalidad de las últimas dos pruebas es de lectura.

Retención de dígitos en orden inverso WISC-R (Wechsler, 1974)

Evalúa la capacidad de almacenamiento en función del control ejecutivo para información fonológica de la MT en modalidad de escucha. Similar a la prueba de retención de dígitos en orden progresivo se lee una serie de dígitos que el niño tendrá que recordar, sin embargo, en esta ocasión el niño deberá manipular la información mentalmente, de manera que deberá decir la serie en orden inverso a como le fue leída. Al igual que en la tarea de retención de dígitos antes mencionada, la cantidad de números incrementará progresivamente, y la capacidad de almacenamiento y procesamiento simultáneo estará determinada por la cantidad de números que el niño pueda recordar y decir en orden inverso.

Working memory digits (Yuill, 1989)

Evalúa la capacidad de almacenamiento en función del control ejecutivo de la MT para información fonológica en modalidad de lectura. La tarea consiste en que el sujeto debe de leer en voz alta una serie de tres dígitos de una lámina que se le mostrará, posteriormente se le presentará una nueva lámina con otra serie de tres dígitos que también deberá leer. Después, una vez retirado el estímulo, se le pedirá que recuerde el último número de cada lámina que se le mostró. El número de láminas que se le presentarán incrementará progresivamente, empezando por dos láminas. La capacidad de almacenamiento y procesamiento simultáneo estará determinada según la cantidad de números que pueda recordar en el mismo orden que se le enseñaron.

Reading span test (Daneman, 1980)

Mide la capacidad de almacenamiento en función del control ejecutivo de la MT para la información verbal que es leída. En este test se le pide al sujeto que lea una serie de oraciones en voz alta, una vez retirado el texto, el sujeto deberá de recordar la última palabra de cada oración en el orden que se le mostraron. La cantidad de oraciones que forman las series irá en incremento progresivo, de tal manera que el sujeto deberá recordar mayor cantidad de palabras en cada serie. La cantidad de palabras que se logren recordar en el orden exacto en que fueron mostradas determinará la capacidad de almacenamiento y procesamiento simultáneo de la MT.

Pruebas de comprensión lectora

Para evaluar la CL se eligieron tres subescalas de la *Batería de evaluación de los procesos lectores PROLEC-R* (Cuetos, 2007). La PROLEC-R proporciona medidas del desarrollo

lector de niños que cursan la educación básica que se encuentran en un rango de edad entre los 6 y 12 años. Incluye escalas que valoran el procesamiento léxico, sintáctico y semántico, determinando en qué nivel existen dificultades. Asimismo, permite medir los procesos cognitivo-lingüísticos, tanto de decodificación como de comprensión, implicados en la lectura. A continuación se describen las subpruebas utilizadas.

Lectura de palabras

Esta prueba permite la valoración del procesamiento léxico en la lectura. Como su nombre lo indica, la tarea consiste en la lectura de palabras, para su aplicación el evaluador muestra una lámina con una lista de cuarenta palabras que el sujeto debe leer en voz alta. Esta lista tiene la característica de contener palabras con diferente frecuencia léxica y composición silábica, por lo tanto permite medir el efecto de frecuencia, longitud y complejidad. Para su calificación se toma en cuenta la velocidad y precisión de la lectura.

Estructuras gramaticales

Evalúa el procesamiento sintáctico mediante la lectura de dieciséis oraciones y su posterior correspondencia gráfica. En esta tarea el evaluador mostrará una lámina con una oración y cuatro imágenes, entonces le pedirá al sujeto que lea la oración y la relacione con la imagen que le corresponde, y así demostrar que ha comprendido su significado. Las láminas contienen tres imágenes que funcionan como distractores y una imagen que representa correctamente el significado de la oración. Las oraciones que deben leerse cuentan con diferente nivel de complejidad sintáctica, incluyendo oraciones pasivas y oraciones de relativo.

Comprensión de textos

Esta prueba permite la valoración del procesamiento semántico mediante la lectura de cuatro textos, dos narrativos y dos expositivos, de diferente longitud. En esta tarea el sujeto deberá extraer el significado de los textos e integrarlos a sus conocimientos previos. Una vez que se han leído los textos, los sujetos deberán de responder a cuatro preguntas inferenciales, es decir, preguntas de información que no se encuentra explícitamente en el texto, sino que puede deducirse mediante la integración de información proveniente del texto e información proveniente de los conocimientos previos del sujeto.

Variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Dimensiones	Instrumentalización	Tipo de variable	Indicador	
Memoria de trabajo	Capacidad de almacenamiento del bucle fonológico	Pruebas simples	Retención de dígitos (orden progresivo) Word span test	Independiente Intervalo Continua Cuantitativa Atributiva	Puntuación directa de la prueba
	Capacidad de almacenamiento de la agenda visoespacial		Cubos de Corsi Visual patterns test		
	Nivel de control del ejecutivo central.	Pruebas complejas	Retención de dígitos (orden inverso) Working memory digits Reading span test		
Comprensión lectora	Procesamiento léxico	PROLEC-R	Lectura de palabras	Dependiente Intervalo Continua Cuantitativa Atributiva	Puntuación directa de la prueba
	Procesamiento sintáctico		Estructuras gramaticales		
	Procesamiento semántico		Comprensión de textos		

Definiciones conceptuales

Memoria de trabajo: este concepto teórico hace referencia a un sistema de memoria con capacidad limitada, que mantiene y almacena información temporalmente y sustenta los procesos del pensamiento humano, proporcionando una interfaz entre percepción, memoria a largo plazo y acción (Baddeley, 2003)

Comprensión lectora: es la capacidad de transformar signos gráficos en fonemas, interpretar de manera adecuada los signos de puntuación, asignar correctamente los papeles sintácticos a cada una de las palabras de la oración, realizar las correspondientes inferencias, extraer el significado del texto e integrarlo en la memoria para su uso posterior, y cuya finalidad es llegar a comprender lo leído (Cuetos, 2010)

Procedimiento

La aplicación de todas las pruebas se llevó a cabo de manera individual. El evaluador se presentó con los maestros a cargo de cada grupo, solicitando su cooperación, se pidió autorización para que algunos de sus alumnos participaran en este estudio, informándoles que tendrían que salir de clase para la aplicación de algunas pruebas. Además se explicó la forma en que se llevaría a cabo la evaluación y los objetivos e importancia del presente estudio.

Una vez que a los alumnos se les autorizaba salir del salón de clase para participar en la investigación, se dirigían al salón de cómputo para ser evaluados. Este espacio era un lugar bien iluminado, con ventilación adecuada que contaba con mesas, sillas y equipo de

cómputo. El evaluador dedicó un tiempo razonable para establecer rapport con el niño y explicarle en que consistirían las tareas que realizaría. Una vez que el niño se encontraba más relajado y había entendido las instrucciones de las pruebas se accedía a la evaluación. Siempre se utilizaron ejemplos antes de la aplicación de las diferentes pruebas, una vez que el evaluador se aseguraba que el participante había respondido correctamente al ensayo de ejemplo se podía iniciar con la aplicación del instrumento.

El tiempo de aplicación promedio para las pruebas de MT variaba entre 25 y 35 minutos, según las destrezas del participante. En cuanto a las pruebas de CL, su tiempo promedio de aplicación variaba entre 35 y 45 minutos. Durante distintos momentos de la evaluación se verificó la actitud del participante hacia las pruebas, asimismo que no se encontrara agotado o fastidiado, preguntándole sobre su estado de ánimo y acerca de la dificultad o facilidad de las pruebas. Por lo general todos los participantes se mostraron cooperativos y entusiasmados ante la evaluación.

Primero, en un horario entre 8:30 am a 10:30 am, se aplicaron las pruebas de MT en el siguiente orden: *Retención de dígitos en orden progresivo*, *Retención de dígitos en orden inverso*, *Word span de test*, *Cubos de Corsi*, *Working memory digits*, *Visual patterns test* y *Reading span test*. La aplicación de las pruebas se realizó alternando entre pruebas audioverbales y visoespaciales, y las pruebas compuestas por dígitos y por palabras para minimizar los efectos de interferencia, a excepción de la prueba de retención de dígitos en orden progresivo y orden inverso, la cual se aplicó de manera continua como lo señala el manual.

Una vez terminada la aplicación de las pruebas de MT se les dio un receso de media hora a los sujetos. Finalmente, se continuó con la evaluación en un horario entre 11:00 am y 12:30 pm en el que se aplicaron las subpruebas de la *PROLEC-R* siguiendo las normas del manual (Cuetos, Rodríguez, Ruano & Arribas, 2007).

Resultados

Se presenta en primer lugar la tabla 2 que contiene las medias y desviación estándar obtenidas en las pruebas de MT. Como se puede observar en las pruebas de *Retención de dígitos en orden progresivo* y *Retención de dígitos en orden inverso* los resultados obtenidos son los esperados para sujetos de 11 a 12 años de edad que cursan 6° de primaria, obteniendo una media de 7.35 y 4.48 respectivamente. Por otra parte los resultados en los test de *Word span*, *Working memory digits* y *Reading span* son congruentes con los datos reportados en investigaciones que han utilizado estas pruebas en población similar. En cuanto a las pruebas de MT visual, *Cubos de Corsi* y *Visual patterns*, observamos que existe mayor variación en los resultados de la muestra en comparación con las pruebas anteriores, sin embargo también estos resultados son los esperados de acuerdo a los datos que se encuentran en la literatura.

Tabla2. Estadística descriptiva de los tests de memoria de trabajo

Test	Media	Desviación estándar
Retención de dígitos (orden progresivo)	7.35	1.051
Word span	3.98	1.143
Retención de dígitos (orden inverso)	4.48	1.132
Working memory digits	3.88	0.911
Reading span	2.63	1.005
Cubos de Corsi	5.60	1.355
Visual patterns	9.73	2.449

N = 40

En la tabla 3 se presentan las medias y desviación estándar de las subpruebas de CL. En este gráfico se puede observar que la desviación típica en la subprueba de *Lectura de palabras* es mucho mayor que la de las otras subpruebas, esto se debe a que en esta medida se tomaban en cuenta tanto el tiempo de ejecución de la tarea como los aciertos de la misma. Los sujetos que realizaron esta tarea mostraron una gran variabilidad en su

rendimiento, sin embargo el rendimiento que se observa en otras subpruebas es mucho más uniforme.

Tabla 3. Estadística descriptiva de las subpruebas de comprensión lectora

Test	Media	Desviación estándar
Lectura de palabras	118.88	43.850
Estructuras gramaticales	14.40	1.355
Comprensión de textos	13.18	2.183

N = 40

En la tabla 4 se presentan las correlaciones de las pruebas de MT. Se puede observar en este gráfico que existe una correlación estadísticamente significativa entre pruebas simples de MT, como *Retención de dígitos en orden directo* y *Word span*, asimismo podemos encontrar correlación entre pruebas complejas de MT, como *Retención de dígitos en orden inverso* y *Working memory digits* o *Retención de dígitos en orden inverso* y *Reading span*. Finalmente encontramos que también se puede observar correlación entre las pruebas visoespaciales de MT; Cubos de Corsi y Visual patterns.

Tabla 4. Correlaciones entre los tests de memoria de trabajo

	Word span	Retención de dígitos (orden inverso)	Working memory digits	Reading span	Cubos de Corsi	Visual Patterns
Retención de dígitos (orden progresivo)	.413**	-.165	.074	-.042	.155	.148
Word span		.168	-.003	.349*	.010	-.272
Retención de dígitos (orden inverso)			.482**	.318*	.261	.141
Working memory digits				.004	.062	.191
Reading span					.094	-.178
Cubos de Corsi						.460**

N = 40; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

En la tabla 5 se presentan las correlaciones entre las tres subpruebas de CL que fueron aplicadas. Encontramos que existe una correlación estadísticamente significativa entre *Estructuras gramaticales* y *Comprensión de textos*, ambas pruebas evalúan procesos cognitivo-lingüísticos mayormente empleados en la comprensión, mientras que la subprueba de *Lectura de palabras* que evalúa procesos superficiales de decodificación no se encuentra correlacionada con ninguna de estas dos subpruebas.

Tabla 5. Correlaciones entre las subpruebas de comprensión lectora

	Estructuras gramaticales	Comprensión de textos
Lectura de palabras	-.048	-.148
Estructuras gramaticales		.626**

N = 40; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

Finalmente, en la tabla 6 se presentan las correlaciones entre las medidas de MT y CL. Los resultados indican que en esta población la única prueba de MT que muestra correlación con la CL es la prueba de *Reading span*, específicamente con las subpruebas de CL *Estructuras gramaticales* y *Comprensión de textos*. Otra correlación que se puede observar es la que se encuentra entre la prueba de *Cubos de Corsi* y *Lectura de palabras*, la primera es una prueba que evalúa MT visoespacial y la segunda una subprueba que evalúa procesos superficiales de decodificación de la lectura.

Tabla 6. Correlaciones entre los tests de memoria de trabajo y comprensión lectora

	Lectura de palabras	Estructuras gramaticales	Comprensión de textos
Retención de dígitos (orden progresivo)	.077	-.011	.118
Word span	.066	.122	.156
Retención de dígitos (orden inverso)	.278	.057	.183
Working memory digits	-.015	.125	.153
Reading span	.029	.396*	.391*
Cubos de Corsi	.530**	-.148	.076
Visual Patterns	.212	.127	.263

N = 40; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue analizar la relación entre los componentes de la MT y la CL en niños de 11 a 12 años que cursaban su correspondiente grado escolar. Específicamente se buscó identificar si la capacidad de almacenamiento por sí misma en una muestra infantil sería una variable que mantendría relación con el nivel de CL, ya que los datos disponibles en la literatura son contradictorios con este respecto. Por un lado algunos autores señalan que solo el control ejecutivo de la MT se encuentra correlacionado con la CL (Cain., 2000; Oakhill, Yuill & Parkin, 1986; Stothard & Hulme, 1992), mientras que por otro lado hay quienes defienden que tanto el control ejecutivo como la capacidad de almacenamiento de la MT en población infantil son buenos indicadores del nivel de comprensión de la lectura (de Jonge & de Jong, 1996; Engle et al., 1991; Gottard et al., 1996; Swanson & Howell, 2001). Cabe mencionar que las diferentes posturas y datos que existen respecto a si la capacidad de almacenamiento está o no relacionada al nivel de CL se sitúan solo en la población infantil, ya que en el caso de los adultos está ampliamente documentado que solo el nivel de control ejecutivo de la MT, y no la capacidad de almacenamiento, predicen el nivel de CL.

Para esclarecer este asunto el presente trabajo utilizó dos tipos de pruebas de MT que fueron correlacionados con pruebas de CL, el primer tipo de instrumento que se utilizó para evaluar la MT mide únicamente la capacidad de almacenamiento y se conoce como prueba simple. El segundo tipo mide la capacidad de almacenamiento y procesamiento simultáneo, o dicho de otro modo, la capacidad de almacenamiento en función del control ejecutivo de la MT, conocido como prueba compleja.

Los resultados mostraron que ninguna prueba simple se correlacionaba significativamente con las medidas de CL, por otra parte, solo una prueba compleja, el *Reading span test*, mostró correlación con las pruebas de CL. Los hallazgos anteriores sugieren que la relación entre MT y CL de niños entre 11 y 12 años tiene características similares a las que se han reportado en población adulta, esto es congruente con la literatura que afirma que a estas edades la MT de los niños es muy similar a la de los adultos, tanto cualitativa como cuantitativamente (Pickering, 2006), sin embargo hay que tomar en cuenta que la MT es importante pero no suficiente para explicar la CL, ya que la comprensión del lenguaje escrito estará sujeta a cambios importantes en edades posteriores, relacionados a la práctica lectora y a la adquisición progresiva de nuevos conocimientos del mundo, entre otras variables de importancia.

Estos resultados sugieren que únicamente el control ejecutivo de la MT, y no su capacidad de almacenamiento, se encuentra correlacionado con el nivel de CL de los niños. Por otra parte, también apuntan a que esta relación puede ser específica según el estímulo de la prueba utilizada, ya que sólo la prueba de MT que estaba formada por palabras fue la que mostró correlación con las pruebas de CL, las cuales también estaban formadas por este tipo de estímulos. La posible explicación por la cual las otras dos pruebas complejas de MT formadas por dígitos no se encuentran correlacionadas con el nivel de CL puede ser que la representación que guarda el sujeto al realizarlas es puramente fonológica, en cambio cuando se utilizan pruebas con estímulos verbales como las palabras (que en esta prueba son sustantivos de alta frecuencia léxica) la representación que se almacena temporalmente en la MT no solamente es fonológica, sino también semántica.

Otra posible forma de explicar la relación encontrada entre el *Reading span test* y las pruebas de CL es la modalidad en la que se aplican estas pruebas, que es la de lectura, en contraste con otras pruebas de MT en las que la modalidad es la de escucha. Para esclarecer esta cuestión estudios futuros debieran considerar la utilización de diferentes pruebas complejas de MT que estén compuestas tanto por dígitos como por palabras y que su aplicación sea tanto en modalidad de escucha como en modalidad de lectura.

Otro objetivo específico de este estudio fue comprobar si la MT visoespacial estaba relacionada con el nivel de CL, ya que este asunto ha sido pobremente explorado. Los resultados mostraron que las pruebas de MT visoespaciales no estaban correlacionadas con las subpruebas de CL que evaluaban el procesamiento sintáctico y el procesamiento semántico, sin embargo una de ellas, *Cubos de Corsi*, se encontró correlacionada con la prueba de CL que evalúa el procesamiento léxico, considerado como un proceso superficial pero necesario para la lectura, esta prueba de CL es la de *Lectura de palabras*. Esto sugiere que la actividad de leer palabras escritas mantiene una relación con la memoria visoespacial, probablemente porque la capacidad de reconocimiento de los rasgos superficiales de las letras y palabras escritas demanden recursos de almacenamiento temporal de la AV mientras se realizan otros procesos de orden superior como el procesamiento de la sintaxis y el procesamiento del significado del texto, procesos que necesitarían la participación conjunta y activa del BF y el EC.

El último objetivo del presente trabajo fue identificar si al utilizar una medida de CL basada en la capacidad del sujeto evaluado para hacer uso de las inferencias al leer un texto encontraríamos correlación con la MT. Este último objetivo resulta fundamental, ya que investigaciones anteriores han estudiado la relación entre MT y CL sin tomar en cuenta que

una verdadera CL implica que el sujeto integre la información del texto con sus conocimientos previos. Entonces, una forma adecuada de evaluar la CL fue realizar preguntas que no se encuentran incluidas explícitamente en el texto leído, sino que para ser contestadas adecuadamente se necesita que el sujeto realice un proceso inferencial, es decir hacer uso de sus conocimientos del mundo e integrarlos con la información que se ha leído.

Los resultados mostraron que aún utilizando el uso de inferencias como medida de comprensión de la lectura, la relación entre MT y CL puede ser observada. Ya que como se mencionó el *Reading span test*, una prueba compleja que evalúa el control ejecutivo de la MT, se encuentra relacionada significativamente con la subprueba de *Comprensión de textos*. Lo anterior implica que la MT no solo funciona como un almacén temporal donde se guarda información que se ha leído recientemente, sino que en este espacio de trabajo se mantiene activa información entrante proveniente del texto e información relevante relativa a la lectura que se encuentra almacenada a largo plazo, permitiendo al sujeto realizar inferencias para completar la información que no se encuentra explícitamente en el texto.

La capacidad de realizar inferencias es una función que se encuentra vinculada con la MT, estudios en niños han demostrado que los sujetos con puntajes menores en MT tienen mayores dificultades para inferir información que no se encuentra explícitamente en el texto, independientemente de que conozcan o no esta información (Cain, Oakhill, Barnes & Bryant, 2001). Asimismo la capacidad de realizar inferencias parece ser una función en la que intervienen los lóbulos frontales, estudios neuropsicológicos en pacientes con daño cerebral así lo indican, ya que pacientes con daño frontal tienen una marcada dificultad en esta función en comparación con pacientes con daño cerebral en otras áreas.

De este modo, parece ser que la clave de la relación entre MT y CL son los lóbulos frontales, específicamente las áreas dorsolaterales, encargadas del control ejecutivo de la MT, mientras que, como ya se ha mencionado, las áreas cerebrales anteriores se relacionan con la función de almacenamiento. Esto explicaría porque solo las pruebas de MT que evalúan el control ejecutivo, y no las que evalúan almacenamiento, son las que se encuentran relacionadas con el procesamiento sintáctico y sobre todo con el procesamiento semántico de la CL, ya que ambos procesos, MT y CL, comparten un componente ejecutivo que no es exclusivo de ninguno de estos procesos. Desde esta perspectiva la función de los lóbulos frontales sería mantener activa la información reciente que proviene de la lectura en áreas cerebrales anteriores (lóbulo parietal inferior), a la vez que busca, compara y analiza información de la memoria que esta almacenada a largo plazo, lo que le permitiría la realización de inferencias acerca de información faltante en el texto. Del mismo modo redirecciona la atención tantas veces sea necesario, alternando entre la información entrante e información previamente almacenada, además de inhibir la información almacenada que se activa involuntariamente al leer un texto y que no es relevante en ese momento. Por último, también participaría activa y constantemente en el proceso de actualización de la información, lo que le permitiría la asimilación de conocimientos nuevos y la modificación y ampliación de conocimientos previamente aprendidos.

La comprensión de la lectura es una habilidad básica y fundamental en nuestra sociedad actualmente, ya que si bien, en un primer momento el sujeto se ve obligado a aprender a leer, posteriormente se verá obligado a leer si es que quiere aprender. Esto quiere decir que en un nivel superior la mayoría de los conocimientos se aprenden a través de la lectura de textos especializados, lo que requerirá que el sujeto comprenda de manera

significativa lo que está leyendo. El presente trabajo estudia una variable que ha sido ampliamente relacionada a la comprensión de la lectura; la MT. La importancia de esclarecer la relación entre ambas variables radica en que conocer de manera clara el funcionamiento de ambos procesos en el sistema cognitivo del niño permitiría realizar programas de prevención, detección temprana y corrección. Específicamente, del presente trabajo se podrían derivar instrumentos de tamizaje para detectar tempranamente alumnos con posibles problemas de CL. Las pruebas de MT son relativamente fáciles de aplicar y no conllevan demasiado tiempo, ni en su administración ni en su revisión, así en los casos en los que el maestro o tutor identifique un posible déficit por parte del alumno, éste podría buscar el apoyo de un profesional que realice una evaluación más profunda y un diagnóstico diferencial.

La utilización de instrumentos neuropsicológicos de tamizaje en el aula podrían ser de mucha ayuda, ya que la evaluación neuropsicológica implica tiempo y recursos con los que no siempre cuentan maestros y tutores, por lo que es necesario que los profesionales en este campo busquen la forma de llevar la neuropsicología al aula, inclusive antes de que los problemas se manifiesten, ya que por lo general el neuropsicólogo trabaja con los problemas cuando ya se encuentran instaurados y su corrección es complicada o a veces imposible. Es por esto que la prevención primaria es una asignatura pendiente de la neuropsicología, tema que cada vez está tomando mayor relevancia dentro de esta disciplina.

Conclusiones

Los hallazgos obtenidos en el presente estudio apoyan la postura teórica que afirma que el nivel de CL, en caso de los niños, se relaciona con el nivel de control ejecutivo de la MT, y no con su capacidad de almacenamiento. Otros estudios han reportado que, tanto la capacidad de almacenamiento como el grado de control ejecutivo, son buenos indicadores de CL, sin embargo estos datos no han podido confirmarse en la presente investigación. La disparidad en los datos que se han reportado en investigaciones previas puede deberse, por lo menos en buena medida, a la edad de la muestra de cada estudio. Como se sabe la MT sufrirá cambios importantes durante la infancia. Se esperaría entonces que durante los cuatro y doce años la capacidad de almacenamiento de la MT aumente al doble, para después mantenerse estable hasta la adultez.

Por lo tanto, durante la edad preescolar y los primeros años de la educación básica, cuando el span aún es bajo, tal vez las diferencias individuales en la capacidad de almacenamiento podría diferenciar a los sujetos que adquirirán más rápido las habilidades de la lectura, sin embargo a los once y doce años (edades de la muestra de esta investigación) el rendimiento en las pruebas de span es mayormente uniforme entre sujetos escolarizados, la diferencia radicaría entonces no en la capacidad de almacenamiento, sino en nivel de control ejecutivo de la MT de cada sujeto, proceso en el cual se pueden encontrar mayores diferencias individuales durante esta edad y durante la edad adulta.

Del mismo modo, esta investigación proporciona evidencia de que la MT visoespacial no se encuentra directamente relacionada con los procesos superiores de CL, como el procesamiento sintáctico y semántico, sin embargo si participa en el procesamiento

léxico, proceso considerado como superficial pero necesario para la comprensión de la lectura. El posible papel de la MT visoespacial en la lectura se puede relacionar con la descodificación de los rasgos de las letras y las palabras.

Además, este estudio propuso un cambio en la metodología para evaluar la lectura comprensiva, utilizando preguntas inferenciales acerca de un texto como medida de CL. Tomando en cuenta los hallazgos del presente trabajo, los datos que se tienen respecto a las áreas cerebrales relacionadas con la MT y la discapacidad de los pacientes con daño frontal para realizar inferencias, podríamos proponer que posiblemente la relación entre MT y CL pueda ser explicada con base a que ambas funciones comparten un componente ejecutivo común, por lo tanto se puede suponer que la corteza prefrontal participa de manera relevante durante los dos procesos.

Referencias

- Anderson, P. J. (2008). Towards a developmental model of executive function. En V. Anderson, *Executive functions and the frontal lobes* (págs. 3-21). New York: Taylor and Francis.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: a proposed system and its control processes. En J. T. Spence, *The psychology of learning and motivation* (págs. 89-195). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 829-839.
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory*. London: Psychology Press.
- Baddeley, A. D. (2006). Working memory: An overview. En S. Pickering, *Working memory and education*. (págs. 1-31). United Kingdom: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. En G. A. Bower, *Psychology of learning and motivation* (págs. 47-89). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multicomponent model. En A. Miyake, & P. Shah, *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (págs. 28-61). New York: Cambridge University Press.
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 575-589.
- Baddeley, A., & Logie, R. (1992). Working memory. *Science*, 556-559.
- Baqués, J., & Sáiz, D. (1999). Medidas simples y compuestas de memoria de trabajo y su relación con el aprendizaje de la lectura. *Psicothema*, 737-745.
- Bayliss, D. M., Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Gunn, D. M. (2005). The relationship between short-term memory and working memory: Complex span made simple? *Memory*, 414-421.
- Benedet, M. J. (2002). *Neuropsicología cognitiva: aplicaciones a la clínica y a la investigación*. Madrid: IMSERSO.
- Bishop, D. V. (1997). *Uncommon Understanding: Development and disorders of language comprehension*. New York: Psychology Press.

- Brown, A. L., & Day, J. D. (1983). Macrorules for summarizing texts: The development of expertise. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 1-14.
- Brown, A. L., & Smiley, S. S. (1977). Rating the importance of structural units of prose passages: A problem of metacognitive development. *Child development*, 1-8.
- Brown, A. L., Day, J. D., & Jones, R. S. (1983). The development of plans for summarizing texts. *Child development*, 201-206.
- Cain, K. (2006). Children's reading comprehension: The role of working memory in normal and impaired development. En S. J. Pickering, *Working memory and education* (págs. 61-91). San Diego: Academic Press.
- Cain, K., Oakhill, J. v., & Bryant, P. E. (2000). Phonological skills and comprehension failure: A test of the phonological processing deficit hypothesis. *Reading and Writing*, 31-56.
- Cain, K., Oakhill, J. v., Barnes, M. A., & Bryant, P. E. (2001). Comprehension skill, inference making ability and their relation to knowledge. *Memory and cognition*, 850-859.
- Cain, K., Oakhill, j., & Bryant, P. E. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal of Educational Psychology*, 31-42.
- Carrillo-Mora. (2010). Sistemas de memoria: Reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Primera parte: Historia, taxonomía de la memoria, sistemas de memoria de largo plazo: La memoria semántica. *Salud Mental*, 85-93.
- Carroll, J. B. (1993). *Human Cognitive Abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Cohen, G., Johnston, R. A., & Plunkett, K. (2002). *Exploring Cognition: Damaged Brains and Neural Networks-Readings in Cognitive Neuropsychology and Connectionist Modelling*. Philadelphia: Psychology Press.
- Coltheart, M. (2006). Dual route and connectionist models of reading: An overview. *London Review of Education*, 5-17.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological review*, 589.
- Conway, A. R., Jarold, C., Kane, M. J., Miyake, A., & Towse, J. (2007). Variation in Working Memory: An Introduction. En A. Conway, *Variation in Working Memory* (págs. 3-17). New York: Oxford University Press.

- Coon, D., & Mitterer, J. O. (2007). *Introduction to psychology*. USA: Thomson Wadsworth.
- Cowan, N. (1997). *The development of memory in childhood*. UK: Psychology Press.
- Cuetos, F. (2010). *Psicología de la lectura*. Madrid: Wolters Kluger España.
- Cuetos, F., Rodríguez, B., Ruano, E. & Arribas, D. (2007). Bateria de los Procesos lectores, Revisada (PROLEC-R). España: TEA Ediciones.
- Curtis, C. E., & D'Esposito, M. (2003). Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in cognitive sciences*, 415-423.
- Daneman, M., & Carpenter, P. (1980). Individual Differences in Working Memory and Reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 450-466.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning*, 50-66.
- de Beni, R., & Palladino, P. (2000). Intrusion errors in working memory tasks: Are they related to reading comprehension ability. *Learning and Individual Differences*, 131-143.
- de Beni, R., Palladino, P., Pazzaglia, E., & Cornoldi, C. (1998). Increases in intrusion errors and working memory deficit of poor comprehenders. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Human Experimental Psychology*, 305-320.
- de Jonge, P. (2006). Understanding normal and impaired reading development: A working memory perspective. En S. Pickering, *Working memory and education* (págs. 33-60).
- de Jonge, P., & de Jong, P. (1996). Working memory, intelligence, and reading ability in children. *Personality and Individual Differences*, 1007-1020.
- Dehaene, S. (2009). *Reading in the brain: The science and evolution of a human invention*. Viking.
- Dehn, M. J. (2008). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Delegación Venustiano Carranza (2001). *Monografía de la delegación Venustiano Carranza, gobierno de la ciudad de México*. Recuperado de: HYPERLINK "http://www.vcarranza.df.gob.mx/" <http://www.vcarranza.df.gob.mx/>

- Della Sala, S. (2010). *Forgetting*. New York: Psychology Press.
- D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2000). D'Esposito, M., Postle, Prefrontal cortical contributions to working memory: evidence from event-related fMRI studies. *Experimental Brain Research*, 3-11.
- D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2002). The neural basis of working memory storage, rehearsal, and control processes: Evidence from patient and functional magnetic resonance imaging studies. En L. R. Squire, & D. L. Schacter, *Neuropsychology of memory* (págs. 215-224). NY: The Guilford Press.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En E. Bialystok, & F. Craik, *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (págs. 70-95). New York: Oxford University Press.
- Diamond, A., & Goldman-Rakic, P. S. (1989). Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's AB task: Evidence for dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research*, 24-40.
- Ellison, P. A., & Semrud-Clikeman, N. (2007). *Child neuropsychology: Assessment and interventions for neurodevelopmental disorders*. New York: Springer.
- Engle, R. W., Carullo, J. J., & Collins, K. W. (1991). Individual differences in working memory for comprehension and following directions. *Journal of Educational Research*, 253-262.
- Etchepareborda, M. C., & Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *REV NEUROL*, 79-83.
- Eustache, F., Desgranges, B., Laville, P., Guillery, B., Lalevée, C., Schaeffer, S., & De la Sayette, V. (1999). Episodic memory in transient global amnesia: encoding, storage, or retrieval deficit? *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 148-154.
- Ferstl, E. C., Guthke, T., & Von Cramon, D. Y. (2002). Text comprehension after brain injury: Left prefrontal lesions affect inference processes. *Neuropsychology*, 292.
- Fiebach, C. J., Friederici, A. D., Müller, K., & Von Cramon, D. Y. (2002). fMRI evidence for dual routes to the mental lexicon in visual word recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11-23.
- Fiez, J. A., Balota, D. A., Raichle, M. E., & Pete, S. E. (1999). Effects of lexicality, frequency, and spelling-to-sound consistency on the functional anatomy of reading. *Neuron*, 205-218.

- Flavell, J. H., Beach, D. R., & Chinsky, J. M. (1966). Spontaneous verbal rehearsal in a memory task as a function of age. *Child Development*, 283-299.
- Freeman, Y. (1988). Métodos de lectura en español; Reflejan nuestro conocimiento actual del proceso de lectura? *Lectura y Vida*, 9.
- Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. *Surface dyslexia*, 32.
- Fuster, J. (2006). The cognit: A network model of cortical representation. *International Journal of Psychophysiology*, 125-132.
- Fuster, J. (2010). El paradigma reticular de la memoria cortical. *Rev Neurol*, 3-10.
- Fuster, J. M., & Alexander, G. E. (1971). Neuron activity related to short-term memory. *Science*, 652-654.
- García, E. (1993). La comprensión de textos. Modelo de procesamiento y estrategias de mejora . *Didáctica*, 87.113.
- García-Madruga, J. A. (2006). *Lectura y conocimiento*. Barcelona: Paidós.
- García-Madruga, J. A., & Fernández, T. (2008). Memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento en la educación secundaria. *Anuario de psicología* , 133-157.
- García-Molina, A., Enseñat-Cantalops, A., Tirapu-Ustárroz, J., & Roig-Rovira, T. (2009). Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Rev Neurol*, 40.
- Gathercole, S. E. (1998). Gathercole, The development of memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 3-27.
- Gathercole, S. E., & Hitch, G. J. (1993). Developmental changes in short-term memory: A revised working memory perspective. En A. F. Collins, *Theories of Memory, Vol. 1* (págs. 189-209). UK: Psychology Press.
- Gluck, M. A., Mercado, E., & Myers, C. E. (2009). *Aprendizaje y memoria. Del cerebro al comportamiento*. México: McGraw-Hill.
- Goldman-Rakic, P. S. (1992). Working Memory and the Mind. *Scientific American*, 111-117.
- Gottardo, A., Stanovich, K. E., & Siegel, L. S. (1996). The relationships between phonological sensitivity, syntactic processing, and verbal working memory in the reading performance of third-grade children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 563-582.

- Gough, P. B., Hoover, W. A., & Peterson, C. L. (1996). Some observations on a simple view of reading. En C. Cornoldi, & J. v. Oakhill, *Reading Comprehension Difficulties: Processes and remediation* (págs. 69-92). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Guthrie, J. T., & Scaffidi, N. T. (2004). Reading comprehension for information text: Theoretical meanings, developmental patterns, and benchmarks for instruction. En J. T. Guthrie, A. Wigfield, & K. C. Perencevich, *Motivating reading comprehension: Concept-oriented reading instruction* (págs. 225-248). New Jersey: Erlbaum.
- Gutierrez-Valencia, A. (2005). La lectura: una capacidad imprescindible de los ciudadanos del siglo XXI. El caso de México. *Anales de Documentación*, 91-99.
- Hernandez, J. (2014). memoria de trabajo. *Neuropsicología*, 345-367.
- Hulme, C., Thomson, N., Muir, C., & Lawrence, A. (1984). Speech rate and the development of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 241-253.
- Johnston, R. S., Johnson, C., & Gray, C. (1987). The emergence of the word length effect in young children: The effects of overt and covert rehearsal. *British Journal of Developmental Psychology*, 243-248.
- Kandel, E. R. (2007). *En busca de la memoria: el nacimiento de una nueva ciencia de la mente*. Buenos Aires: Katz editores.
- Keller, T. A., Carpenter, P. A., & Just, M. A. (2001). The neural bases of sentence comprehension: A fMRI examination of syntactic and lexical processing. *Cerebral cortex*, 223-237.
- Kintsch, W. (1994). Text comprehension, memory, and learning. *American Psychologist*, 294-303.
- Kintsch, W., & Kintsch, E. (2005). Comprehension. En S. Stahl, & S. Paris, *Children's reading comprehension and assessment* (págs. 71-92). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Kintsch, W., & Rawson, K. A. (2005). Comprehension. En M. J. Snowling, & C. Hulme, *The science of reading: A hand book* (págs. 209-226). Oxford: Blackwell Publishing.
- Kintsch, W., & Van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 363-394.

- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2009). *An introduction to brain and behavior*. New York: Worth Publishers.
- Lieberman, D. A. (2012). *Human learning and memory*. New York: Cambridge University Press.
- Lupker, S. J. (2005). Visual word recognition: Theories and findings. En M. Snowling, & C. Hulme, *The science of reading: A handbook* (págs. 39-60). Oxford: Blackwell.
- Miller, E. K., Erickson, C. A., & Desimone, R. (1996). Neural mechanisms of visual working memory in prefrontal cortex of the macaque. *The Journal of Neuroscience*, 5154-5167.
- Nation, K., Adams, J. w., Bowyer-Crane, C. A., & Snowling, M. J. (1999). Working memory deficits in poor comprehenders reflect underlying language impairments. *Journal of Experimental Child Psychology*, 139-158.
- Oakhill, J. v., Yuill, N. M., & Parkin, A. (1986). On the nature of the difference between skilled and less-skilled comprehenders. *Journal of Research in Reading*, 80-91.
- Oakhill, J., & Garnham, A. (1988). *Becoming a skilled reader*. Basil Blackwell.
- Oberauer, K., Suß, H. M., Wilhelm, O., & Wittman, W. W. (2003). The multiple faces of working memory: Storage, processing, supervision, and coordination. *Intelligence*, 167-193.
- Owen, A. M., Herrod, N. J., Menon, D. K., Clark, J. C., Downey, S. P., Carpenter, T. A., . . . Pickard, J. D. (1999). Redefining the functional organization of working memory processes within human lateral prefrontal cortex. *European Journal of Neuroscience*, 567-574.
- Peña-Casanova, J. (2007). *Neurología de la conducta y neuropsicología*. Madrid: Ed. Médica Panamericana.
- Perfetti, C. A. (1985). *Reading Ability*. Oxford: Oxford University Press.
- Perfetti, C. A., & Goldman, S. R. (1976). Discourse memory and reading comprehension skills. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 33-42.
- Perfetti, C. A., & Lesgold, A. M. (1977). Discourse comprehension and sources of individual differences. *Cognitive processes in comprehension*, 141-183.
- Petrides, M., & Baddeley, A. (1996). Specialized Systems for the Processing of Mnemonic Information within the Primate Frontal Cortex [and Discussion]. *Philosophical*

Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 1455-1462.

Pickering, S. (2006). Assessment of working memory in children. En S. Pickering, *Working memory and education* (págs. 241-271).

Pinker, S. (2009). *Language Learnability and Language Development*. Boston: Harvard University Press.

Piña, A.R. (2009). *Programa de gobierno delegacional 2009-2012*. Recuperado de: "http://www.vcarranza.df.gob.mx/web_oficio/art_18/8_F_VIII_Programas_de_Desarrollo_Delegacional/programa_de_desarrollo_deleg_2009_2012.pdf"
http://www.vcarranza.df.gob.mx/web_oficio/art_18/8_F_VIII_Programas_de_Desarrollo_Delegacional/programa_de_desarrollo_deleg_2009_2012.pdf

Portellano, J. A. (2012). *Introducción a la neuropsicología*. Madrid: McGraw-Hill.

Postle, B. R., Berger, J. S., & D'Esposito, M. (1999). Functional neuroanatomical double dissociation of mnemonic and executive control processes contributing to working memory performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 12959-12964.

Richardson, J. T. (1996). Evolving concepts of working memory. *Working Memory and Human Cognition*, 3-30.

Rose, S. A., Feldman, J. F., & Jankowski, J. J. (2001). Visual short-term memory in the first year of life: capacity and recency effects. *Developmental psychology*, 539.

Rosselli, M., Matute, E., & Ardila, A. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil. Manual Moderno*. Manual Moderno.

Salvador, Cruz, J. & Galindo, G. (1996). Cuestionario de antecedentes neurológicos y psiquiátricos. En V. M. Galindo, S. Cortés & J. Salvador, Cruz (Eds.), Diseño de un nuevo procedimiento para calificar la prueba de la figura compleja de Rey: confiabilidad inter-evaluadores. *Salud mental*, 19 (2), 1-6.

Seigneuric, A., Ehrlich, M. E., Oakhill, J. v., & Yuill, N. M. (2000). Working memory resources and children's reading comprehension. *Reading and Writen*, 81-103.

Shankweiler, D. (1989). How problems of comprehension are related to difficulties in decoding. En D. Shankweiler, & I. Y. Liberman, *Phonology and Reading Disability: Solving the puzzle* (págs. 35-68). Ann Arbor: University of Michigan Press.

- Shiffrin, R. M. (1999). 30 years of memory. En C. Izawa, *On human memory: evolution, progress, and reflections on the 30th anniversary of the Atkinson-Shiffrin model* (págs. 17-33). USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Smith, E. E., & Kosslyn, S. M. (2008). *Procesos cognitivos. Modelos y bases neurales*. Madrid: Pearson.
- Snow, C. (2002). *Reading for understanding : toward a research and development program in reading comprehension*. USA: RAND.
- Snow, C., & Sweet, A. P. (2003). Reading for comprehension. En A. P. Sweet, & Snow, C., *Rethinking reading comprehension* (págs. 1-11). New York: Guilford.
- Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (2001). *Cognitive rehabilitation: an integrative neuropsychological approach*. New York: The Guilford Press.
- Solé, I. (1999). *Estrategias de lectura*. Barcelona: Graó.
- Spreen, O., Riesser, A., & Edgell, D. (1995). *Developmental neuropsychology*. New York: Oxford University Press.
- Squire, L. R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 232-243.
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 171-177.
- Stothard, S. E., & Hulme, C. (1992). Reading comprehension difficulties in children: The role of language comprehension and working memory skills. *Reading and Writing*, 245-256.
- Stothard, S. E., & Hulme, C. (1996). A comparison of phonological skills in children with reading comprehension difficulties and children with word reading difficulties. *Journal of Child Psychology and Child Psychiatry*, 399-408.
- Swanson, H. L., & Howell, M. (2001). Working memory, short-term memory, and speech rate as predictors of children's reading performance at different ages. *Journal of Educational Psychology*, 720-734.
- Tulving, E., Kapur, S., Craik, F. I., Moscovitch, M., & Houle, S. (1994). Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: positron emission tomography findings. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2016-2020.
- Usher, J. A., & Neisser, U. (1993). Childhood amnesia and the beginnings of memory for four early life events. *Journal of Experimental Psychology*, 155.

- Vallar, G., & Papagno, C. (1995). Neuropsychological impairments of short-term memory. En A. D. Baddeley, B. A. Wilson, & F. N. Watts, *Handbook of memory disorders* (págs. 135-165). Chichester, England: Wiley.
- Vallés Arándiga, A. (2005). Comprensión lectora y procesos psicológicos. *LIBERABIT*, 49-61.
- Van Dijk, T. A. (1995). On macrostructures, mental models, and other inventions: A brief personal history of the Kintsch-Van Dijk theory. En C. A. Weaver, *Essays in honor of Walter Kintsch* (págs. 383-410). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Viswanathan, M., & Gau, R. (2005). Functional illiteracy and nutritional education in the United States: A research-based approach to the development of nutritional education materials for functionally illiterate consumers. *Journal of Macromarketing*, 187-201.
- Webster, P. E., & Plante, A. S. (1992). Effects of phonological impairment on word, syllable, and phoneme segmentation and reading. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 176-182.
- Wilson, F. A., Scaldie, S. P., & Goldman-Rakic, P. S. (1993). Dissociation of object and spatial processing domains in primate prefrontal cortex. *Science*, 1955-1957.
- Wimmer, H., Mayringer, H., & Landerl, K. (1998). Poor reading: A deficit in skill-automatization or a phonological deficit? *Scientific studies of reading*, 321-340.
- Yuill, N. M., Oakhill, J. v., & Parkin, A. J. (1989). Working memory, comprehension ability and the resolution of text anomaly. *British Journal of Psychology*, 351-361.
- Yuill, N., & Oakhill, J. (1991). *Children's Problems in Text Comprehension: An Experimental Investigation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zalla, T., Phipps, M., & Grafman, J. (2002). Story processing in patients with damage to the prefrontal cortex. *Cortex*, 215-231.

Apéndices

Apéndice A: Protocolo de investigación: evaluación de la memoria de trabajo

NOMBRE DEL EVALUADO (Apellidos/Nombre)			FECHA DE APLICACIÓN
SEXO	FECHA DE NACIMIENTO	EDAD	LATERALIDAD MANUAL Izquierda () Derecha ()
GRADO Y AÑOS DE ESCOLARIDAD			IDIOMA NATAL/ÓTROS (Apreciación de dominio)

LISTENING MEMORY TEST

1-DÍGITOS	
2-9	2
4-6	2
3-8-6	3
6-1-2	3
3-4-1-7	4
6-1-5-8	4
5-2-1-8-6	5
8-4-2-3-9	5
3-8-9-1-7-4	6
7-9-6-4-8-3	6
5-1-7-4-2-3-8	7
9-8-5-2-1-6-3	7
1-8-4-5-9-7-6-3	8
2-9-7-6-3-1-5-4	8
5-3-8-7-1-2-4-6-9	9
4-2-6-9-1-7-8-3-5	9

2-AMPLITUD DE PALABRAS	
Piedra-Libro-Agua	3
Hombre-Aire-Plato	3
Mesa-Semana-Hijo-Carta	4
Árbol- País -Tortilla-Bota	4
Mano-Noche-Piña-Hoja-Perro	5
Falda-Barco-Casa-Pájaro-Mundo	5
Pollo-Ciudad-Brazo-Pera-Camisa-Avión	6
Zapato-Papel-Gato-Sopa-Moto-Boca	6
Hijo-Pared-León-Hombro-Jugo-Blusa-Coche	7
Calle- Gorro-Vaca-Nieto-Silla-Jamón-Plaza	7

3-DÍGITOS INVERSA	
3-5	2
6-4	2
3-5-9	3
5-7-4	3
8-4-9-3	4
7-2-9-6	4
4-1-3-5-7	5
9-7-8-5-2	5
1-6-5-2-9-8	6
3-6-7-1-9-4	6
8-5-9-2-3-4-6	7
4-5-7-9-2-8-1	7
6-9-1-7-3-2-5-8	8
3-1-7-9-5-4-8-2	8

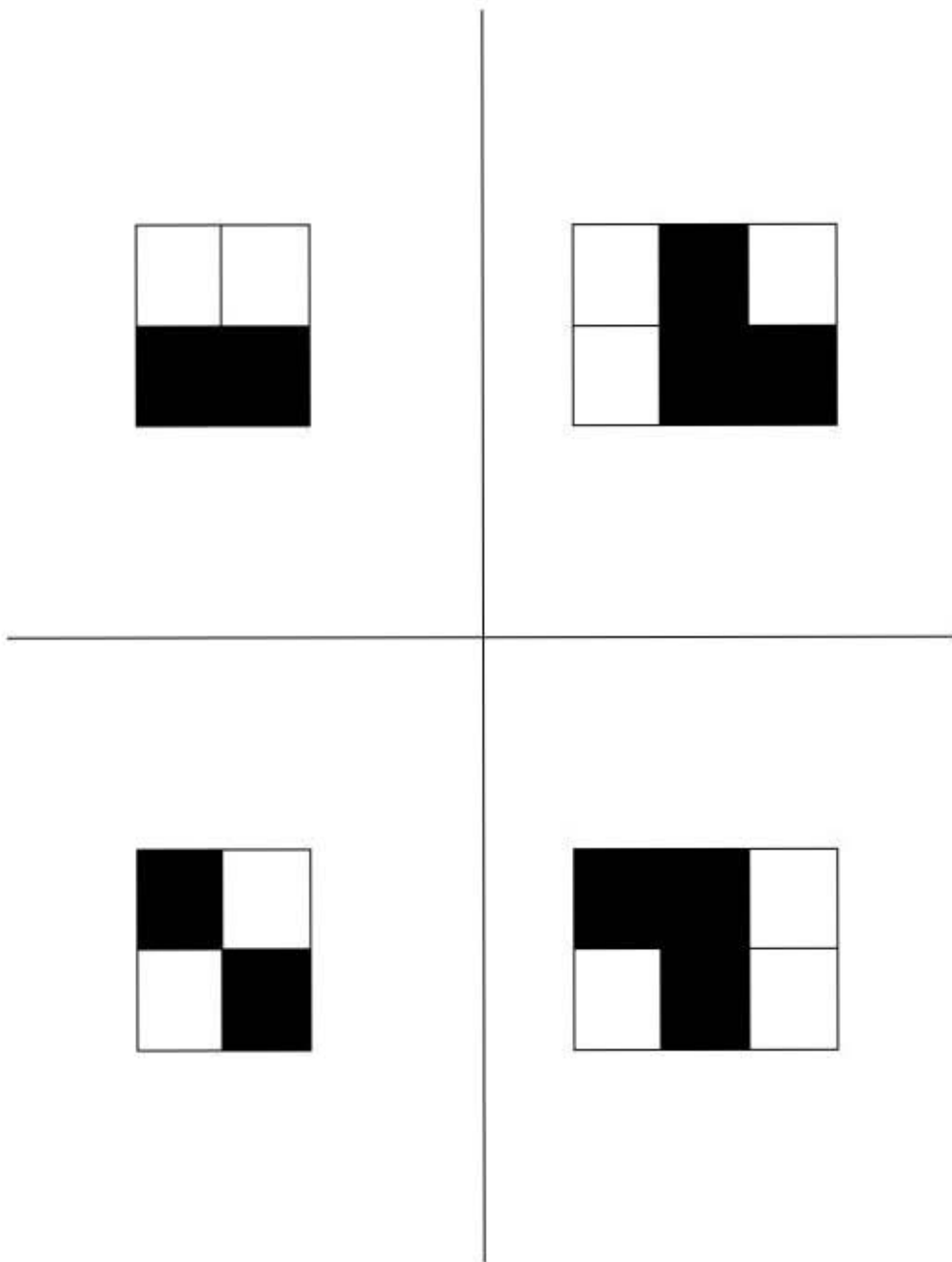
CORSI	
4-7-3	3
5-8-6	3
6-1-5-3	4
7-4-9-2	4
2-7--1-3-4	5
3-2-9--5-8	5
1-3-7--2-4-9	6
8-5-3--4-1-6	6
1-3-5-7-9-2-4	7
8-3-9-4-2-1-7	7

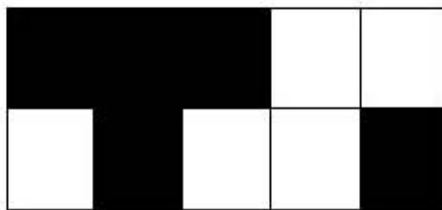
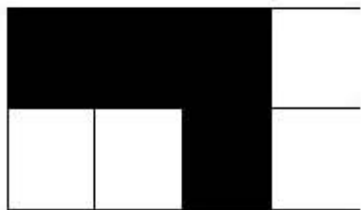
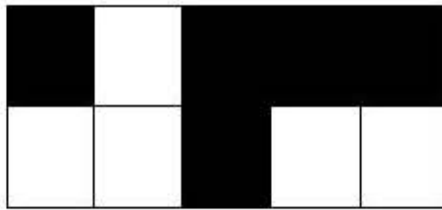
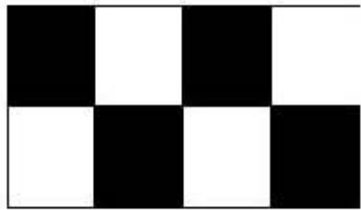
5-MT DE DÍGITOS			RESPUESTA	SPAN
8	3	4	4-7	2
5	2	7		
4	8	1	1-5	2
3	2	5		
5	1	9	9-4-3	3
7	6	4		
2	8	3		
2	6	3	3-4-1	3
7	9	4		
5	8	1		
8	3	5	5-1-6-3	4
2	7	1		
9	4	6		
8	2	3		
8	5	2	2-7-9-8	4
1	3	7		
2	4	9		
5	3	8		
6	8	5	5-9-2-6-4	5
3	7	9		
1	4	2		
5	8	6		
2	9	4		
4	3	1	1-8-5-2-6	5
7	2	8		
1	9	5		
4	8	2		
3	8	6		
6	9	8	8-5-9-6-3-4	6
1	7	5		
2	4	9		
3	5	6		
2	8	3		
1	5	4		
4	5	7	7-3-4-2-5-8	6
1	9	3		
3	7	4		
6	8	2		
7	1	5		
9	4	8		

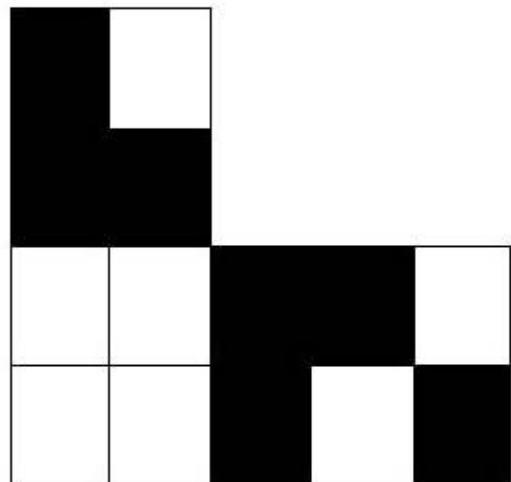
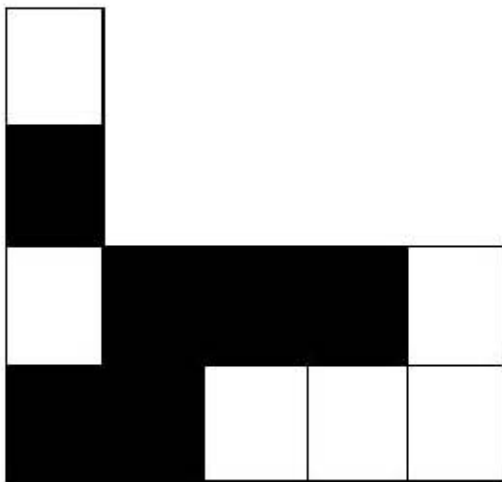
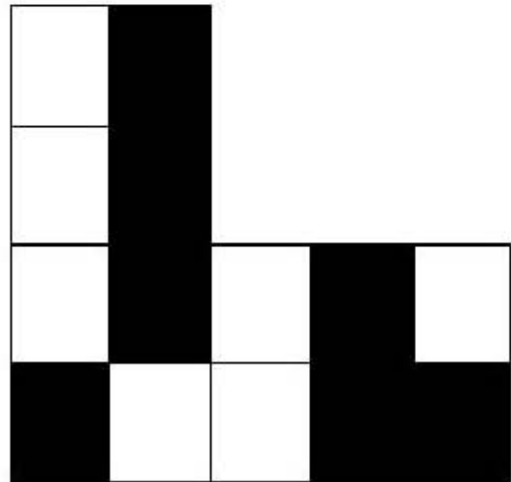
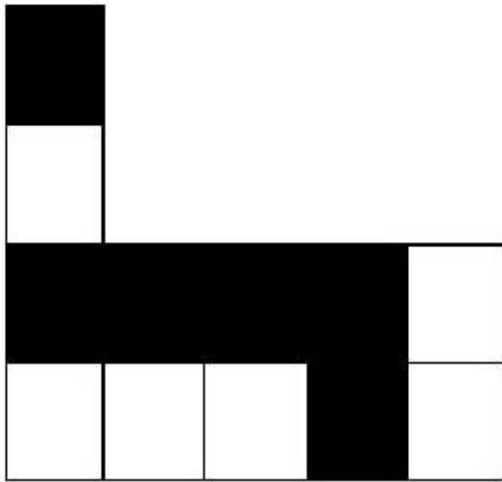
6-READING SPAN			
	FRASE	RESPUESTA	MEMORIA
2	Cuando le hablaban giraba todo su <u>cuello</u> . El día del niño hubo una quermés en la <u>escuela</u> .	Cuello Escuela	
2	Se movía como pez en el <u>agua</u> . Llego la hora de regresar a <u>casa</u>	Agua Casa	
3	Estoy de visita en el rancho de mi <u>abuelo</u> Sus inventos fueron conocidos en todo el <u>mundo</u> . Vayan al lugar donde cayó la <u>lluvia</u>	Abuelo Mundo Lluvia	
3	Es casi tan grande como un <u>caballo</u> Lo tomó con sus garras de 3 <u>dedos</u> Hay una gran variedad de tipos de <u>tela</u>	Caballo Dedos Tela	
4	Deseaba alcanzar una <u>estrella</u> Le dolía mucho la <u>cabeza</u> Ella podía escuchar al <u>perro</u> En aquella casa siempre jugaban <u>tenis</u>	Estrella Cabeza Perro Tenis	
4	Así que he decidido comer una <u>manzana</u> Me oculto detrás de la <u>pared</u> Ella no sabía qué cosa era una <u>corbata</u> Fue al veterinario y compró un <u>gato</u>	Manzana Pared Corbata Gato	
5	Ana avienta la mochila sobre la <u>mesa</u> Aprendió muchas cosas sobre su <u>hermano</u> Mamá me ha dejado jugar con la <u>pelota</u> Yo caminaba tranquilamente por la <u>calle</u> El niño metió la mano en el <u>abrigo</u>	Mesa Hermano Pelota Calle abrigo	
5	Me esperaba escondida tras un <u>árbol</u> Se clavaron como flechas en su <u>corazón</u> En boca cerrada no entran <u>moscas</u> Voy a terminar de leer este <u>libro</u> Una noche en una fiesta conoció a su <u>padre</u>	Árbol Corazón Moscas Libro Padre	

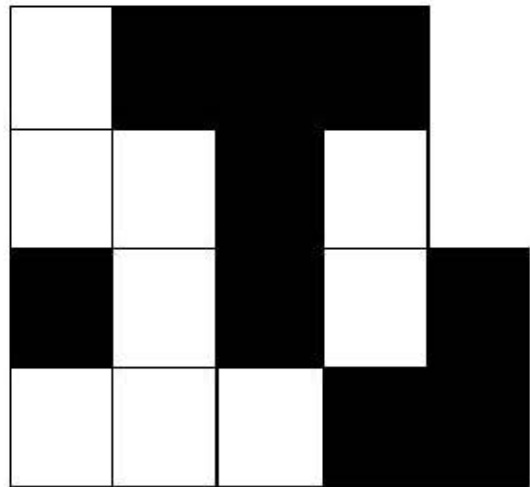
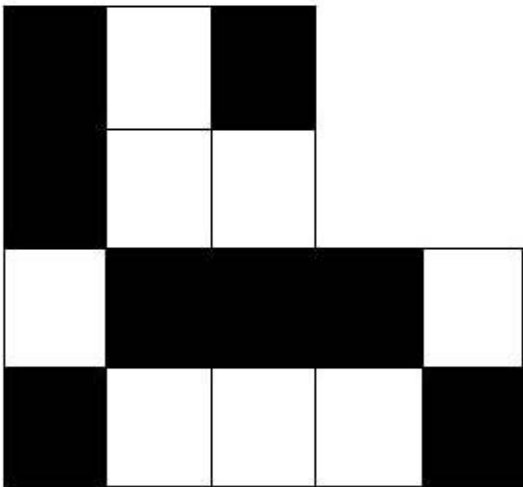
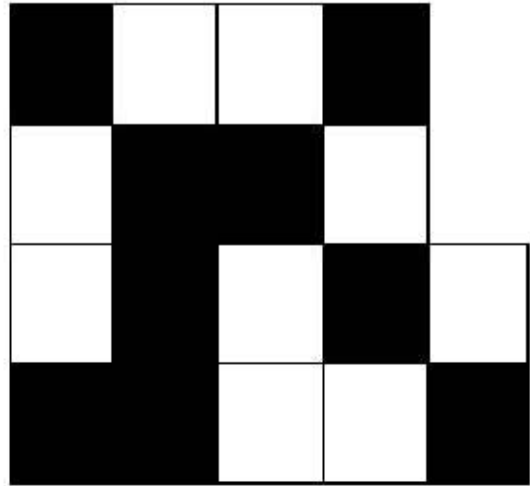
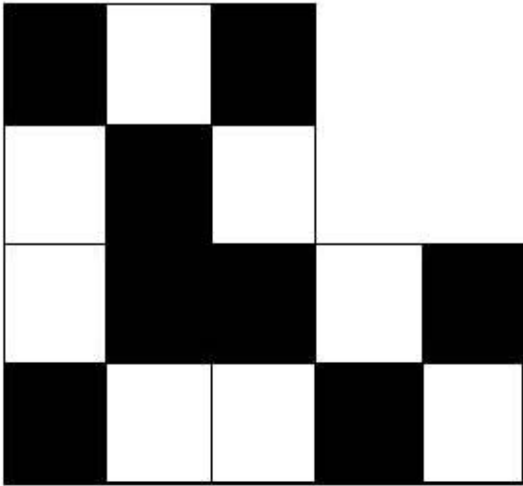
SPAN PATTERN TEST

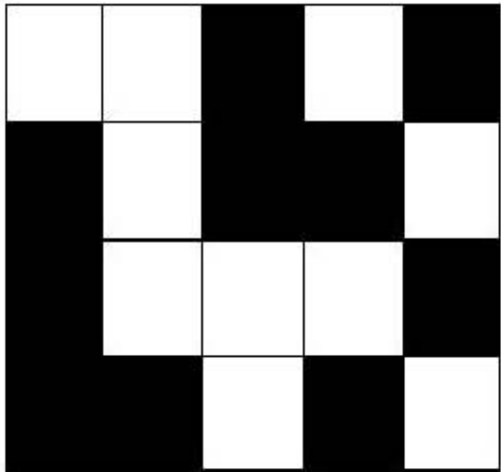
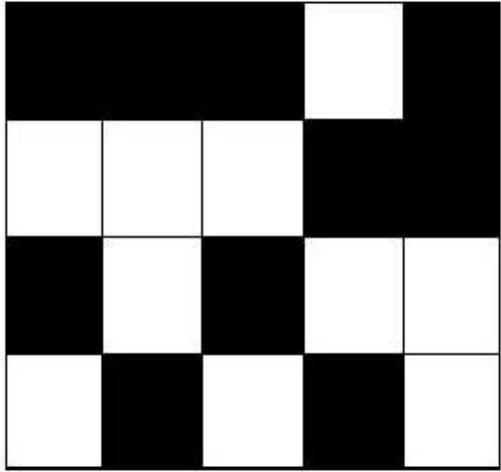
Apéndice B: Span pattern test: láminas











Apéndice C: Span pattern test: hojas de respuesta

The diagram shows a large square divided into four quadrants by a vertical line and a horizontal line. Each quadrant contains a smaller grid of boxes. The top-left and bottom-left quadrants each contain a 2x2 grid of boxes. The top-right and bottom-right quadrants each contain a 2x3 grid of boxes. All boxes are empty.

