

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**FACULTAD DE PSICOLOGÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**MECANISMO DE SUPRESIÓN DEL CONTROL DE LA
INTERFERENCIA EN LA MEMORIA DE TRABAJO
VISO-ESPACIAL**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN PSICOLOGÍA

P R E S E N T A:

JACQUELINE MARCUÉ ARANA

DIRECTOR DE TESIS: DRA. CARMEN SELENE CANSINO ORTIZ

REVISORA: DRA. MARTHA PATRICIA TREJO MORALES

SINODALES:

DR. ANTONIO PAULINO ZAINOS ROSALES

DR. ÁNGEL EUGENIO TOVAR Y ROMO

DR. LUIS RODOLFO BERNAL GAMBOA



Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2019



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.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación se llevó a cabo con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT 238826) y de la Dirección General de Apoyo al Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT IG300115, IG300618).

*“Somos la memoria que tenemos y la responsabilidad que asumimos,
sin memoria no existimos y sin responsabilidad quizá no merezcamos existir”
José Saramago, 1997*

AGRADECIMIENTOS

Todas y cada una de las siguientes personas han sido un gran apoyo para la realización de esta tesis las cuales les doy mi gratitud y ofrezco estos pensamientos como agradecimiento siendo una visión personal de su impacto en mi vida, acuñando a la memoria como el tema de esta tesis. ¡MUCHAS GRACIAS!

Dra. Selene Cansino Ortiz,

“Memoria selectiva para recordar lo bueno, prudencia lógica para construir el presente y optimismo enérgico para desafiar el futuro”.

Dra. Patricia Trejo Morales,

“En nuestra memoria conservamos una idea autobiográfica de nuestro yo, pero son nuestras decisiones diarias las que nos dan una ventana a lo que realmente somos y no lo que fuimos”.

A mis sinodales: Dr. Antonio Paulino Zainos Rosales, Dr. Ángel Eugenio Tovar y Romo y Dr. Luis Rodolfo Bernal Gamboa;

“Para resolver cualquier pregunta sobre cognición es inevitable remitirnos a la memoria”.

Mi equipo de trabajo “Neuroplasticity team” Lic. César Torres Morales, Lic. Pablo A. Nogueira, Yoali Sánchez y Ulises Castro,

“Nosotros sacamos fotos de cada de momento como si de otra forma se fueran a olvidar”.

Daniel Ramírez,

“Que los recuerdos no opaquen ese noble corazón”.

Dra. Frine Torres Trejo,

“Que en ningún momento se borre de la memoria la gran amabilidad y apoyo que nos regalas”.

La candidata a Dr. A. Jacqueline Arana del Río,

“Haciendo memoria, ella hasta rota es perfecta”.

Eugenia Brunella Perez,

“Hacer recuerdos a tu lado es mi pasatiempo favorito, agradezco cada momento incluso olvidado en el que me demostraste apoyo; gracias por ser parte de mi vida”.

Gema Consuelo Martínez Meza,

“Nuestras memorias son tesoros atemporales del corazón, los cuales brillan por su pureza”.

Mta. Madeleine Marcué Arana y Mto. Manuel Salvador Pérez A.,
“Es difícil olvidar a las personas que me dan tanto para recordar”.

Nuria Contreras Blanch,
*“No hay memoria de los primeros, ni tampoco de los postreros habrá memoria en los que serán después”
Eclesiastés 1:11”.*

DEDICADA A

† Ing. Jorge A. Marcué Díaz,

“Es imposible olvidar lo que ha sido tatuado en el alma”.

† Lic. Rene H. Arana Estrada,

“Mi recuerdo preferido es su estrepitosa carcajada”.

† Annia Marcué,

“Algunas de nuestras memorias nunca dejarán mis huesos, estos se convirtieron en una parte de mí”.

Alaia-Gretta de las Acacias,

*“Te sé de memoria y te repaso diariamente”
Jaime Sabines.*

RESUMEN

La memoria de trabajo es un sistema de capacidad limitada que requiere de mecanismos de control de interferencia, entre los cuales se han identificado los mecanismos de acceso, supresión y restricción. La supresión actúa en tareas de memoria de trabajo cuando se presenta una clave después de una serie de estímulos para indicar cuál es el estímulo relevante para la tarea, esto obliga a realizar una búsqueda del estímulo relevante entre las representaciones internas registradas en la memoria, lo cual requiere a su vez evitar la interferencia de los estímulos irrelevantes. Este mecanismo es susceptible a presentar errores cuando la dificultad de la tarea se incrementa. El objetivo del presente estudio es examinar la eficiencia del mecanismo de supresión en una tarea de memoria de trabajo viso-espacial cuando se incrementa el nivel de interferencia en la tarea. Se empleó una tarea de memoria de trabajo en la que el nivel de interferencia se incrementó a través de aumentar el número de colores en los estímulos (uno, dos o tres colores). Participaron 30 adultos entre 21 y 30 años de edad. El porcentaje de respuestas correctas disminuyó y los tiempos de reacción aumentaron en los ensayos en los que se emplearon estímulos de dos y tres colores en comparación con aquellos en los que se emplearon estímulos de un solo color. Sin embargo, el desempeño no difirió entre los estímulos de dos o tres colores. Los resultados sugieren que los participantes emplearon una estrategia que les permitió controlar de manera equivalente la interferencia de los estímulos multicolores, independientemente del número de colores que contenían.

Palabras clave: atención selectiva, control de la interferencia, mecanismo de supresión, memoria de trabajo viso-espacial, orientación interno.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	1
2.ANTECEDENTES	3
2.1 MEMORIA DE TRABAJO	3
2.1.1. MODELO DE MULTICOMPONENTE	3
2.1.2. MODELO DE LA ATENCIÓN.....	7
2.1.3. MECANISMO DE ATENCIÓN (TOP-DOWN, BOTTOM UP)	11
2.2.CONTROL DE LA INTERFERENCIA.....	13
2.2.1. MECANISMO DE CONTROL DE LA INTERFERENCIA.....	14
2.2.2. MECANISMO DE ACCESO.....	15
2.2.3. MECANISMO DE SUPRESIÓN	15
3. MEMORIA DE TRABAJO Y CONTROL DE LA INTERFERENCIA	16
4. JUSTIFICACIÓN.....	19
5. MÉTODO	21
5.1.PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	21
5.2.OBJETIVO	21
5.3.HIPÓTESIS	21
5.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES	21
5.5.PARTICIPANTES	22
5.6.APARATOS	22
5.7. ESTÍMULOS	22
5.8. PROCEDIMIENTO	23
5.9.TAREAS DE MEMORIA DE TRABAJO	23
5.10. ANÁLISIS DE DATOS	25
6. RESULTADOS	26
7.DISCUSIÓN	28
8. CONCLUSIÓN	33
9.LIMITACIÓN Y SUGERENCIAS.....	34
10. REFERENCIAS	35

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la memoria es uno de los temas más analizados y valorados dentro de las capacidades del ser humano. Neisser (1967) define a la memoria como un proceso en el que la información del entorno próximo del individuo es filtrada, elaborada, recuperada y utilizada en su beneficio. En el proceso de memoria existen diferentes fases: codificación, almacenamiento y recuperación (Santalla, 2000). Su clasificación a lo largo de los años se ha diversificado; sin embargo, en este trabajo nos centraremos principalmente en la memoria de trabajo.

El proceso de memoria de trabajo es clave en la cognición, y como se describe a continuación, ha sido ampliamente estudiado y reformulado. Sin embargo, la memoria de trabajo siempre ha conservado la característica de producir cambios en línea en la información, de actualizándola y de cotejándola con la que ya se encuentra almacenada (Baddeley, 2000; Cowan, 1999; Eriksson, Vogel, Lansner, Bergström, Nyberg; 2015).

Los sistemas esclavos de la memoria de trabajo tienen un funcionamiento especializado según la modalidad de los estímulos (Baddeley, 2000). En el caso de la agenda viso-espacial, la información visual es elegida a través de la atención selectiva y enseguida procesada (Luria, 1984). De tal forma que ocurre primero un filtrado de la información y posteriormente ésta recibe un procesamiento más profundo de acuerdo a las metas de la tarea en curso. A pesar de ello, estos procesos son susceptibles de fallar ante diferentes tipos de manipulaciones, estímulos y tareas (Oberauer, Schulze, Wilhelm, & Sußb, 2005).

Por lo anterior, es importante abordar los procesos de control de la interferencia que permiten una mayor eficiencia de las funciones que lleva a cabo la memoria de trabajo. El presente trabajo aborda precisamente la capacidad de controlar la interferencia cuando se incrementa la complejidad de los estímulos visuales con el propósito de generar mayor interferencia. En particular, se evaluarán los mecanismos de supresión que ocurren una vez que la información ya ha ingresado a la memoria de trabajo y es necesario seleccionar solo aquella que es relevante.

2. ANTECEDENTES

2.1. MEMORIA DE TRABAJO

La memoria de trabajo se define como un sistema de capacidad limitada encargado de la manipulación y mantenimiento temporal de la información (Baddeley, 1986; Tirapu Ustárroz & Grandi, 2016). Este tipo de memoria utiliza representaciones mentales de números, palabras o localizaciones espaciales para mantener la información con el objetivo de resolver una tarea cognitiva (Baddeley, 1986). La memoria de trabajo interviene en una amplia gama de tareas como aprendizaje, seguimiento de instrucciones, toma de notas mental, razonamiento, inteligencia fluida y comprensión del lenguaje (Conway & Engel, 1994; Engle & Kane, 2003; Rodríguez- Villagra, 2015).

2.1.1. Modelo de Multicomponentes. Los pioneros en formular un modelo de memoria de trabajo fueron Baddeley & Hitch (1974), quienes propusieron un sistema multicomponente controlado por el ejecutivo central, encargado de orientar la atención para recibir información que es captada por dos sistemas subordinados: el bucle fonológico y la agenda viso-espacial. Más tarde (Baddeley, 2000; Repovš & Baddeley, 2006) se adiciona al modelo el buffer episódico, el cual interviene en la codificación de información multidimensional. Se le denominó memoria de trabajo porque continuamente actualiza la información, mantenida temporalmente, para resolver problemas. Esto lo logra mediante los almacenes a corto plazo y el ejecutivo central que controla estos procesos (Baddeley, 2000).

Por lo tanto, la memoria de trabajo implica coordinar, manipular e integrar la información en representaciones mentales (Figura 1).

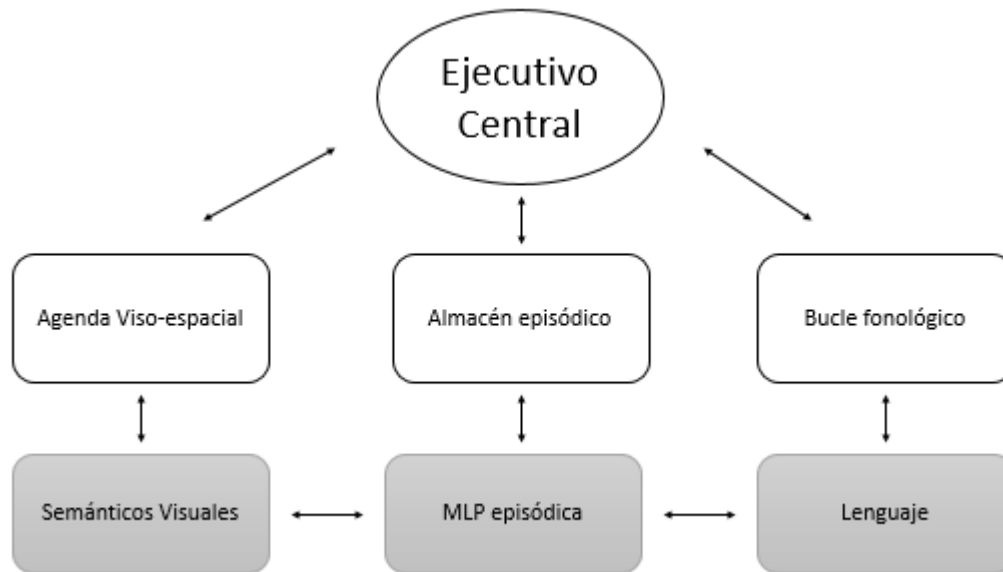


Figura 1. Modelo de memoria de trabajo propuesto por Baddeley. En blanco se representan los sistemas fluidos y en gris los sistemas cristalizados (Modificada de Baddeley, 2000, pag. 421).

La función del ejecutivo central es la de asignar recursos de atención durante la división de ésta en tareas simultáneas, la inhibición de información irrelevante y la focalización, por mencionar algunos. Así mismo, el ejecutivo central recupera información de la memoria de largo plazo y la dirige hacia los sistemas bucle fonológico, agenda viso-espacial y almacén episódico. En la última actualización del modelo se considera que el ejecutivo central tiene funciones específicas en dos niveles, el primero está relacionado con el control de los hábitos, las rutinas bien establecidas y los esquemas, los cuales se inician de manera automatizada a través de estímulos ambientales desencadenantes (Baddeley, 2006; Norman & Shallice, 1986). El segundo nivel se refiere a un sistema de supervisión de la atención que permite modular y crear soluciones

novedosas. A su vez, el ejecutivo central tiene funciones específicas de actualización, cambio e inhibición de la información (Montejo-Cruz, 2014). La actualización constantemente renueva, monitorea y manipula en tiempo real o en línea la información. El cambio modifica los criterios relevantes durante distintas operaciones mentales. La inhibición suprime la producción de respuestas automáticas innecesarias.

Los componentes subordinados al ejecutivo central procesan una modalidad de información específica (Baddeley & Hitch, 1974). El bucle fonológico está implicado en la captación de información auditiva que en cuestión de segundos forma trazos de memoria y es actualizada. Este componente utiliza la subvocalización, es decir, la producción de la palabra de manera motriz, para mantener la información por medio de la articulación. Su capacidad es limitada, ya que solo puede conservar de un mismo elemento, un máximo de tres características (Allen, Baddeley & Hitch, 2014). Adicionalmente, la articulación puede convertir el material visual en códigos fonológicos (Oberauer *et al.*, 2005).

La agenda visoespacial no está sesgada por factores culturales como ocurre con la información verbal (Oberauer *et al.*, 2005). Este componente funciona con información visual y espacial, y se encarga de captar a los objetos ya integrados, más que sus características por separado. Esto consume menos recursos de atención y prolonga la retención de la información (Wheeler & Treisman, 2002). La diferencia entre la función espacial y visual se exploró mediante experimentos donde buscaban demostrar que existe un componente crucial de índole espacial en las tareas de rastreo que es preponderante al aspecto visual (Baddeley & Lieberman, 1980) para demostrarlo, utilizaron una

tarea espacial que no fuera visual. Para la condición espacial, a los participantes se les impedía ver mediante una venda y se les hacía distinguir el espacio con una fuente móvil de sonido; en la tarea de tipo visual se les pedía emitir un juicio sobre el brillo de un espacio amplio e iluminado. Como resultado se vio que el realizar la tarea con un impedimento visual generaba que el juicio sobre el brillo en el campo lejano tiende a generar un efecto opuesto, esto es, lo espacial puede mantenerse sin el componente visual. En estos experimentos se concluyó que el componente utiliza en mayor medida la función espacial que la visual. Sin embargo, los autores de este estudio concluyeron que la tarea visual no era lo suficientemente sensible. Más adelante se realizaron una serie experimentos en los cuales se pedía a los participantes que asociaran dos objetos (figuras y patrones) y les pedían imaginar su interacción. Se observó que a los participantes se les facilitaba recordar los objetos que imaginaron, a su vez se encontró que el componente visual era más afectado por la imaginación tanto en los estímulos simples como en los patrones de puntos parpadeantes (McConnell & Quinn, 2000; Quinn & McConnell, 1999). Por otro lado, se ha descrito que tanto las figuras como los patrones interfieren entre sí en los procesos de retención de la información espacial y visual (López, 2011).

La incorporación del almacén episódico en el modelo multicomponente, fue el resultado de la investigación de Baddeley & Logie (1999) en la que se observa que el sistema ejecutivo es en realidad un sistema de atención sin un almacén. Debido a la flexibilidad de la memoria de trabajo, el almacén episódico o *buffer* episódico se agrega al modelo como un sistema de almacenamiento temporal capaz de guardar códigos multidimensionales que permite el vínculo ente la

memoria de trabajo y la memoria a largo plazo. El *buffer* episódico reconoce el momento, lugar o situación donde fue adquirida la información (Baddeley, 2000).

El modelo de Baddeley & Hitch (1974) asume que la información que ha ingresado a la memoria de trabajo previamente tuvo que ser percibida por un foco de atención que recoge la información del medio externo y la dirige hacia los almacenes de memoria a corto plazo. Esta postura fue retomada por Cowan (1995), quien afirmó que la memoria visual es dirigida por claves en el contexto (externas) que generan grados de activación en el sistema de memoria sensorial, o por trazos de memoria precedentes (internas) que orientan la atención hacia la ubicación de estímulos representados en la memoria (Cowan, 1988;1995). Downing (2000) propuso que las representaciones internas en la memoria de trabajo son guiadas por la atención selectiva de estímulos relevantes.

2.1.2. Modelo de la atención. Cowan (1988) desarrolló el “modelo de procesos incrustados de la memoria de trabajo” a partir del modelo de Baddeley & Hitch (1974). Este modelo asume que los procesos cognitivos se generan a partir de la atención selectiva y contempla tres almacenes de memoria divididos con respecto a su temporalidad en almacenes de orden sensorial, memoria activa y memoria a largo plazo; así como, un foco de atención.

Para Cowan (1994), el almacén sensorial cuenta con una fase breve de milisegundos de duración y una fase de mayor duración que retiene la información sensorial. La información captada es seleccionada y sometida a una codificación perceptual en la memoria activa, las características singulares del estímulo son vigiladas por la memoria a largo plazo. El filtro de atención puede seleccionar la

información para su procesamiento dentro del almacén a corto plazo de capacidad y retención limitada.

La información relevante posteriormente será almacenada en la memoria a largo plazo, la cual se divide en una memoria activa y un foco atento (Cowan, 2014). El primer conjunto incluye todos los elementos activos sin importar su modalidad. El segundo es parte de la memoria a largo plazo ya activada e incluida en el foco de atención. En este punto, la información es integrada a la red de conceptos y conocimientos del sujeto. El modelo cuenta con funciones de procesamiento automático de la información que contribuyen y facilitan el funcionamiento de la memoria de trabajo. De esta forma, el organismo puede desempeñarse en ambientes complejos que requieren de habilidades y recuerdos que van más allá de la capacidad de la memoria de trabajo (Cowan, 1994; 2014).

De acuerdo con Cowan (1995), la memoria a corto plazo es un almacén con características de la memoria a largo plazo en que la información está activada. Este almacén con capacidad limitada tiene la característica de presentar un estado de activación que asume que el organismo es consciente de la información recibida debido a su apreciación en el foco de atención. Del mismo modo, la información puede ser activada automáticamente por lo que no es consciente, pero es información que posteriormente será utilizada, por lo cual no debe olvidarse o almacenarse. Los contenidos solo pueden ser conscientes cuando se focalizan o reorientan en la atención.

La memoria a largo plazo es un almacén ilimitado en el que la información se cristaliza y puede ser retenida de forma permanente (Cowan, 1995). La información nueva genera una reorganización del conocimiento previo y es

integrada de manera jerárquica de acuerdo a su temporalidad. La información puede ser almacenada automáticamente pero normalmente ésta es preservada mediante un proceso activo (Cowan, 1995). La información que es almacenada en la memoria activa puede mantener propiedades visuales o semánticas, mientras que en el almacén a largo plazo se conservan las características acústicas (Cowan, 1995). La información pasa por diferentes filtros desde el almacén sensorial al almacén a largo plazo por lo que ésta es seleccionada mediante el foco de atención. Sin embargo, hay información que se almacena de forma intrínseca y que será consciente al momento de redireccionar el foco de atención hacia dicha información (Cowan, 1988).

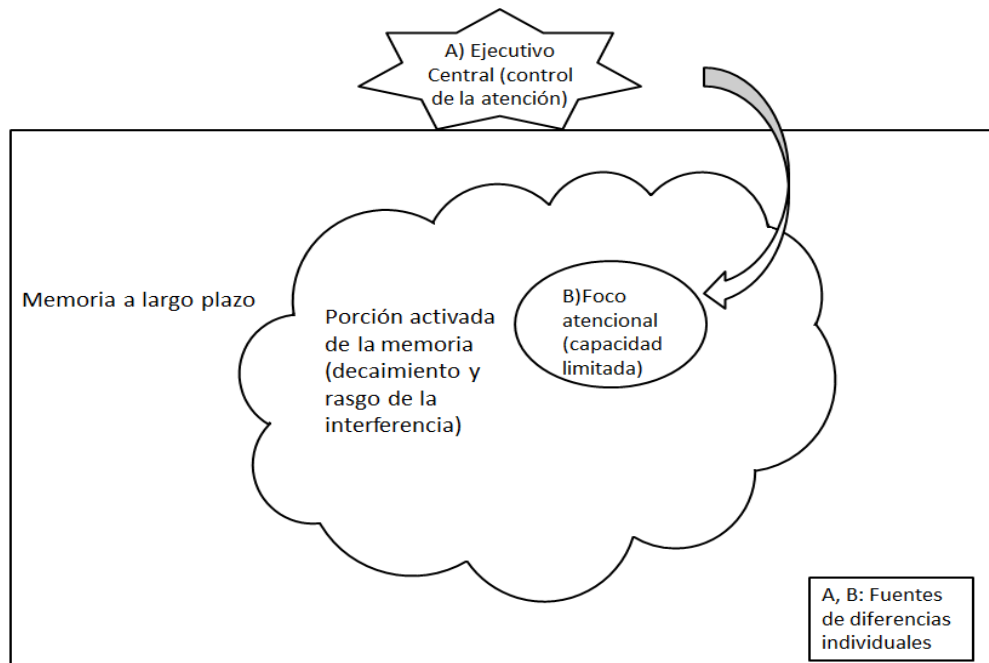


Figura 2. Representación del modelo de estructuras incrustadas. Tomada y modificada de Cowan (1988, pág. 180; 2008, pág. 18).

En el modelo de Cowan (1988), la memoria de trabajo forma parte de la memoria a largo plazo, que constituyen dos niveles de activación de las características sensoriales y categóricas en el foco de atención. El primer nivel

participa en la activación de las representaciones relevantes y, el segundo, retiene cerca de cuatro elementos significativos para ser procesados (Cowan, 2005).

Con el paso del tiempo Cowan realizó modificaciones a su modelo original (Cowan, 1988) y con el fin de resumir su obra propuso siete supuestos (Cowan, 2005):

1. Nivel general de análisis: El estímulo es captado en más de una de las modalidades sensoriales, lo que permite su exploración sensorial y semántica desde la memoria a largo plazo.
2. Procesos integrados: Los niveles activos están integrados uno dentro del otro, lo que permite la manipulación, almacenamiento e integración eficiente de la información en la memoria a largo plazo.
3. Formación de conexiones nuevas en la memoria de trabajo: La memoria de trabajo genera conexiones nuevas entre los elementos. La atención es la responsable de registrar los estímulos en la memoria a largo plazo por lo que es indispensable para la memoria de trabajo.
4. Capacidad limitada del foco de atención: La capacidad del foco de atención es de cuatro piezas (*chunks*). La memoria a largo plazo activa solo tiene límites temporales.
5. Recursos compartidos entre almacenamiento y procesamiento: La atención funciona constantemente para mantener la información en línea y procesarla de acuerdo a las metas del momento, por lo que el almacenamiento y el procesamiento comparten recursos. Sin embargo, la repetición y práctica genera una automatización que almacena la información en la memoria a largo plazo activa, facilitando el proceso.

6. Flexibilidad de la atención: La atención tiene la capacidad de realizar ajustes sobre la especificidad o los detalles de la información con el propósito de incrementar el número de elementos y de evitar la interferencia de otros estímulos. Por ello, el foco de atención tiene un margen de 4 ± 1 *chunks*.
7. Problemas no resueltos: La atención se puede controlar mediante procesos neurobiológicos independientes.

2.1.3. Mecanismos de atención. La atención selectiva percibe y extrae los rasgos preponderantes de los estímulos para generar representaciones mentales vívidas de ellos (Luria, 1984). Se han identificado dos mecanismos de la atención visual: el *bottom-up* es un proceso de pre-atención que ocurre por estímulos salientes independientemente de la tarea en curso; y el *top-down* es un proceso controlado por la voluntad y orientado por la tarea en ejecución (Ramírez Villegas & Ramírez Moreno, 2010).

En el mecanismo *bottom-up* la información procede desde las entradas sensoriales, atraviesa los análisis perceptuales y termina en las salidas motoras sin recibir ninguna retroalimentación de los centros superiores (Corbetta & Shulman, 2002); este mecanismo tiene la ventaja de ser rápido (Lakhe, 2016). Por su parte, el mecanismo *top-down* permite que la información fluya desde los centros superiores, es decir, desde el conocimiento y la experiencia, a los centros sensoriales (Corbetta & Shulman, 2002). En este mecanismo la codificación concluye cuando reúne suficientes detalles de la información por lo que conlleva tiempo (Lakhe, 2016).

En el presente estudio los mecanismos *top-down* de la atención son particularmente destacables debido a que éstos son necesarios para realizar la búsqueda de información relevante para la tarea una vez que ésta ha ingresado a la memoria de trabajo, mecanismo que se examina en este trabajo.

Ogawa & Komatsu (2004) registraron la actividad cerebral de dos macacos que fueron entrenados para discriminar los atributos de color y tamaño. El objetivo de este estudio fue determinar si las neuronas en el área V4 (19 de Brodmann) responden selectivamente a estos atributos como evidencia de que ocurren mecanismos *top-down* en esta región, lo cual se corroboró en el estudio. Este hallazgo concuerda con el encontrado por Moran y Desimone (1985), quienes observaron activación en el área V4 en monos que discriminaban unas barras de color en una localización específica. Cuando la atención es dirigida hacia uno de dos estímulos en el campo respectivo de las células del área V4, la activación del estímulo no atendido se atenúa.

Sin embargo, de acuerdo con algunos autores (Chelazzi, Miller, Duncan & Desimone, 1993), el filtrado de información irrelevante comprende dos regiones, en V4 las neuronas responden indiscriminadamente a los estímulos relevantes e irrelevantes, mientras que en la corteza temporal inferior, que recibe información de todo el campo visual, las células no responden al estímulo irrelevante.

2.2. CONTROL DE LA INTERFERENCIA

El control de la interferencia se considera una función ejecutiva que interviene en todo proceso cognitivo, ya que permite excluir a nivel perceptual la información irrelevante mientras que a nivel mental previene la interferencia de las tareas en curso. La cognición se beneficia de la inhibición de respuestas impulsivas o automáticas para lograr el uso de respuestas controladas por el sistema de atención y de funciones ejecutivas (Nee & Jonides, 2008).

Hasher & Zacks (1988) sugirieron que la eficiencia de la memoria de trabajo depende del control del procesamiento de la información. Las tareas utilizadas para estudiar la memoria de trabajo requieren la evocación selectiva de elementos relevantes para la tarea. Lo que supone que además debe existir un mecanismo que permita ignorar información irrelevante (inhibirla o suprimirla).

La interferencia se define como distractores que provienen del medio o de los almacenes de memoria, es decir, son estímulos irrelevantes que son captados por el foco atencional; generando intrusiones que afectan la carga de la memoria de trabajo (Oberauer, Lewandowsky, Farrell, Jarrold & Greaves, 2012; Cansino, Guzzon & Casco, 2013; Ziegler, Janowich & Gazzaley, 2018).

La ineficiencia de la inhibición ocupa recursos de la memoria, lo que reduce la capacidad del sistema de memoria para evocar información (Conway & Engle, 1994; Hasher & Zacks, 1988). Así mismo, este sistema es sensible a la interferencia de la información sin importar su modalidad (Daneman & Carpenter, 1980; 1983; De Beni, Palladino, Pazzaglia & Cornoldi, 1998).

De acuerdo con Hasher, Lustig & Zacks (2007), la inhibición es automática y similar entre los individuos pero su eficiencia puede disminuir con la edad; su función es la de controlar y evitar la atención hacia ideas o información irrelevante para la tarea.

El estudio del efecto del incremento de la carga de información en el control de la interferencia no se concibe como una sobrecarga de información irrelevante; en su lugar, se plantea que hay una ausencia del control de la interferencia debido a la falta de recursos adecuados, lo que presupone cierta independencia entre la carga de memoria y el control de la interferencia, aunque son mecanismos cognitivos que trabajan conjuntamente (Cansino, *et al.*, 2013; Conway & Engle, 1994).

2.2.1. MECANISMOS DE CONTROL DE LA INTERFERENCIA

Los mecanismos de control de la interferencia son sistemas que ayudan a la memoria de trabajo para realizar omisiones durante la presentación o ignorar los estímulos que lograron entrar al sistema pero no se desea su procesamiento. Estos mecanismos consisten en el control del acceso, la supresión y la restricción (Hasher, Zacks & May, 1999). Los dos primeros influyen en la memoria de trabajo.

Asimismo, se ha identificado que solamente el control de la interferencia causada por representaciones internas en la memoria es vulnerable a la dificultad de la tarea y predice el funcionamiento de la memoria de trabajo (Cansino, Guzzon, Martinelli, Barollo & Casco, 2011). Un meta-análisis de 225 estudios de resonancia magnética funcional en los que se utilizaron paradigmas que

exploraban mecanismos de control de la interferencia encontró que las redes neurales que se activan durante los mecanismos de supresión incluyen el giro frontolateral inferior derecho, la ínsula, el cíngulo medial derecho, el giro paracingulado y el giro parietal superior (Zhang, Geng & Lee, 2017).

2.2.2. MECANISMO DE ACCESO

La función de acceso es responsable de ignorar las distracciones presentes, consiste en limitar la atención hacia ciertos estímulos e ignorar otros (Cansino *et al.*, 2013; Cansino *et al.*, 2011; Dumas & Hartman, 2008; Hasher *et al.*, 2007). Se presume que este mecanismo es virtualmente automático y tiene el propósito de mantener la atención. El mecanismo de acceso influye en la velocidad de la percepción y participa en actividades como la lectura y la escucha, las cuales son más susceptibles a la captación de distractores que el sistema visual (Hasher *et al.*, 2007).

2.2.3. MECANISMO DE SUPRESIÓN

El mecanismo de supresión es el encargado de detener el procesamiento de información que no es relevante para la tarea en curso (Cansino *et al.*, 2011; 2013; Dumas & Hartman, 2008; Hasher *et al.*, 2007). El mecanismo de supresión ayuda a focalizar la atención en la información relevante por lo que es crítica para alcanzar las metas de la tarea. Asimismo, la supresión permite recuperar información del almacén de memoria a largo plazo debido a que dirige la búsqueda de la información relevante (Hasher *et al.*, 2007).

Una vez que la información ha sido filtrada sensorialmente, aquella que ingresa al sistema es evaluada y representada internamente a través de recursos cognitivos como la atención (Kinchla, Chen & Evert, 1995). La atención selectiva interna puede estudiarse experimentalmente en tareas de memoria de trabajo cuando la clave que indica cuál será la información relevante para la tarea es presentada después de la exposición de los estímulos, ya que guía la atención selectiva a las representaciones internas en la memoria (Griffin & Nobre, 2003; Kinchla *et al.*, 1995). La orientación interna depende de los procesos de atención *top-down* que a su vez ejercen la función ejecutiva de controlar la Interferencia (Kandel, Schwartz, Jeseell, Siegelbaum, & Hudspeth, 2013; Nee & Jonides, 2008; 2009).

Por otro lado, la función de restricción, cuya misión es dirigir la memoria de trabajo y detener respuestas preponderantes, actúa a nivel del sistema motor (Cansino *et al.*, 2013; Cansino, *et al.*, 2011; Dumas & Hartman, 2008).

3. MEMORIA DE TRABAJO Y CONTROL DE LA INTERFERENCIA

Dos estudios (Nee & Jonides, 2008; 2009) en humanos con la técnica de resonancia magnética funcional han explorado los mecanismos de control de la interferencia en la memoria de trabajo verbal. En ambos, la tarea consistía en presentar seis palabras en color azul o verde; antes (orientación externa) o después (orientación interna) de estas se presentaba una clave para indicar el color relevante. El desempeño y los tiempos de reacción fueron superiores cuando la clave se presentaba antes que las palabras, que después de ellas. Los

mecanismos de selección perceptual que operan cuando la clave se presenta antes que los estímulos, generó activación en regiones bilaterales orbito frontales, corteza premotora, corteza prefrontal dorsolateral y medial izquierda, y cíngulo anterior. La selección de información en la memoria que se propicia cuando la clave se presenta después de los estímulos, produjo activación en la corteza prefrontal ventrolateral y el surco intraparietal.

Por su parte, Ciaramelli, Grady & Moscovitch (2008) llevaron a cabo un estudio con resonancia magnética funcional en el que observaron activación en el lóbulo temporal medial cuando la clave permitía obtener información almacenada en la memoria de trabajo de forma automática. En cambio, cuando se requería un proceso de búsqueda activa o monitoreo se observó activación en la corteza prefrontal ventromedial.

Uno de los estudios que ha evaluado los procesos de control de la interferencia mediante estímulos viso-espaciales es el de Cansino *et al.* (2011). En este estudio se presentaron elementos Gabor como estímulos para explorar los mecanismos de control de interferencia hacia estímulos externos y representaciones internas irrelevantes. En este estudio participaron adultos jóvenes y mayores. Los resultados mostraron que los adultos mayores son tan eficientes como los adultos jóvenes para aplicar mecanismos de control cognitivo hacia estímulos externos irrelevantes, pero no para controlar representaciones internas irrelevantes. Un estudio posterior (Cansino *et al.*, 2013) en el que se utilizó la misma tarea, corroboró en adultos jóvenes que la eficiencia de los mecanismos de control de interferencia hacia representaciones internas disminuye cuando aumenta el nivel de complejidad de la tarea.

Por su parte, Palladino, Mammarella & Vecchi (2003) examinaron el control inhibitorio en tareas de memoria de trabajo viso-espacial y observaron que los errores de intrusión (evocación de estímulos que debieron ser ignorados) son más propensos a ocurrir cuando el número de objetivos incrementa, concluyendo que la memoria de trabajo es sensible a los niveles de la interferencia. De esta forma se demuestra que al reducir la carga cognitiva favorece el procesamiento de información viso-espacial (Oberauer *et al.*, 2005).

La mayoría de los estudios (Daneman & Carpenter, 1980; 1983; De Beni *et al.*, 1998) que han examinado mecanismos de control de la interferencia han utilizado tareas en las que se muestran estímulos verbales que demandan procesos adicionales como la comprensión del lenguaje o la capacidad para contar números. En cambio, las tareas que emplean información viso-espacial omiten estos procesos adicionales que varían en función de las habilidades verbales de las personas y reducen la carga cognitiva (Oberauer *et al.*, 2005; Palladino *et al.*, 2003).

4. JUSTIFICACIÓN

Los mecanismos de supresión de información irrelevante una vez que ésta ha ingresado a la memoria de trabajo operan junto con mecanismos de atención selectiva de información relevante para la tarea en curso. Las investigaciones previas que han utilizado tareas viso-espaciales (Cansino *et al.*, 2011; Cansino *et al.*, 2013; Palladino *et al.*, 2003) para examinar los mecanismos de supresión, han concluido que estos mecanismos son altamente influenciados por la dificultad de la tarea. Diversos estímulos han sido utilizados en estos estudios, por ejemplo, Palladino *et al.*, (2003) utilizaron matrices en las que se incrementaban el número de palabras a recordar. Por su parte, Cansino *et al.* (2011; 2013) incrementaron el número de elementos Gabor a recordar con el fin de aumentar la dificultad de la tarea. Por lo tanto, en estos estudios se manipuló la carga de información en la memoria de trabajo que debía ser recordada y su efecto en los mecanismos de supresión. El presente estudio tuvo por objetivo examinar si los mecanismos de supresión son sensibles al incremento de las características visuales de los estímulos como ha ocurrido cuando se incrementa el número de estímulos a recordar. En particular, se empleó una tarea de memoria de trabajo en la que se utilizaron círculos como estímulos, la interferencia se incrementó a través de aumentar el número de colores dentro de los círculos de uno a tres colores distintos de tal forma que la presentación de un color equivale al nivel de interferencia uno y así sucesivamente. A diferencia de los estudios previos, la cantidad de estímulos a recordar fue siempre uno y lo que se incrementó fue la complejidad visual del estímulo. De esta forma se examinó si la supresión es vulnerable al incremento de la interferencia causada por los colores, como ocurre

con el incremento en la cantidad de elementos a recordar. Al igual que en los estudios previos se presentó la clave indicando la información relevante para la tarea después de que se presentaron los estímulos, para provocar los procesos de supresión y atención selectiva interna.

5. MÉTODO

5.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El desempeño en una tarea de memoria de trabajo viso-espacial disminuye conforme se incrementa el nivel de interferencia durante la tarea?

5.2. OBJETIVO

Examinar si los mecanismos de supresión son sensibles al incremento de las características visuales de los estímulos como ha ocurrido cuando se incrementa el número de estímulos a recordar.

5.3. HIPÓTESIS

El porcentaje de respuestas correctas en la tarea de memoria de trabajo es significativamente menor conforme se incrementa el nivel de interferencia.

Los tiempos de reacción durante las respuestas correctas en la tarea de memoria de trabajo son significativamente mayores conforme se incrementa el nivel de interferencia.

5.4. VARIABLES

Variable independiente:

- Niveles de Interferencia: Número de colores en los estímulos (1, 2 ó 3 colores).

Variables dependientes:

- Porcentaje de respuestas correctas en la tarea de memoria de trabajo.

- Tiempos de reacción durante las repuestas correctas en la tarea de memoria de trabajo, medidos en milisegundos (mseg) a partir de la presentación del estímulo prueba.

5.5. PARTICIPANTES

Participaron de manera voluntaria 30 adultos (15 mujeres) con una media de edad de 24.2 ± 2.1 años y una media de años de estudio de 16.4 ± 1.2 . Los criterios de inclusión fueron el tener entre 21 y 30 años de edad, visión normal o corregida a lo normal medida a través de la carta de Snellen y un mínimo de 12 años de escolaridad. Los criterios de exclusión fueron la adicción a drogas o alcohol, consumir medicamentos que alteren el funcionamiento del sistema nervioso durante los últimos seis meses y padecer alteraciones psiquiátricas o neurológicas.

5.6. APARATOS

Se utilizó una computadora PC, dos monitores de 17" y dos cajas de respuestas con una sola tecla cada una. El experimento se controló mediante el software *E-prime* Versión 2.0 de *Psychology Software Tools*.

5.7. ESTÍMULOS

Se emplearon círculos de 1 centímetro de diámetro conformados por uno, dos o tres colores (Figura 3). Se emplearon 126 círculos de un solo color, 350 de dos colores y 350 de tres colores. Los colores empleados para la realización del

experimento fueron 126 y los niveles dos y tres son combinaciones azarosas de estos mismos. Ninguno de los colores se repitió dentro del mismo ensayo.



Figura 3. Ejemplo de los tipos de estímulos que se emplearon.

5.8. PROCEDIMIENTO

Se llevaron a cabo dos sesiones. Durante la primera sesión se evaluó la agudeza visual mediante la carta de Snellen y se llevó a cabo una entrevista a los participantes para determinar si reunían los criterios para participar en el estudio. Durante la segunda sesión, los participantes realizaron la tarea de memoria de trabajo. Esta sesión se llevó a cabo en una cámara sonoamortiguada iluminada con luz tenue. Los sujetos se sentaron a 70 cm del monitor. Las dos cajas de respuesta se colocaron en los brazos del sillón al alcance de los dedos índice de cada mano. Las teclas que se asignaron para responder a los dos tipos de respuesta en la tarea se contrabalancearon entre los participantes. Primero el participante realizó una breve versión de la tarea como práctica, y enseguida realizó la tarea experimental. Al final de esta, se le cuestionó sobre la estrategia utilizada.

5.9. TAREA DE MEMORIA DE TRABAJO

Los participantes realizaron seis bloques de 36 ensayos cada uno. En cada ensayo se presentó solo un tipo de círculo, de uno, dos o tres colores, cada

condición (nivel de interferencia) contó con 72 ensayos. Los tipos de ensayo con círculos de diferente número de colores se presentaron al azar y en la misma proporción en los tres bloques. Cada ensayo comenzó con la presentación de un círculo de color negro en el centro de la pantalla (ángulo visual de 0.5° de diámetro) durante 200 mseg, como punto de fijación, después la pantalla permanecía en blanco durante 1000 mseg. A continuación, se presentaron de manera secuencial cinco círculos como estímulos *test* (diámetro de 0.82° de ángulo visual) durante 500 mseg cada uno. Cada círculo se presentó al azar en una de las 36 posibles posiciones de una matriz imaginaria de 6 x 6. Sólo los límites externos de la matriz se mostraron mediante un marco negro de 6 x 6 cm (4.91° de ángulo visual horizontal y vertical). Después de la presentación de los círculos, la pantalla permaneció en blanco durante 1000 mseg y en seguida se proyectó al azar durante 300 mseg una cruz en una de las cinco posiciones en las que se presentaron los círculos. Después de un periodo de 1000 mseg en el que la pantalla permaneció en blanco, se presentó por 1000 mseg al centro de la matriz, al azar, uno de los cinco estímulos de color presentados previamente (estímulo prueba). Posteriormente, la pantalla permaneció en blanco durante 3000 mseg. Los participantes podían responder a partir de la presentación del estímulo prueba hasta el periodo de 3000 mseg (Figura 4).

La tarea consistió en indicar si el estímulo prueba era o no el mismo que se presentó en la posición señalada por la clave o no era igual por medio de las teclas de las cajas de respuesta.

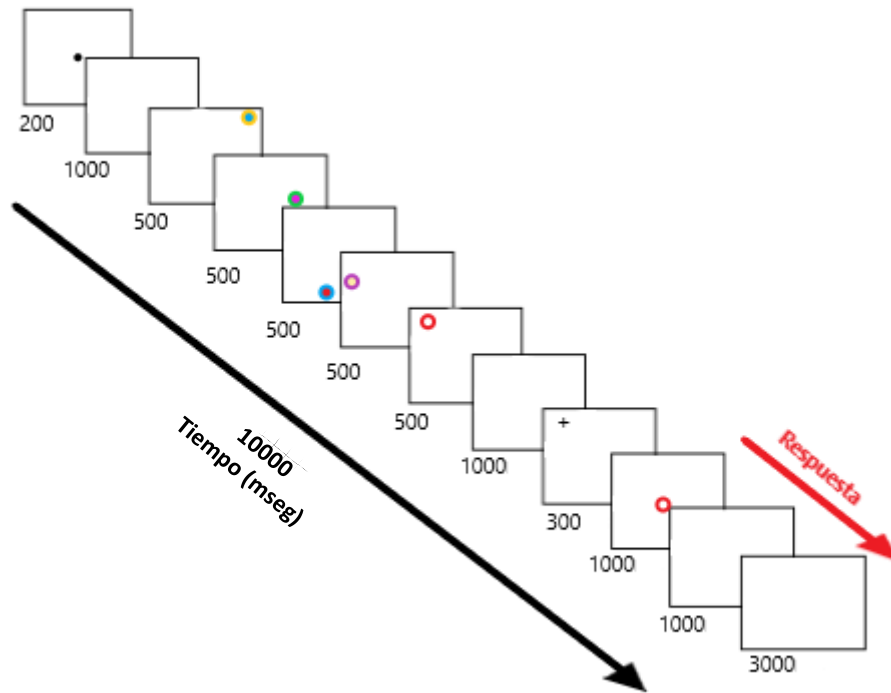


Figura 4. Eventos y duración de cada uno de ellos en los ensayos de la tarea de memoria de trabajo.

5.10. ANALISIS DE DATOS

Los datos crudos de cada participante fueron promediados para cada una de las condiciones. Esta media fue promediada de forma grupal para cada una de las condiciones. Tomando los datos grupales para las tres condiciones; se analizaron por separado el porcentaje de respuestas correctas y los tiempos de reacción mediante ANOVAs de medidas repetidas con el factor nivel de interferencia (círculos de uno, dos y tres colores), se utilizó el coeficiente de Greenhouse-Geisser (ϵ) para corregir los grados de libertad y la eta cuadrada (η^2) para reportar el tamaño del efecto. Se utilizó la prueba post hoc Diferencia Honestamente Significativa de Tukey. Se consideraron significativos los resultados con una probabilidad $< .05$.

6. RESULTADOS

El ANOVA realizado con los porcentajes de aciertos resultó significativo, $F(2,58) = 10.29$, $p < .001$, $\varepsilon = .96$, $\eta^2 = .26$. Los análisis post hoc demostraron que los porcentajes de respuestas correctas en el primer nivel de interferencia (círculos de un color) son mayores que los del segundo nivel de interferencia (círculos de dos colores) y de los del tercer nivel de interferencia (círculos de tres colores), pero no se observaron diferencias significativas entre los aciertos del segundo y del tercer nivel de interferencia (Figura 5). Del mismo modo, el ANOVA realizado con los tiempos de reacción resultó significativo, $F(2,58) = 10.69$, $p < .001$, $\varepsilon = .79$, $\eta^2 = .26$. Los análisis post hoc revelaron que los tiempos de reacción en el primer nivel de interferencia son menores de los del segundo nivel de interferencia y de los del tercer nivel de interferencia, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tiempos de reacción del segundo y tercer nivel de interferencia (Figura 6).

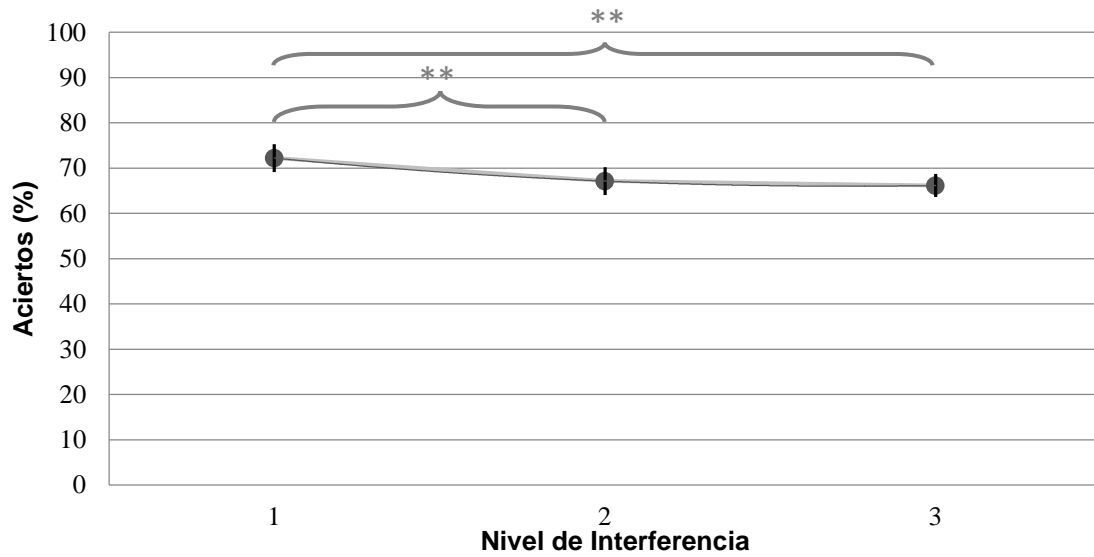


Figura 5. Porcentaje promedio de aciertos en los tres niveles de interferencia. Las líneas de dispersión muestran el error estándar. Los corchetes indican entre qué niveles de interferencia se observaron diferencias significativas.

** $p \leq 0.001$

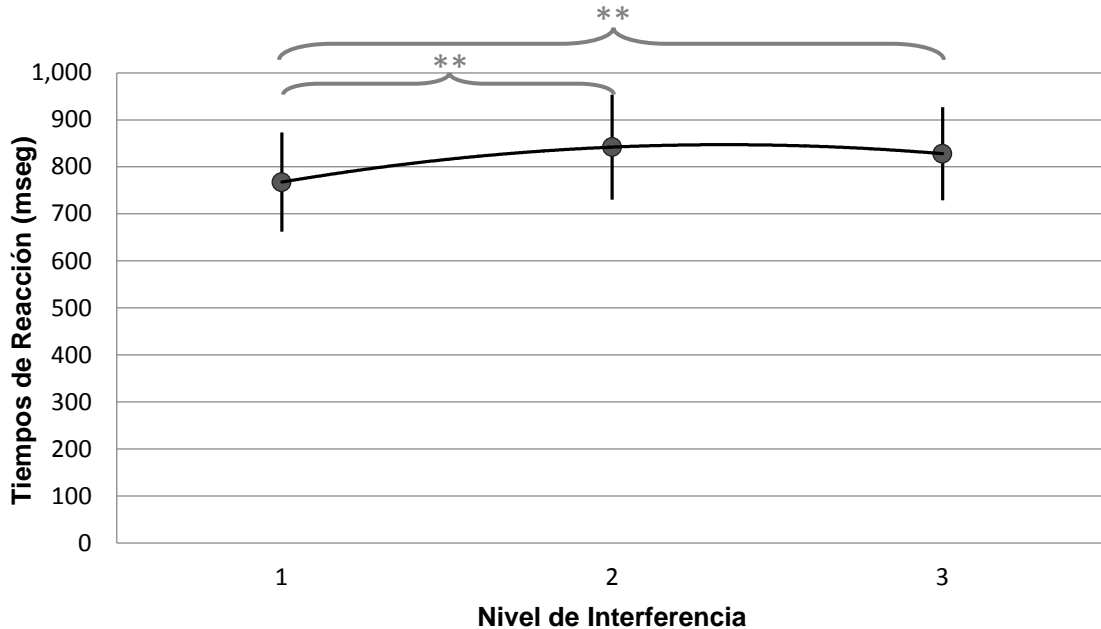


Figura 6. Tiempos de reacción durante los aciertos en los tres niveles de interferencia. Las líneas de dispersión muestran el error estándar. Los corchetes indican entre qué niveles de interferencia se observaron diferencias significativas.

** $p \leq 0.001$

7. DISCUSIÓN

El desempeño en la tarea de memoria de trabajo viso-espacial disminuyó, tanto en términos de menores porcentajes de respuestas correctas como mayores tiempos de reacción, cuando se incrementó el nivel de interferencia de los estímulos a codificar a través de aumentar su número de colores. Sin embargo, contrario a lo esperado, el incremento de la interferencia no tuvo un efecto lineal en el porcentaje de respuestas correctas ni en los tiempos de reacción. Por el contrario, se observó un menor desempeño por igual cuando los estímulos tenían dos o tres colores. Esto claramente indica que basta con que el número de colores sea superior a uno para generar un nivel de interferencia que afecte el desempeño de los individuos, es decir, el incremento de los colores genera una mayor carga cognitiva y produce el incremento de respuestas incorrectas. Así, el incremento en el número de colores no es una variable que aumente de manera efectiva el nivel de interferencia de los estímulos. Sin embargo, este resultado también puede deberse a que los participantes emplearon alguna estrategia para controlar la interferencia independientemente del número de colores. Una de ellas puede ser poner atención únicamente al color concéntrico de los círculos o al color central de los círculos y comparar solo este color con el estímulo prueba; de esta forma, no sería relevante el número de colores en los círculos para responder a la tarea. Sin embargo, el hecho de que otros colores estén presentes en el círculo sí causa cierto nivel de interferencia puesto que el desempeño disminuyó en comparación con el que se observó con círculos constituidos por un solo color, los cuales podemos considerar como carentes de un nivel de interferencia.

Debe resaltarse que el uso de colores de los círculos y su cercanía en la saturación o luminosidad es propiamente parte de la interferencia que se esperaba por el tipo de manipulación, podemos considerar que pese a que los participantes no están dotados de habilidades especializadas para la discriminación de los colores, su desempeño fue alto en las tres condiciones por lo cual se considera un elemento visual potencialmente favorecedor. El uso de este diseño dota de más información de cómo el sistema interpreta el color y su discriminación no verbal entre similares.

La característica de color es un atributo sugerentemente más atractivo para su manipulación, debido a que la carga cognitiva requerida es menor para su control, en comparación con características utilizadas en otras situaciones experimentales similares de memoria de trabajo donde los elementos presentados causaban interferencia entre sí mismos (patrones y figuras)(López, 2011).

Los hallazgos del presente estudio coinciden con los de otros estudios (Cansino *et al*, 2011; 2013) en los que se ha visto que el control de la interferencia se ve afectado cuando las características del estímulo se incrementan. Sin embargo, y siguiendo el modelo de Cowan (2008), los mecanismos de supresión que controlan la interferencia pueden modularse para que cuando hay más información en juego, se puedan abstraer claves mínimas suficientes para seguir resolviendo la tarea pese a que la interferencia se incrementa por medio de círculos de más colores. En la tarea era necesario que los participantes orientaran su atención selectivamente a las representaciones internas (ya procesadas), que en este caso consistía en buscar el estímulo que coincidía con el estímulo prueba entre las representaciones mentales de cinco posibles estímulos; este número de

estímulos se encuentra claramente en los límites de la Memoria de Trabajo (Daneman & Carpenter, 1980; Wheeler & Treisman, 2002; Griffin & Nobre, 2003).

Otra posible estrategia que pudieron haber adoptado los participantes para evitar que el número de colores interfiriera en la tarea podría haber sido abstraer el estímulo como una entidad única con todas sus características (colores) integradas en una sola pieza o *chunk* (Griffin & Nobre, 2003), esto seguramente resultaría en una estrategia altamente eficiente que anularía el efecto de los colores. Sin embargo, el hecho de que el desempeño fuera inferior en los ensayos con estímulos multicolores que en aquellos con estímulos de un solo color, indica que integrar los estímulos de colores en una sola representación implica un mayor esfuerzo, lo que se refleja en el desempeño de los participantes. Esta interpretación coincide con el modelo de Cowan (1988; 2008), en el que se propone que la atención tiene la capacidad de ajustar la especificidad del detalle de los estímulos para no generar un incremento de interferencia de otros estímulos. Los rasgos preponderantes de los estímulos son los que son procesados de manera selectiva por el sistema de memoria de trabajo. Se trata de un mecanismo de filtrado de información similar a como opera la atención selectiva y el proceso de acceso pero a nivel de la memoria de trabajo. Este mecanismo genera una menor carga de trabajo para el mecanismo de supresión, lo que se refleja en un mejor desempeño en la tarea.

Este estudio demuestra que los estímulos de tres colores no generaron mayor interferencia que los estímulos de dos colores para propiciar un decremento en la cantidad de aciertos ni mayores tiempos de reacción, como en otros estudios de orden viso-espacial en los que se emplean estímulos Gabor (Cansino *et al*,

2011). Por lo tanto, el color es un atributo visual que puede manipularse de tal forma que su incremento en número no interfiera en su codificación y recuperación ulterior. Al parecer este atributo puede procesarse sin necesidad de utilizar otras funciones como la denominación, como ocurre en otros tipos de estímulos. Esto coincide con la propuesta de Oberauer *et al.* (2005) de que la carga cognitiva es menor cuando se manipulan elementos visuales que cuando se operan otro tipo de elementos, como los verbales.

Los tiempos de reacción durante los aciertos encontrados en este estudio son congruentes con los hallazgos de estudios similares (Cansino *et al.*, 2013; Oberauer, 2001), en los que se observa que cuando operan mecanismos de supresión, la respuesta promedio esperada después de la presentación del estímulo prueba es de aproximadamente 700 mseg. En el presente estudio se observaron tiempos de reacción similares a pesar de que se emplearon secuencias de cinco estímulos, lo que difiere de los estudios previos. El tiempo que se requiere para resolver la tarea con estímulos de más de un color es aproximadamente de 70 mseg mayor que el tiempo requerido con estímulos de un solo color, con ausencia de interferencia.

Inmediatamente después del experimento se les preguntaba a los participantes qué estrategia utilizaron para contestar la tarea. Sus respuestas revelaron que los participantes emplearon múltiples estrategias que no tienen consistencias en ellas; ejemplificando los recursos alfa-numéricos, como asignar un nombre al color o ubicación del color dentro del círculo. Sin embargo, debido a que en la tarea se mostraron al azar 126 diferentes colores, era difícil denominar los colores debido a que presentaban tonos similares entre círculos y dentro del

mismo círculo variando los niveles de saturación y luminosidad, por lo que esta estrategia no resulta adecuada y no puede utilizarse en todos los ensayos. De hecho se ha observado que la denominación incrementa los errores (Oberauer *et al.*, 2005; Palladino *et al.*, 2003) en tareas similares.

8. CONCLUSIÓN

El empleo de diferentes cantidades de colores inmersos dentro de los estímulos ejerce interferencia cuando se emplea la memoria de trabajo debido a que el porcentaje de respuestas correctas disminuyó y los tiempos de reacción aumentaron en comparación de cuando se emplearon estímulos constituidos por un solo color. Sin embargo, la interferencia que causan los estímulos multicolores es equivalente, independientemente si estos estímulos están constituidos por dos o tres colores. Lo que sugiere que el cerebro es capaz de utilizar estrategias que impiden que el incremento en el número de colores en los estímulos tenga un efecto lineal sobre el desempeño en la tarea de memoria de trabajo.

9. LIMITACIONES Y SUGERENCIAS

Una limitación del estudio es que solo se emplearon estímulos de uno, dos o tres colores. Por lo que se sugiere llevar a cabo experimentos en los que se incremente el número de colores dentro de los estímulos para incrementar la interferencia, y determinar si efectivamente el número de colores tiene un efecto sobre el desempeño en la tarea de memoria.

Otra limitación del estudio es que solo se obtuvieron respuestas conductuales. Por lo que se sugiere llevar a cabo experimentos con registros fisiológicos como potenciales relacionados a eventos o resonancia magnética funcional para determinar las regiones responsables del control de la interferencia en la tarea de memoria de trabajo como lo son las áreas pre frontales y las áreas propias del procesamiento visual, y con el propósito de establecer la relación de los mecanismos neurofuncionales entre las áreas y el incremento del nivel de la interferencia.

10. REFERENCIAS

- Allen, R. J., Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2014). Evidence for two attentional components in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 40(6), 1499–1509. doi:10.1037/xlm0000002
- Baddeley, A. (1986). Working memory. *New York, NY: Oxford Psychology Series, no. 11/Clarendon Press.*
- Baddeley, A. (2006). Working Memory: An Overview. In S. Pickering (Ed.), *Working Memory and Education*. (pp.1-31). University of York. Academic Press. doi: 10.1016/B978-012554465-8/50003-X
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of learning and motivation*. 8, 47-89. Academic Press
- Baddeley, A., & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. In R. S. Nickerson (Ed.), *Attention and Performance VIII* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (28-61). New York, NY, US: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139174909.005
- Cansino, S., Guzzon, D., & Casco, C. (2013). Effects of interference control on visuospatial working memory, *Journal of Cognitive Psychology*, 25(1), 51-63. doi: 10.1080/20445911.2012.739155
- Cansino, S., Guzzon, D., Martinelli, M., Barollo, M., & Casco, C. (2011). Effects of aging on interference control in selective attention and working memory. *Memory and cognition*, 39, 1409-1422. doi: 10.3758/s13421-011-0109-9
- Ciaramelli, E., Grady, C. L., & Moscovitch, M. (2008). Top-down and bottom-up attention to memory: A hypothesis (AtoM) on the role of the posterior parietal cortex in memory retrieval. *Neuropsychologia*, 46(7), 1828–1851. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2008.03.022
- Chelazzi, L., Miller, E. K., Duncan, J., & Desimone, R. (1993). A neural basis for visual search in inferior temporal cortex. *Nature*, 363(6427), 345–347. doi:10.1038/363345a0

- Conway, A. R. A., & Engle, R. W. (1994). Working memory and retrieval: A resource-dependent inhibition model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 354-373. doi:10.1037/0096-3445.123. 4.354
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201–215. doi:10.1038/nrn755
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, 104(2), 163-191. doi:10.1037/0033-2909.104.2.163
- Cowan, N. (1995). Attention and memory: An integrated framework. *New York, NY: Oxford University Press*.
- Cowan, N. (1999). An Embedded-Processes Model of Working Memory. In A Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control* (62-101). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139174909.006
- Cowan, N. (2005). Working memory capacity. Hove, East Sussex: Psychology Press.
- Cowan, N. (2014). Working memory underpins cognitive development, Learning, and education. *Educational Psychology Review*, 26(2): 197–223. doi:10.1007/s10648-013-9246-y
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term and working memory? *Progress in Brain Research*, 169: 323–338. doi:10.1016/S0079-6123(07)00020-9.
- Daneman, M. & Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 19, 450-466. doi: 10.1016/S0022-5371(80)90312-6
- Daneman, M., & Carpenter, P.A. (1983). Individual differences in integrating information between and within sentences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 9, 561-583. doi: 10.1037/0278-7393.9.4.561
- De Beni, R., Palladino, P., Pazzaglia, F., & Cornoldi, C. (1998). Increases in intrusion errors and working memory deficit of poor comprehenders. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, 51, 305–320. doi:10-1080/713755761

- Downing, P. E. (2000). Interactions between visual working memory and selective attention. *Psychological Science*, 11, 467–473. doi: 10.1111/1467-9280.00290
- Dumas, A. J., & Hartman, M. (2008). Adult age differences in the access and deletion functions of inhibition. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 15, 330357. doi:10.1080/13825580701534601
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2003). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. *The Psychology of Learning and Motivation*. 44, 145-199. doi: 10.1016/S0079-7421(03)44005-X
- Eriksson, K. A., & Vogel, E. K., Lansner, A., Bergström, F., & Nyberg, L. (2015) Neurocognitive Architecture of Working Memory. *Neuron*, 88(1), 33-46. doi:10.1016/j.neuron.2015.09.020
- Griffin, I. C., & Nobre, A. C. (2003). Orienting attention to locations in internal representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 1176-1194. doi:10.1162/089892903322598139
- Hasher, L. & Zacks, R. T. (1988). Working Memory, Comprehension, and Aging: A Review and a New View. *The Psychology of Learning and Motivation*. Vol. 22. 193-225. doi: 10.1016/S0079-7421(08)60041-9
- Hasher, L., Zacks, R. T., & May, C. P. (1999). Inhibitory control, circadian arousal, and age. In D. Gopher & A. Koriat (Eds.), *Attention and performance. Attention and performance XVII: Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application* (pp. 653-675). Cambridge, MA, US: The MIT Press.
- Hasher, L., Lustig, C., & Zacks, R. (2007). Inhibitory mechanisms and the control of attention. *Variation due to normal and pathological aging* (pp. 227-249) New York: Oxford University Press.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jeseell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2013). *Principles of neural science*. Mc Graw Hill.
- Kinchla, R. A., Chen, Z., & Evert, D. (1995). Precue effects in visual search: ¿Data or resource limited? *Perception and Psychophysics*, 57, 441–450 doi: 10.3758/BF03213070
- Lakhe, B. (2016). Practical hadoop migration: How to integrate your RDBMS with the Hadoop ecosystem and re-architect relational applications to NoSQL.USA: Apress. doi: 10.1007/978-1-4842-1287-5

- López, M. (2011). Memoria de trabajo y aprendizaje: Aportes de la neuropsicología. *Cuaderno de Neuropsicología*. Universidad Católica Argentina, Buenos Aires. 5(1), 25-47.
- Luria, A. R. (1987). Atención y memoria (Pedro Mateo Merino, Trad.). Barcelona. (Obra original publicada en 1984).
- McConnell, J., & Quinn, J. G. (2000). Interference in Visual Working Memory. *The quarterly journal of experimental psychology*, 53A(1), 53-67. doi: 10.1080/713755873
- Montejo Cruz, A. I. (2014). Mecanismos de Inhibición de la memoria de trabajo viso-espacial en adultos jóvenes y mayores (tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Moran, J., & Desimone, R. (1985). Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex. *Science*, 229(4715), 782-784. doi:10.1126/science.4023713
- Nee, D., & Jonides, J. (2008). Dissociable interference-control processes in perception and memory. *Psychological Science* 19(5), 490-500. doi:10.1111/j.1467-9280.2008.02114.x
- Nee, D., & Jonides, J. (2009). Common and distinct neural correlates of perceptual and memorial selection. *NeuroImage*, 45, 963-975. doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.01.005
- Neisser, U. (1967). *Cognitive Psychology*. New York: Appletton Century Crofts.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation. Advances in research and theory*. Vol. 4 (pp. 1-18). New York: Plenum Press.
- Oberauer, K. (2001). Removing irrelevant information from working memory: A cognitive aging study with the modified Sternberg task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 948-957. doi:10.1037/0278-7393.27.4.948
- Oberauer, K., Schulze, R., Wilhelm, O., & Sußb, H. M. (2005). Working memory and intelligence: Their correlation and their relation: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131, 61-65. doi:10.1037/0033-2909.131.1.61
- Oberauer, K., Lewandowsky, S., Farrell, S., Jarrold, C., & Greaves, M. (2012). *Modeling working memory: An interference model of complex span*.

Psychonomic Bulletin & Review, 19(5), 779–819. doi:10.3758/s13423-012-0272-4

Ogawa, T. & Komatsu, H. (2004). Target selection in área V4 during a multidimensional visual search task. *The Journal of Neuroscience*, 24(28): 6371-6371 doi: 0.1523/JNEUROSCI.0569-04.2004

Palladino, P., Mammarella, N., & Vecchi, T. (2003). Modality-specific effects in inhibitory mechanisms: The interaction of peripheral and central components in working memory. *Brain and Cognition*. 53(2), 263-267. doi: 10.1016/S0278-2626(03)00123-4

Quinn, J. G., & McConnell, J. (1999). Manipulation of Interference in the Passive Visual Store. *European Journal of Cognitive Psychology*, 11(3), 373-389. doi: 10.1080/713752322

Ramírez-Villegas, J. F., & Ramírez-Moreno, D. F. (2010). Una revisión de modelos de atención visual Bottom-up neurobiológicamente inspirados. *El Hombre y la Máquina*, (35), 143-152

Repovš, G., & Baddeley, A. J. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience* Vol. 139, pp. 5-21. doi: 10.1016/j.neuroscience.2005.12.061

Rodríguez-Villagra, O. A. (2015). Modelos de variables latentes, modelación cognitiva y memoria de trabajo: un punto de encuentro. *Actualidades en Psicología*. 29(119), 43-62. doi: 10.15517/ap.v29i119.18850

Santalla, Z. (2000). El sistema de memoria humano: memoria episódica y semántica. *Publicaciones UCAB*, Venezuela: UCAB.

Tirapu Ustárrroz, J., & Grandi, F. (2016). Sobre la memoria de trabajo y la memoria declarativa: propuesta de una clarificación conceptual. *Panamerican Journal of Neuropsychology*. 10(3),13-31. doi: 10.7714/CNPS/10.3.201

Wheeler, M. E., & Treisman, A. M. (2002). Binding in Short-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131, 48-64. doi:10.1037/0096-3445.131.1.48

Zhang, R., Geng, X., & Lee, T. M. C. (2017). Large-scale functional neural network correlates of response inhibition: an fMRI meta-analysis. *Brain Structure and Function*, 222(9), 3973–3990. doi:10.1007/s00429-017-1443-x

Ziegler, D. A., Janowich, J. R., & Gazzaley, A. (2018). *Differential Impact of Interference on Internally- and Externally-Directed Attention*. *Scientific Reports*, 8(1). doi:10.1038/s41598-018-20498-8