



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

MECANISMOS DE ORIENTACIÓN INTERNA Y
EXTERNA EN LA MEMORIA DE TRABAJO
VISOESPACIAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO
EN PSICOLOGIA

P R E S E N T A:

GUILLERMO GEOVANNY TOVAR VAZQUEZ

DIRECTORA DE TESIS: DRA.
CARMEN SELENECANSINO ORTIZ

REVISOR DE TESIS: DRA.
MARTHA PATRICIA TREJO
MORALES

SINODALES:
LIC. MARIA EUGENIA DE LOURDES DORANTES
GUEVARA
DR. ANTONIO PAULINO ZAINOS ROSALES
DR. ANGEL EUGENIO TOVAR Y ROMO

CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2021

Facultad
de Psicología



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 IG300618, IG300121).

“El león, fuerte entre todos los animales, que no vuelve atrás por nadie;”

Proverbios 30:30

Agradecimientos

Agradezco a Dios y a la vida por permitirme llegar hasta este punto de mi vivir y lograr esta meta.

Agradezco a mi padre el Arq. Guillermo y a mi madre la Lic. Silvana por darme la vida, por enseñarme a ser responsable, a trabajar arduamente y a siempre estar activo. Por su amor y su cariño para hacerme un campeón.

Agradezco a mi hermano Kevin por su compañerismo y por tomarme como ejemplo a seguir.

Agradezco a mi abuelita Lupe, por enseñarme la abundancia en todos los aspectos y por apoyarme todo este tiempo desde mi primaria.

Agradezco a mi abuelita Gloria por su sabiduría y su denuedo para advertirme en varias ocasiones.

Agradezco a mis primos Jonathan, Lore y Jenny por sus risas, los bellos momentos que pasamos y las reconciliaciones que nos siguen manteniendo unidos

A mis tíos Genaro, Alfredo, Mary Elena, Silverio y Elena por siempre cuidarme en los momentos difíciles por otorgarme su apoyo y su cuidado.

Agradezco profundamente al Lic. Cesar, a la Lic. Jaqueline y al Lic. Pablo por su apoyo durante mi estadía en el laboratorio de Neurocognición, ya que sin ustedes no hubiera podido realizar este trabajo académico.

Agradezco profundamente a la Dra. Selene Cansino por apoyarme, darme ánimo para empezar y para concluir este trabajo de tesis, sin usted no lo hubiera podido lograr.

A mis sinodales, la Dra. Patricia, el Dr. Zainos. la Lic. María Eugenia y el Dr. Ángel, por su

esfuerzo y su dedicación para revisar todas mis entregas y por sus comentarios sobre mi trabajo, así como su presencia durante mi examen profesional.

*“¡Luchad! ¡Luchad como un caballero intentando ganar el amor de su dama! ¡Cambiad!
¡No seáis el mismo Tulio!... ¡Cambiad en tu carácter, cambia todo tú! ¡Ama, no quieras no
amar por que no te amaron! ¡Lucha!”*

“Lucha, cambia, ama. ¡Vive!”

Vittoria

Dedicatorias

A mi abuelito “Chucho”, porque siempre fue su chato. Te recuerdo con mucha frecuencia.

A mi bisabuelita Ana María “Mami”, por el amor y el cobijo en tu casa, todos juntos como familia.

A mi abuelita Elena, por tu tenacidad, tu temple y carácter siempre impecable.

A mi abuelita Lupe. Porque sin ti esto no hubiera sido realidad, enseñándome a como cumplir los sueños.

RESUMEN

La memoria de trabajo permite el procesamiento de la información por un periodo breve de tiempo para apoyar distintas funciones como el lenguaje o el cálculo aritmético y se caracteriza por ser de capacidad limitada. El contenido de este tipo de memoria es susceptible a la interferencia causada por estímulos irrelevantes del ambiente durante la orientación externa o por representaciones internas durante la orientación interna.

El objetivo del presente estudio fue comparar los mecanismos de control de la interferencia durante la orientación externa y la orientación interna en una tarea de memoria de trabajo visoespacial, la cual consistió en recordar el estímulo que se presentó en una posición determinada. Participaron 15 hombres y 15 mujeres entre 21 y 30 años de edad.

Se presentó una clave para indicar la posición del estímulo relevante *antes* de la presentación de los estímulos muestra para examinar los mecanismos de orientación externa y una clave para determinar la posición del estímulo relevante *después* de la presentación de los estímulos muestra para examinar los mecanismos de orientación interna.

El porcentaje de respuestas correctas fue mayor y los tiempos de reacción fueron menores en la condición de orientación externa en comparación con los que se obtuvieron en la condición de orientación interna, lo que indica que estos últimos demandan mayores recursos de atención que los mecanismos de orientación externa.

Palabras clave: *memoria de trabajo, memoria de trabajo visoespacial, orientación interna, orientación externa y control de la interferencia.*

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	9
1.1. Memoria de trabajo	9
1.2. Modelos de la memoria de trabajo	9
1.3. Memoria visoespacial	12
1.4. Control de la interferencia en la memoria de trabajo	12
1.5. Mecanismos de orientación externa e interna	14
2. JUSTIFICACIÓN	21
3. MÉTODO	22
3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	22
3.2. HIPÓTESIS	22
3.3. VARIABLES	22
3.4. PARTICIPANTES	23
3.5. APARATOS	23
3.6. PUNTO DE FIJACIÓN, CLAVE Y ESTÍMULOS MUESTRA Y PRUEBA	24
3.7. PROCEDIMIENTO	24
3.8. TAREA DE MEMORIA DE TRABAJO	25
3.9. ANÁLISIS DE DATOS	26
4. RESULTADOS	27
5. DISCUSIÓN	29
6. CONCLUSIÓN	35
REFERENCIAS	36

1. ANTECEDENTES

1.1. Memoria de trabajo

La memoria de trabajo se define como un sistema de capacidad limitada que almacena información en forma temporal y la manipula en diferentes modalidades perceptuales, como la fonológica y la visual (Baddeley, 2000; Cornoldi, Bassani, Berto & Mammarella, 2007; Ustárroz & Grandi, 2016). Este tipo de memoria ha sido ampliamente estudiada desde su introducción por Baddeley y Hitch (1974, citado en Baddeley, 2000).

1.2. Modelos de la memoria de trabajo

El modelo propuesto por Baddeley y Hitch (1974, citado en Baddeley, 2000) fue el primer modelo para explicar la memoria de trabajo, constituido por tres elementos: el ejecutivo central, el bucle fonológico y la agenda visoespacial. El ejecutivo central es el que asume el control de la atención y controla a los dos elementos restantes, los cuales son sistemas subordinados con capacidades específicas para procesar la información que reciben (input) de los diferentes sistemas sensoriales (Baddeley, 1986). El bucle fonológico es el más estudiado de los componentes de la memoria de trabajo (Repovš & Baddeley, 2006), permite procesar y mantener la información sensorial auditiva por unos segundos (Baddeley, 2000; Jarvis & Gathercole, 2003) y tiene la capacidad de producir códigos fonológicos (Baddeley, 2000; Oberauer, Schulze, Wilhelm & Süß, 2005) La agenda visoespacial tiene la capacidad

de retener objetos visuales y espaciales, así como fraccionar el espacio visoespacial en componentes espaciales, visuales y kinestésicos (Baddeley, 2000).

Al modelo de la memoria de trabajo se añadió un nuevo elemento, el *buffer* episódico (Baddeley, 2000), también llamado almacén episódico (Baddeley & Logie, 1999). Éste integra la información fonológica y visoespacial con la información contenida en la memoria de largo plazo.

Existen otros modelos que intentan explicar la memoria de trabajo y el control de la atención. Uno de los más importantes y más adecuado para el objetivo del presente estudio es el modelo propuesto por Cowan (1995). Este modelo propone que la memoria de trabajo tiene un componente central controlado por el foco de atención, el cual mantiene la información en la memoria de largo plazo de manera consciente o activa (Oberauer, 2002). El modelo de Cowan (1995) también postula que la información de la memoria de largo plazo se mantiene activa en la memoria de corto plazo para ser utilizada por la memoria de trabajo.

Oberauer (2002) amplió el modelo de Cowan, quien sugirió que la información en la memoria de largo plazo requiere de una actualización constante a través del tiempo para evitar su decaimiento o su pérdida debido a procesos de interferencia. El modelo de Oberauer (2002) se conoce como modelo concéntrico de las representaciones de la memoria de trabajo y consta de tres regiones: la parte activa de la memoria de largo plazo que sirve para retener información por breves periodos de tiempo para su posible procesamiento, una región de acceso directo para mantener cierto número de elementos durante una tarea cognoscitiva en curso que corresponde al foco de atención propuesto por Cowan (1995) y un foco de atención

que mantiene un solo elemento para ser utilizado en la tarea cognoscitiva en curso (Garavan, 1998; Oberauer & Hein, 2012).

En un estudio realizado por Oberauer (2005) se investigó la interacción que se presenta entre la parte activa de la memoria de largo plazo y la región de acceso directo a la memoria de trabajo. Los participantes tenían que codificar dos listas de palabras, a continuación, se presentaba una clave que indicaba la lista relevante para la tarea en curso y después de la prueba se presentaba una nueva clave que indicaba si el siguiente ensayo era con la lista relevante o con la lista irrelevante. Los participantes podían responder ante la nueva clave al cambiar entre la lista relevante y la irrelevante, ya que esta última se podía recuperar de la parte activa de la memoria de largo plazo y ser utilizada por el acceso directo a la memoria de trabajo.

Posteriormente, Oberauer y Bialkova (2009) estudiaron la capacidad del foco de atención propuesto por Oberauer (2002) con una tarea visoespacial. Se presentó a los participantes un campo visual dividido en matrices de 4 x 4 en las cuales se colocaron cuatro dígitos y los participantes tenían que mover, por ejemplo, el 2 a la derecha del 3. Después de nueve instrucciones, la matriz se presentaba en blanco y se preguntaba la posición de un dígito en específico y también la posición de los demás dígitos. Los resultados reportaron que el foco de atención se mantenía en más de un elemento para la tarea en curso, esto es posible por medio de la región del acceso directo a la memoria de trabajo que comprime dos ó más dígitos, convirtiéndolos en un solo elemento cognoscitivo y conectándolos al foco de atención (Oberauer & Hein, 2012).

1.3. Memoria visoespacial

La memoria visoespacial de corto plazo es utilizada por la memoria de trabajo para llevar a cabo diferentes tareas cognoscitivas, como la ubicación espacial o la representación mental del ambiente, por lo que interactúa con procesos cognoscitivos, como la atención (Shipstead, Martin & Nespodzany, 2018).

La memoria visoespacial depende del hipocampo, ya que una lesión en esta región afecta el procesamiento de la información visoespacial (Broadbent, Squire & Clark, 2004). En particular, las lesiones en la región dorsolateral del hipocampo afectan el aprendizaje de tareas visoespaciales (Moser, Moser & Andersen, 1993).

Las características de los estímulos espaciales son codificadas más fácilmente que las características de los estímulos visuales (Baddeley & Lieberman, 1980) debido a que consumen menos recursos atencionales (Shipstead *et al.*, 2018; Wheeler & Treisman, 2002).

Baddeley y Lieberman (1980) cubrieron los ojos de los participantes para que realizaran una tarea espacial sin el componente visual. Ésta consistía en ubicar en el espacio un estímulo auditivo, mientras que la tarea visual sin el componente espacial consistía en determinar el brillo de un foco lejano. La ejecución fue superior en la tarea espacial que en la tarea visual.

1.4. Control de la interferencia en la memoria de trabajo

La memoria de trabajo es altamente vulnerable a la interferencia de los estímulos irrelevantes para la tarea en curso, lo cual se manifiesta por el tipo de errores que los participantes pueden cometer en una tarea visoespacial. En un estudio realizado por Cornoldi *et al.* (2007), el experimentador señalaba una serie de posiciones en matrices de 4x4 y los

participantes debían indicar la última posición señalada. Los participantes cometían errores de intrusión (señalar una posición irrelevante indicada por el experimentador) o errores de invención (señalar una posición nunca indicada por el experimentador). Asimismo, se ha observado que los adultos mayores tienen dificultades en este tipo de tareas debido a que ejercen un pobre control de la interferencia (Hasher & Zacks, 1988; Vecchi & Cornoldi, 1999).

El modelo del control de la interferencia de Hasher, Zacks y May (1999) supone que existen tres mecanismos de inhibición: el acceso, la supresión y la restricción, de los cuales, los dos primeros están relacionados con la memoria de trabajo. El mecanismo de acceso se encarga de evitar que estímulos irrelevantes para la tarea sean procesados. El mecanismo de supresión detiene el procesamiento de estímulos que ya no son relevantes para la tarea. Ambos procesos se asocian a los mecanismos de orientación externa e interna de la atención, respectivamente (Cansino, Guzzon, Martinelli, Barollo & Casco 2011)

En tareas de memoria de trabajo se mantienen las representaciones activas de los elementos relevantes, pero también pueden activarse elementos irrelevantes con características similares al estímulo blanco (target), lo que interfiere con el desempeño, sobre todo cuando la carga de trabajo es mayor (Cansino, Guzzon & Casco, 2013; Marcué-Arana, 2019; Oberauer & Kliegl, 2006). En un trabajo realizado por Vogel, McCollough y Machizawa (2005) estudiaron los potenciales relacionados a eventos (PRE) en una tarea que consistía en recordar el estímulo relevante, se investigó la orientación externa presentando una flecha como clave visoespacial que señalaba el lugar en donde se encontraba el estímulo relevante en cada ensayo, el cual aparecía con distractores de diferentes colores y formas similares al estímulo relevante y la tarea consistía en recordar éste. Las personas con baja

capacidad de memoria de trabajo presentaron dificultad para filtrar la información irrelevante con una amplitud mayor durante los PRE; en cambio, los participantes con una adecuada capacidad en este tipo de memoria pudieron filtrar mejor la información que no era requerida para la tarea, es decir, tuvieron una menor amplitud durante los PRE.

Mantener la información relevante por un determinado tiempo para realizar una tarea implica el control de la interferencia provocada por estímulos irrelevantes o distractores (Kane, Conway, Hambrick, & Engle, 2007; Cansino *et al.*, 2011). La incapacidad de inhibir los estímulos irrelevantes afecta a la memoria de trabajo debido a su capacidad limitada para almacenar información, ya que sólo puede mantener cierta cantidad de la información que se procesa de manera simultánea (Conway & Engle, 1994, citado en Cansino *et al.*, 2011).

1.5. Mecanismos de orientación externa e interna

La atención es la capacidad de filtrar, seleccionar y modular la información del medio interno y externo a través del espacio y el tiempo; además, al igual que la memoria de trabajo, es de capacidad limitada al mantener activos solamente cierto número de elementos durante una tarea cognoscitiva (Chun, Golomb & Turk-Browne, 2011), la cual requiere de los procesos de la atención selectiva para su funcionamiento (Oberauer, 2002; Myers, Walther, Wallis, Stokes & Nobre, 2015).

La atención puede dirigirse hacia información externa (modulación y selección de la información sensorial) o hacia información interna (selección y modulación de las representaciones almacenadas en la memoria de largo plazo ó en la memoria de trabajo, encontrándose esta última, en particular, más cerca de la intersección entre la atención externa y la atención interna) (Chun *et al.*, 2011). La orientación o atención externa puede

examinarse experimentalmente a través de presentar una clave que señale el estímulo relevante antes de la presentación de los estímulos muestra (target) de la tarea (Posner, Snyder & Davidson, 1980; Souza & Oberauer, 2016) y la orientación ó atención interna puede estudiarse a través de presentar la clave que indique el estímulo relevante después de que se hayan presentado los estímulos muestra (target) de la tarea (Griffin & Nobre, 2003; Posner, 1980).

La atención también puede orientarse hacia un estímulo visoespacial relevante o evitar responder ante un estímulo en una localización irrelevante. En un estudio realizado por Corbetta, Kincade, Ollinger, McAvoy y Shulman (2000) se diseñó una tarea de orientación externa que consistió en dos tipos de ensayos: en el primero, la clave indicaba el lugar o la ubicación correcta en donde se presentaría el estímulo (condición válida) y en el segundo, la clave indicaba la ubicación incorrecta del estímulo (condición inválida). Los tiempos de reacción en las condiciones válidas fueron significativamente menores que en las condiciones inválidas. Anteriormente, Posner, Snyder y Davidson (1980) habían reportado la ventaja de las claves en las condiciones válidas sobre las inválidas en los tiempos de reacción.

En una investigación realizada por Mok *et al.* (2016), se estudió la orientación interna con magnetoencefalografía (MEG) en adultos mayores. Se mostraban cuatro estímulos, cada una en alguno de los cuadrantes de la pantalla, después se presentaba una clave visoespacial que indicaba el estímulo relevante (target) para la tarea, cuya ubicación tenían que recordar los participantes en el estudio. Se observó que después de la presentación de la clave se generaba actividad eléctrica alfa y beta lateralizada en regiones posteriores del hemisferio izquierdo. Los participantes que presentaron la actividad eléctrica alfa y beta durante un

tiempo menor, mostraron una alta correlación con la ejecución de la tarea que aquellos en los que tardaba más tiempo en iniciarse.

En un trabajo posterior, Coull y Nobre (1998) estudiaron los tiempos de reacción y las áreas corticales que se activaban durante varias tareas de orientación externa con claves válidas e inválidas usando componentes visoespaciales y componentes temporales (tareas en las que se pedía a los participantes seleccionar el estímulo relevante en un orden determinado). Los tiempos de reacción en los ensayos válidos fueron menores que los tiempos de reacción en los ensayos inválidos. El análisis de la actividad cerebral se realizó con tomografía por emisión de positrones (TEP) y resonancia magnética funcional (RMf), para observar las áreas neuronales implicados en la atención dirigida a través del tiempo y del espacio. Con el empleo de la primera técnica, los autores observaron mayor activación en la corteza parietal posterior derecha durante la realización de las tareas visoespaciales y cerebelo, por otro lado, fue mayor la actividad en la corteza parietal izquierda durante las tareas temporales. La segunda técnica se empleó para analizar la activación específica de las áreas cerebrales implicadas en el proceso cognoscitivo y se observó actividad cerebral en regiones comunes en ambas tareas. Los resultados en los tiempos de reacción muestran una ventaja conductual al tener conocimiento del lugar en el que se presentará el estímulo.

Chen y Wyble (2015) realizaron varios experimentos con el propósito de examinar las características de la clave en los mecanismos de orientación interna, en los que se presentaban claves diferentes en cada uno (barras o líneas de cuatro colores diferentes y números del 1 al 4 que indicaban el estímulo válido, en seguida se presentaban los estímulos muestra que consistían en diversas letras y la letra señalada por la clave era el estímulo relevante. Los participantes debían reportar las letras, pero de manera inesperada se les preguntaba sobre

las características de la clave (posición, color o identidad), logrando recordar con exactitud la localización de la clave, pero no los dos otros atributos. En otro estudio, (Robison & Unsworth, 2017) en una tarea de memoria de trabajo, utilizaron claves antes y después de la presentación de los estímulos para examinar los mecanismos de orientación externa e interna, respectivamente. Los estímulos muestra se presentaron de manera no secuenciada, es decir, todos se mostraron al mismo tiempo. Ambas claves resultaron efectivas para dirigir la atención hacia los estímulos relevantes. Se reportó que los mecanismos de orientación requieren control de la interferencia y la capacidad de mantener varios elementos durante una tarea cognoscitiva. Cansino *et al.* (2011) realizaron un estudio con adultos jóvenes y adultos mayores con el propósito de comparar los procesos de orientación externa e interna en una tarea de memoria de trabajo visoespacial. El paradigma consistió en presentar una clave antes (orientación externa) o después (orientación interna) de los estímulos a memorizar en la tarea, los cuales eran estímulos Gabor (partes del perímetro de un círculo), La tarea era recordar las posiciones que se encontraban vacías en los círculos constituidos por los estímulos Gabor. La clave consistía en dos pequeños círculos, cuando el primero de ellos se encontraba en color negro, indicaba que el primer estímulo era el relevante para realizar la tarea y si el segundo círculo se presentaba en color negro, indicaba que el segundo estímulo era el relevante. Se reportó que ambos grupos tuvieron resultados similares durante la tarea de orientación externa, sin embargo, el desempeño de los adultos mayores durante la tarea de orientación interna fue menor en comparación con los adultos jóvenes.

En otro estudio realizado posteriormente con adultos jóvenes (Cansino *et al.*, 2013) utilizando el mismo paradigma de Cansino *et al.* (2011). Se emplearon distintos niveles de dificultad y se observó que el desempeño disminuyó conforme aumentaba el número de

espacios en que faltaban los estímulos Gabor cuando se emplearon, tanto mecanismos de orientación externa como de orientación interna, Sin embargo, en la condición de orientación interna el número de intrusiones (seleccionar espacios vacíos del estímulo irrelevante) fue mayor que en la condición de orientación externa, lo que indica la independencia de ambos procesos.

Dumas y Hartman (2008) también examinaron los mecanismos de orientación externa e interna en adultos jóvenes y mayores usando una tarea verbal que consistió en recordar palabras. En la condición de orientación externa, la clave que indicaba las palabras relevantes de acuerdo a su color se presentaba al mismo tiempo que las palabras, en cambio, en la condición de orientación interna, la clave se presentaba después de las palabras. Mediante este paradigma no se observaron diferencias en el desempeño entre las condiciones de orientación externa e interna en ninguno de los grupos. El número de intrusiones también fue equivalente en ambos grupos.

Palladino, Mammarella y Vecchi (2003) investigaron si el control de la interferencia en tareas de memoria de trabajo difería en función de la modalidad de los estímulos y la complejidad de la tarea. Para ello, emplearon estímulos verbales (palabras) y estímulos visoespaciales (matrices) en tres condiciones: sin interferencia, con interferencia durante la fase de codificación (la clave que indicaba los estímulos relevantes se presentaba junto con los estímulos) y con interferencia durante la fase de mantenimiento (la clave se presentaba después de los estímulos). Conforme la dificultad de la tarea aumentaba, el número de intrusiones disminuyó en la tarea verbal y aumentó en la tarea visoespacial.

Nee y Jonides (2008; 2009) compararon ambos mecanismos en una tarea de memoria de trabajo verbal en adultos jóvenes. En ambos estudios realizaron registros de resonancia magnética funcional mientras presentaban seis palabras en dos colores distintos: en la condición de selección perceptual (orientación externa) se indicaba el color de las palabras relevantes antes de presentar las palabras y en la condición de selección en memoria (orientación interna), se indicaba el color después de la presentación de las palabras. En ambos estudios se observó que las respuestas correctas fueron mayores y los tiempos de reacción menores en la condición de orientación externa en comparación con la condición de orientación interna. El primer mecanismo estuvo asociado principalmente a la activación en zonas frontales como la corteza premotora, el cíngulo anterior y corteza parietal, en el segundo mecanismo se reportó activación en la corteza prefrontal, en las áreas de los campos oculares frontales (COF), la corteza prefrontal dorsolateral (CPDL), ventrolateral (CPVL) y el surco intraparietal. En ambos mecanismos se activaron de forma bilateral los campos oculares frontales que son áreas involucradas en el control de la atención en un contexto visoespacial (Corbetta & Shulman, 2002) y en la CPDL.

La comparación de ambos mecanismos también se ha analizado para la información temporal en una tarea en que los participantes debían recordar el orden en que se habían presentado los estímulos visuales, observándose también un mejor desempeño cuando se emplearon mecanismos de orientación externa que cuando se emplearon mecanismos de orientación interna (Torres Morales, 2019).

En la literatura se ha reportado que un área de importancia para la memoria de trabajo es la corteza prefrontal, específicamente el área dorsolateral, la cual interviene en la manipulación y transformación de la información (Owen, Evans & Petrides, 1996).

Corbetta *et al.* (2000) registraron la activación cerebral asociada a una tarea de orientación externa con RMf. Durante la tarea se activaron zonas del lóbulo occipital, el área temporal medial y la circunvolución fusiforme, pero el área que tuvo una activación más sostenida fue el área posterior dorsal del lóbulo parietal, específicamente el surco intraparietal (SIP) (Chun *et al.* 2011).

El control atencional puede darse por dos tipos de procesamiento: *top-down* (arriba-abajo) ó *bottom up* (abajo-arriba). En el procesamiento *top-down* el control atencional es voluntario y dirigido por metas y se utiliza cuando el sujeto sigue algún tipo de objetivo o intención, por lo que la información se procesa atendiendo a los estímulos relevantes para los propósitos de la tarea. En cambio, en el procesamiento *bottom-up* el control atencional es involuntario y dirigido por los estímulos, el sujeto no pone en marcha ningún tipo de mecanismo intencional y son los estímulos los que orientan la atención del sujeto.

Griffin y Nobre (2003) estudiaron los PRE en tareas de orientación interna y externa, reportando similitudes al inicio de éstos durante ambas tareas en zonas posteriores y frontales lateralizadas, pero el componente N1 presentó mayor amplitud en el hemisferio contralateral en el lugar en que se había presentado el estímulo. Asimismo, se observaron diferencias en el componente P300 en ambas tareas, siendo más amplio sólo en la tarea de orientación interna sin lateralización, interpretando que este componente se asocia al procesamiento de la atención de tipo *top-down*.

Así, el modelo de control de la atención que distingue entre el procesamiento *top-down* y el procesamiento *bottom-up*, claramente asocia los mecanismos de orientación interna y externa al procesamiento de atención *top-down* al inicio de ambos mecanismos (Chun *et al.*, 2011).

2. JUSTIFICACIÓN

Las variables estudiadas comparando los mecanismos de orientación interna y externa utilizando tareas de memoria de trabajo con estímulos verbales (Dumas & Hartman, 2008; Nee & Jonides, 2008, 2009) o visuales (Palladino *et al.*, 2003; Cansino *et al.*, 2011; 2013; Torres-Morales, 2019) son diversas. En las tareas visuales, se ha examinado la capacidad de los participantes para recordar el lugar espacial en que se había presentado un estímulo o recordar el lugar donde no se había presentado el estímulo (Cansino *et al.*, 2011; 2013), es decir, el lugar vacío, por lo tanto, esta tarea claramente evalúa el espacio, pero no la capacidad para recordar el estímulo en sí mismo. Por su parte, en el estudio de Torres-Morales (2019) las personas debían recordar el estímulo visual que se había presentado en un orden en particular, independientemente de su ubicación en el espacio.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue comparar los mecanismos de orientación externa y orientación interna por medio de una tarea de memoria de trabajo visoespacial.

3. MÉTODO

3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existen diferencias en la ejecución de una tarea de memoria de trabajo visoespacial que requiere indicar si un estímulo se presentó en una ubicación determinada al comparar los mecanismos de orientación interna con los mecanismos de orientación externa?

3.2. HIPÓTESIS

El porcentaje de respuestas correctas será significativamente mayor en la condición de orientación externa que en la condición de orientación interna.

Los tiempos de reacción serán significativamente mayores en la condición de orientación interna en comparación con los de la condición de orientación externa.

3.3. VARIABLES

Variable independiente

Condiciones de orientación

- Orientación externa: la clave para señalar el estímulo relevante se presenta antes de los estímulos muestra.
- Orientación interna: la clave para señalar el estímulo relevante se presenta después de los estímulos muestra.

Variables dependientes

- Porcentaje de respuestas correctas: número de ocasiones en que el participante selecciona el estímulo relevante en relación al total de ensayos.
- Tiempos de reacción medido en milisegundos (mseg) a partir de la presentación del estímulo prueba hasta la respuesta correcta del participante.

3.4. PARTICIPANTES

Participaron 30 adultos (15 mujeres y 15 hombres) entre 21 y 30 años de edad (media \pm desviación estándar: 24.2 ± 2.1) con una escolaridad promedio de 16.4 años ($DE = 1.2$).

Los criterios de inclusión fueron: escolaridad mínima de 12 años de estudio, agudeza visual normal o corregida a lo normal evaluada a través de la carta de Snellen y firmar la carta de consentimiento informado para poder participar.

Los criterios de exclusión fueron: adicción al alcohol u otras drogas de abuso, haber consumido medicamentos que alteran el sistema nervioso durante los últimos seis meses y padecer alteraciones psiquiátricas o neurológicas.

3.5. APARATOS

Se utilizó una computadora PC, un monitor de 17" para la ejecución de las sesiones y dos cajas de respuestas, con un sólo botón en cada una de ellas. Los estímulos se presentaron electrónicamente mediante el Software E-Prime 2.0 (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA, EUA).

3.6. PUNTO DE FIJACIÓN, CLAVE Y ESTÍMULOS MUESTRA Y PRUEBA

Punto de fijación. Se usó un círculo pequeño de color negro en el centro de la pantalla de la computadora como punto de fijación de los ojos.

Clave. La clave consistió en una cruz de color negro con un ángulo visual de 0.5° de diámetro.

Estímulos. Se emplearon como estímulos 126 círculos de 1 centímetro de diámetro, cada uno de un color diferente.

Estímulos muestra. Para los estímulos muestra se seleccionaban 5 círculos de los 126 que se emplearon como estímulos, uno de los cuales era el estímulo relevante y los otros 4 los estímulos irrelevantes.

Estímulo prueba. Asimismo, dentro de los 126 círculos se seleccionaba uno que constituía el estímulo prueba, el cual tenía que compararse con cada uno de los estímulos muestra y decidir si era el estímulo relevante o no era el estímulo relevante.

3.7. PROCEDIMIENTO

Se llevaron a cabo dos sesiones: en la primera se evaluó la agudeza visual de los participantes y se realizó una entrevista para determinar si reunían los criterios que les permitiera integrarse al estudio; en la segunda, los participantes realizaron la tarea de memoria de trabajo visoespacial en una cámara sonooarmotiguada iluminada tenuemente.

Los sujetos se sentaron en un sillón a 70 cm del monitor, en cuyos brazos se encontraban las dos cajas de respuestas al alcance de los dedos índice de cada mano. Las teclas se asignaron de manera contrabalanceada a los participantes para las dos opciones de respuesta.

Al inicio de la sesión los participantes realizaron una versión breve de la tarea como entrenamiento, después realizaron ambas tareas experimentales.

3.8. TAREA DE MEMORIA DE TRABAJO

En la condición de orientación externa (figura 1), cada ensayo comenzó con la presentación de un pequeño círculo de color negro en el centro de la pantalla de la computadora durante 200 mseg (ángulo visual de 0.5° de diámetro) como punto de fijación, después la pantalla permaneció en blanco durante 1000 mseg.

En seguida, se presentó la clave durante 300 mseg, indicando la posición del estímulo relevante, presentada al azar en una de las 36 posibles posiciones de una matriz imaginaria de 6×6 , de la cual sólo se mostraron los límites externos mediante un marco negro de 6×6 cm (4.91° de ángulo visual horizontal y vertical) y después la pantalla volvió a permanecer en blanco también durante 1000 mseg.

A continuación, se presentaron de manera secuencial cinco círculos (estímulos muestra, diámetro de 0.82° de ángulo visual) durante 500 mseg cada uno. También cada círculo se presentó al azar en una de las 36 posibles posiciones de la matriz imaginaria, después de lo cual la pantalla permaneció en blanco otra vez durante 1000 mseg, seguido del estímulo prueba que también se proyectó durante 1000 mseg.

El estímulo prueba era igual a cualquiera de los estímulos muestra presentados en cada ensayo, el cual podía ser el estímulo relevante o no. Los participantes podían responder después de la aparición del estímulo prueba durante un periodo de 3000 mseg, tiempo en que la pantalla permanecía en blanco.

La tarea consistió en indicar si el estímulo prueba se encontraba o no en la misma posición señalada por la clave. En la condición de orientación interna se siguió el mismo procedimiento, excepto que la clave se presentó 1000 mseg después del último estímulo muestra (figura 1). Se realizaron 72 ensayos en cada condición.

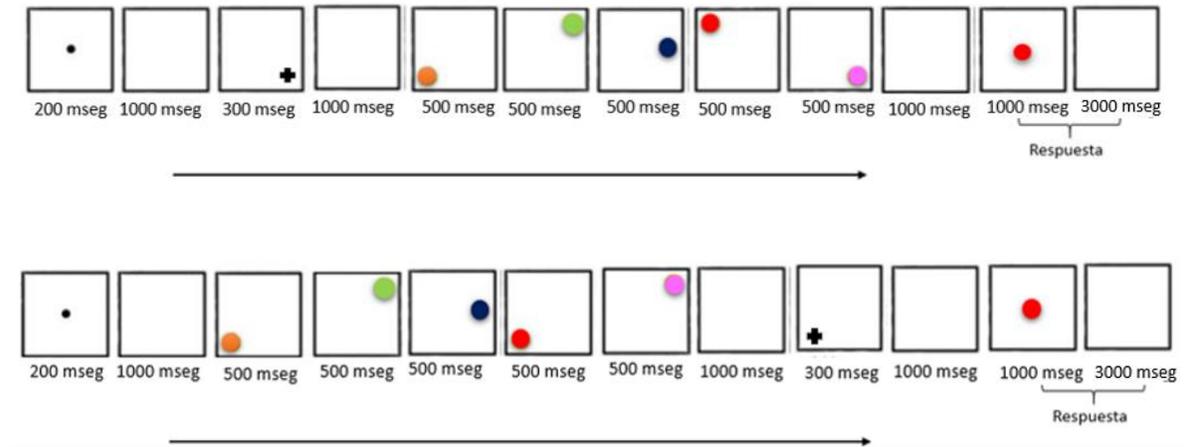


Figura 1. En la parte superior se muestra un ensayo en la condición de orientación externa y en la parte inferior, un ensayo en la condición de orientación interna. El pequeño punto negro en el primer cuadro representa el punto de fijación, la cruz corresponde a la clave, los 5 círculos de colores ubicados en diferente lugar son los estímulos muestra y el círculo rojo colocado en el centro del penúltimo cuadro es el estímulo prueba, el cual, en este ejemplo, no corresponde al estímulo relevante porque está ubicado en un lugar diferente a la clave en las dos condiciones de orientación.

3.9. ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó la prueba *t* de *Student* para muestras relacionadas con el propósito de determinar si existían diferencias significativas en el promedio de respuestas correctas y los tiempos de reacción en las condiciones de orientación interna y externa.

4. RESULTADOS

Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de respuestas correctas ($t(29) = 19.74, p < .001$), resultando mayor en la condición de orientación externa (92%) que el observado en la condición de orientación interna (70%) (figura 2).

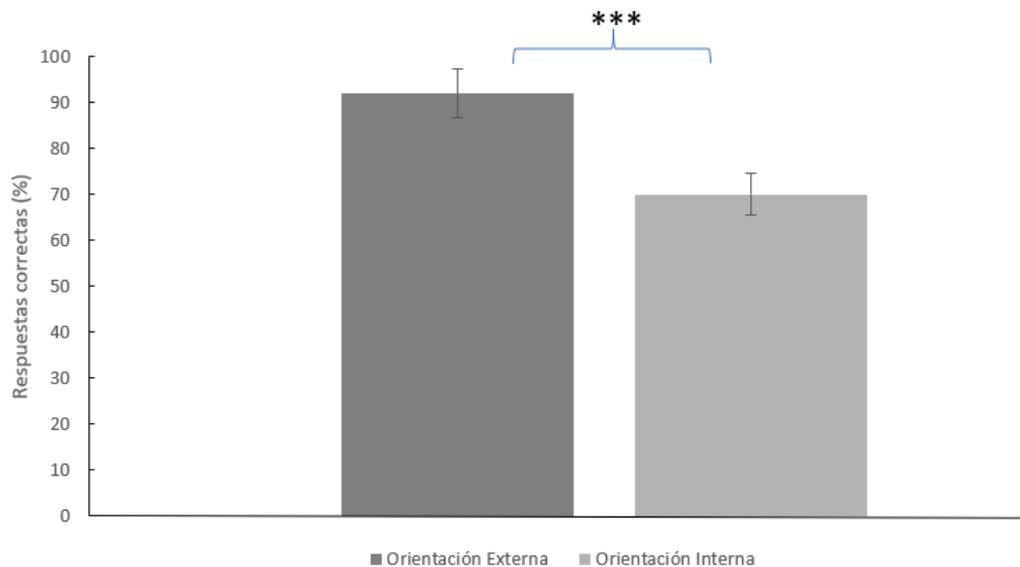


Figura 2. Porcentaje promedio de respuestas correctas durante la condición de orientación externa y la condición de orientación interna. Las barras representan el intervalo de confianza del 95% de la media, *** = $p < .001$.

Los tiempos de reacción también difirieron significativamente ($t(29) = -3.28, p = .003$) en las dos condiciones, siendo menores en la condición de orientación externa ($\mu = 676$ msec.) en comparación con los tiempos de reacción en la condición de orientación interna ($\mu = 827$ msec.) (figura 3).

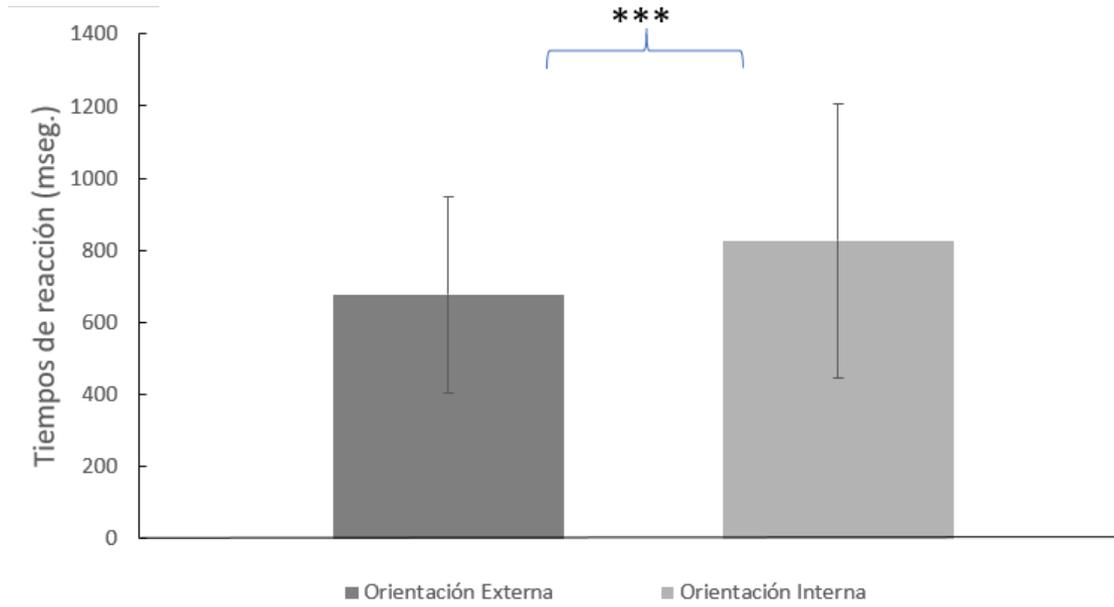


Figura 3. Medias promedio de los tiempos de reacción durante la condición de orientación externa y la condición de orientación interna. Las barras representan el intervalo de confianza del 95% de la media *** $p = 0.003$

5. DISCUSIÓN

El presente estudio demuestra que el desempeño en una tarea de memoria de trabajo visoespacial es superior cuando se emplean mecanismos de orientación externa en comparación a cuando se emplean mecanismos de orientación interna. Esta superioridad se observó, tanto en la capacidad para mantener en la memoria de trabajo los estímulos, como en la velocidad para recuperar la información correctamente.

La ventaja de la memoria de trabajo en la condición de orientación externa refleja un control eficiente de la interferencia a través de procesos de atención selectiva que permiten focalizar la atención sobre la información relevante y filtrar o impedir que se guarde o almacene la información irrelevante. De acuerdo con Chun *et al.* (2011), la atención selectiva garantiza que sólo los estímulos relevantes sean procesados y que los estímulos irrelevantes no accedan a dicho procesamiento; no obstante, la atención selectiva interviene en numerosos procesos y no es exclusiva de la memoria de trabajo.

El control de la interferencia es menor cuando se emplean mecanismos de orientación interna debido a que los estímulos deben ser codificados en su totalidad antes de presentar la clave que indica cuáles estímulos relevantes deben ser recuperados de la memoria de trabajo para responder a la tarea y cuáles estímulos irrelevantes deben ser suprimidos o ignorados porque no serán útiles para resolver la tarea. Las tareas en la que se emplean claves después de que la información ha sido presentada para examinar los mecanismos de orientación interna también ha recibido el nombre de tareas *retrocue*, mientras que aquellas en que la clave se presenta antes que los estímulos para estudiar mecanismos de orientación externa se han denominado tareas *precue* (Souza & Oberauer, 2016).

En la condición de orientación interna, la atención selectiva debe dirigirse a los estímulos que han ingresado a la memoria de trabajo, no hacia los estímulos externos. Estas características claramente indican que se requieren más recursos para llevar a cabo la tarea en la condición de orientación interna, ya que la cantidad de información es mayor y deben emplearse mecanismos que permitan suprimir la información irrelevante. Por ello, el control de la interferencia en esta condición es más lábil. Los hallazgos del presente estudio coinciden con resultados reportados previamente por Palladino *et al.*, 2003; Cansino *et al.*, 2011 y 2013 y Torres Morales, 2019.

De acuerdo con la definición de la memoria de trabajo acuñada por diversos autores (Baddeley, 2000; Cornoldi *et al.*, 2007; Ustárroz & Grandi, 2016), la información en este tipo de memoria permanece durante cierto tiempo para ser utilizada, el cual parece ser suficiente en la condición de orientación externa. Sin embargo, en la condición de orientación interna se requiere más tiempo, porque deben realizarse acciones cognoscitivas antes y después de la clave para seleccionar el estímulo relevante, lo que representa no sólo un consumo mayor de tiempo, sino también de recursos cognoscitivos que evidentemente inciden en la capacidad de retener, suprimir y seleccionar eficientemente la información, lo que da lugar probablemente al decaimiento de ésta y. por lo tanto, a una mayor probabilidad de responder de manera errónea en esta condición.

Lo anteriormente descrito, se confirma por el hecho de que los participantes requirieron significativamente mayor tiempo para responder en la condición de orientación interna que en la condición de orientación externa. Este hallazgo coincide con la propuesta de Kane *et al.* (2007), en la que describe que entre más tiempo se mantenga la información en la memoria de trabajo, ésta será más difícil de procesar debido a que el control de la interferencia

disminuye. En el presente estudio, la disminución en los procesos de control de la interferencia provocó la selección inadecuada de los estímulos relevantes e irrelevantes en la condición de orientación interna, lo que se reflejó claramente en un menor porcentaje de respuestas correctas en este tipo de condición.

El modelo de control de la atención que distingue entre el procesamiento *top-down* y *bottom-up*, claramente permite asociar los mecanismos de orientación externa e interna al procesamiento *top-down* al inicio de los mecanismos (Kim & Cave, 1999). El procesamiento *bottom-up* es controlado por las características de los estímulos, por lo que solamente aquellos que sobresalen del resto serán atendidos mediante este tipo de procesamiento, por ejemplo: un ruido fuerte o el movimiento de un objeto inesperado; en cambio, el procesamiento de la atención *top-down* es dirigido y controlado por el objetivo ó meta de la tarea a realizar.

En el presente estudio, tanto los mecanismos de orientación externa como los de orientación interna emplearon el procesamiento *top-down* al inicio de las tareas, ya que este tipo de procesamiento permite guiar la atención hacia los estímulos relevantes en ambos tipos de orientación.

La activación de las áreas neuronales, lóbulos frontal y parietal, durante tareas visoespaciales son similares cuando se emplean mecanismos de orientación interna y de orientación externa y estas áreas son propias del procesamiento *top-down* de la atención (Gazzaley & Nobre, 2012). Sin embargo, también existen estudios que han reportado diferencias en la actividad cerebral cuando se emplean mecanismos de orientación interna en comparación a cuando se emplean mecanismos de orientación externa, aunque los estudios

coinciden en que ambos mecanismos comparten actividad similar en un inicio (Coull y Nobre, 1998).

Durante el empleo de los mecanismos de orientación externa (Corbetta *et.al.*, 2000; Chun *et.al.*, 2011), se activan áreas frontoparietales, entre ellas el surco intraparietal y los campos oculares frontales. De igual manera, están implicadas zonas del lóbulo occipital por la participación de la visión y zonas del lóbulo temporal, como el hipocampo en su parte dorsolateral, áreas relevantes para la identificación de los estímulos visoespaciales, de tal forma que la suma de esta activación subyace a los procesos de atención de los estímulos visoespaciales (Corbetta *et.al.*, 2000; Corbetta & Shulman, 2002).

Por su parte, los estudios electrofisiológicos que han examinado los mecanismos de orientación externa e interna (Griffin & Nobre, 2003; Murray, Nobre & Stokes, 2011; Myers, Walther, Wallis, Stokes & Nobre, 2015; Poch, Capilla, Hinojosa & Campo, 2017), reportan actividad cerebral similar al inicio, comenzando desde áreas posteriores lateralizadas y que difiere conforme avanza el desarrollo de estos procesos. Asimismo, hallazgos de estudios de imagen confirman que existen recursos que comparten ambos procesos y recursos que son exclusivos de cada uno, siendo probable que el recurso que comparten sea la atención selectiva que ocurre al inicio de los dos tipos de orientación (Nee & Jonides, 2008, 2009; Nobre, Coull, Maquet, Frith, Vandenberghe & Mesulam, 2004).

Las tareas visoespaciales para examinar los mecanismos de orientación externa y orientación interna ya habían sido utilizadas con anterioridad en diversas investigaciones (Palladino *et al.*, 2003; Cansino *et al.*, 2011, 2013; Torres-Morales, 2019) y los resultados son similares a los obtenidos en la presente investigación, en los cuales se reporta además, el

efecto de la carga de trabajo a través de aumentar el número de elementos a recordar, observándose que el control de la interferencia durante la orientación interna es más susceptible a estímulos irrelevantes que en el control en la orientación externa. Esto ocurre a pesar de que el componente visoespacial es más fácilmente controlable por el procesamiento *top-down* que la información verbal (Poch *et al.*, 2017) porque consume menos recursos de atención (Baddeley & Lieberman, 1980; Shipstead *et al.*, 2018; Wheeler & Treisman, 2002).

El control de la interferencia se ve altamente influido por las características de los estímulos, por ejemplo, se ha observado (Marcué-Arana, 2019) que estímulos complejos en los que se aumenta el número de características similares, como incrementar el número de colores que conforman los estímulos, influye significativamente en el desempeño, reflejado en la disminución del porcentaje de respuestas correctas.

Por ello, en el presente estudio se controló que todos los círculos de los estímulos fueran de un sólo color y no de dos ó más colores y que los estímulos muestra fueran todos de un solo color pero de diferente color entre ellos. También se controló la dificultad de la tarea, de tal forma que siempre se presentó el mismo número de estímulos en cada ensayo. Todo lo anterior, con el propósito de evitar variables que pudieran confundir los resultados, ya que el propósito del presente estudio era explorar los mecanismos de orientación externa y orientación interna bajo las mismas condiciones de control de la interferencia.

Del mismo modo, los resultados del presente estudio incrementan la evidencia de que los mecanismos de orientación externa son más eficientes que los de orientación interna, no sólo para recordar el lugar en el que no se presentó el estímulo prueba, es decir, el lugar vacío

(Cansino *et al.*, 2011; 2013) y el orden en que se presentó éste (Torres-Morales, 2019), sino también para indicar cual fue el estímulo, tal y como se observó en este trabajo.

6. CONCLUSIÓN

El presente estudio confirma que los mecanismos de orientación externa son superiores a los mecanismos de orientación interna debido a que permiten desarrollar una tarea de memoria de trabajo visoespacial con mayor eficiencia, hecho que se refleja en el mayor porcentaje de respuestas correctas y en el menor tiempo de reacción obtenido en la condición de orientación externa más que en la condición de orientación interna.

Dichos resultados indican que la búsqueda de información relevante que se presenta con información irrelevante en la memoria de trabajo involucra el empleo de mayores recursos de atención que buscar información exclusivamente relevante que ha sido previamente seleccionada antes de ingresar a la memoria de trabajo. Los hallazgos confirman los resultados obtenidos en otros estudios que hicieron uso de las modalidades visoespacial y verbal.

REFERENCIAS

- Baddeley, A. (1986). Working memory. New York, NY, EUA: *Oxford Psychology Series, NO. 11, Clarendon Press.*
- 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, EUA: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139174909.005.
- Baddeley, A. D. & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. En: R. S. Nickerson (Ed.). *Attention and performance VIII*. Hillsdale, NJ, EUA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11): 417-423, doi: 10.1016/S1364-6613(00)01538-2.
- Broadbent, N. J., Squire, L. R. & Clark, R. E. (2004). Spatial memory, recognition memory and the hippocampus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(40): 14515-14520, doi:10.1073/pnas.0406344101.
- 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 & Cognition*, 39(8): 1409, doi: 10.3758/s13421-011-0109-9.
- Corbetta, M., Kincade, J. M., Ollinger, J. M., McAvoy, M. P. & Shulman, G. L. (2000). Voluntary orienting is dissociated from target detection in human posterior parietal cortex. *Nature Neuroscience*, 3(3): 292-297, doi: 10.1038/73009.
- 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.
- Cornoldi, C., Bassani, C., Berto, R. & Mammarella, N. (2007). Aging and the intrusion superiority effect in visuo-spatial working memory. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 14(1): 1-21, doi: 10.1080/138255890969311.
- Coull, J. T. & Nobre, A. C. (1998). Where and when to pay attention: the neural systems for directing attention to spatial locations and to time intervals as revealed by both PET

- and fV *The Journal of Neuroscience*, 18(18): 7426-7435, doi: 10.1523/JNEUROSCI.18-18-07426.1998.
- Cowan, N. (1995). *Attention and memory: An integrated framework*. Oxford University Press.
- Chen, H. & Wyble, B. (2015). The location but not the attributes of visual cues are automatically encoded into working memory. *Vision Research*, 107: 76-85, doi: 10.1016/j.visres.2014.11.010.
- Chun, M. M., Golomb, J. D. & Turk-Browne, N. B. (2011). A taxonomy of external and internal attention. *Annual Review of Psychology*, 62: 73-101, doi: 10.1146/annurev.psych.093008.100427.
- Dumas, J. A. & Hartman, M. (2008). Adult age differences in the access and deletion functions of inhibition. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 15(3), 330-357, doi:10.1080/13825580701534601.
- Garavan, H. (1998). Serial attention within working memory. *Memory & Cognition*, 26(2): 263-276, doi: 10.3758/BF032011.
- Gazzaley, A. & Nobre, A. C. (2012). Top-down modulation: bridging selective attention and working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(2): 129-135, doi: 10.1016/j.tics.2011.11.014.
- Griffin, I. C. & Nobre, A. C. (2003). Orienting attention to locations in internal representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(8): 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*, 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 XVII: Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application* (pp. 653-675). Cambridge, MA, US: The MIT Press.
- Jarvis, H. L. & Gathercole, S. E. (2003). Verbal and non-verbal working memory and achievements on national curriculum tests at 11 and 14 years of age. *Educational and Child Psychology*, 20(3): 123-140.
- Kane, M. J., Conway, A. R., Hambrick, D. Z. & Engle, R. W. (2007). Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. *Variation in Working Memory*, 1: 21-48.

- Kim, M. S. & Cave, K. R. (1999). Top-down and bottom-up attentional control: On the nature of interference from a salient distractor. *Perception & Psychophysics*, *61*(6): 1009-1023, doi: 10.3758/BF03207609.
- Marcué Arana, J. (2019) Mecanismo de supresión del control de la interferencia en la memoria de trabajo viso-espacial. Tesis de Licenciatura en Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Mok, R. M., Myers, N. E., Wallis, G. & Nobre, A. C. (2016). Behavioral and neural markers of flexible attention over working memory in aging. *Cerebral Cortex*, *26*(4): 1831-1842, doi: 10.1093/cercor/bhw011.
- Myers, N. E., Walther, L., Wallis, G., Stokes, M. G. & Nobre, A. C. (2015). Temporal dynamics of attention during encoding versus maintenance of working memory: complementary views from event-related potentials and alpha-band oscillations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *27*(3): 492-508, doi: 10.1162/jocn_a_00727.
- Moser, E., Moser, M. B. & Andersen, P. (1993). Spatial learning impairment parallels the magnitude of dorsal hippocampal lesions, but is hardly present following ventral lesions. *The Journal of Neuroscience*, *13*(9): 3916-3925, doi: 10.1523/JNEUROSCI.13-09-03916.1993.
- Murray, A. M., Nobre, A. C. & Stokes, M. G. (2011). Markers of preparatory attention predict visual short-term memory performance. *Neuropsychologia*, *49*(6): 1458-1465, doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.016.
- Nee, D. E. & 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.
- Nee, D. E. & Jonides, J. (2009). Common and distinct neural correlates of perceptual and memorial selection. *Neuroimage*, *45*(3): 963-975, doi: 10.1016/j.neuroimage.2009.01.005.
- Nobre, A. C., Coull, J. T., Maquet, P., Frith, C. D., Vandenberghe, R. & Mesulam, M. M. (2004). Orienting attention to locations in perceptual versus mental representations. *Journal of cognitive neuroscience*, *16*(3): 363-373.
- Oberauer, K. (2002). Access to information in working memory: exploring the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *28*(3): 411, doi: 10.1037/0278-7393.28.3.411.
- Oberauer, K. (2005). Control of the contents of working memory--a comparison of two paradigms and two age groups. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *31*(4): 714, doi: 10.1037/0278-7393.31.4.714.

- Oberauer, K., & Bialkova, S. (2009). Accessing information in working memory: Can the focus of attention grasp two elements at the same time?. *Journal of Experimental Psychology: General*, *138*(1): doi: 64.10.1037/a0014738
- Oberauer, K. & Hein, L. (2012). Attention to information in working memory. *Current Directions in Psychological Science*, *21*(3): 164-169, doi: 10.1177/0963721412444727.
- Oberauer, K., & Kliegl, R. (2006). A formal model of capacity limits in working memory. *Journal of memory and language*, *55*(4), 601-626. doi: 10.1016/j.jml.2006.08.009.
- Oberauer, K., Schulze, R., Wilhelm, O. & Süß, H. M. (2005). Working memory and intelligence--their correlation and their relation: comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005), doi: 10.1037/0033-2909.131.1.61.
- Owen, A. M., Evans, A. C. & Petrides, M. (1996). Evidence for a two-stage model of spatial working memory processing within the lateral frontal cortex: a positron emission tomography study. *Cerebral Cortex*, *6*(1): 31-38, doi:10.1093/cercor/6.1.31.
- 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.
- Poch, C., Capilla, A., Hinojosa, J. A. & Campo, P. (2017). Selection within working memory based on a color retro-cue modulates alpha oscillations. *Neuropsychologia*, *106*: 133-137, doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2017.09.027.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly journal of experimental psychology*, *32*(1): 3-25, doi: 10.1080/00335558008248231
- Posner, M. I., Snyder, C. R. & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, *109*(2): 160, doi: 10.1037/0096-3445.109.2.160.
- Repovš, G. & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, *139*(1): 5-21, doi: 10.1016/j.neuroscience.2005.12.061.
- Robison, M. K. & Unsworth, N. (2017). Variation in the use of cues to guide visual working memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *79*(6): 1652-1665, doi: 10.3758/s13414-017-1335-4.

- Shipstead, Z., Martin, J. D. & Nespodzany, A. (2018). Visuospatial working memory, auditory discrimination, and attention. *Memory*, 27(4): 568-574, doi: 10.1080/09658211.2018.1532010.
- Software E-Prime 2.0 (2013). Psychology Software Tools. Pittsburgh, PA, EUA: Herramientas de Software de Psicología, Inc. Obtenido de <https://support.pstnet.com/>.
- Souza, A. S. & Oberauer, K. (2016). In search of the focus of attention in working memory: 13 years of the retro-cue effect. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 78(7): 1839-1860, doi: 10.3758/s13414-016-1108-5.
- Torres Morales, C. (2019). Mecanismos de orientación interna y externa en la memoria de trabajo de orden temporal. Tesis de Licenciatura en Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Ustárroz, T. & Grandi, F. (2016). Sobre la memoria de trabajo y la memoria declarativa: propuesta de una clarificación conceptual. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*, 10(3): Págs. 14-31, ISSN-e0718-4123, doi: 10.7714/CNPS/10.3.201.
- Vecchi, T. & Cornoldi, C. (1999). Passive storage and active manipulation in visuo-spatial working memory: Further evidence from the study of age differences. *European Journal of Cognitive Psychology*, 11(3): 391-406, doi: 10.1080/713752324.
- Vogel, E. K., McCollough, A. W. & Machizawa, M. G. (2005). Neural measures reveal individual differences in controlling access to working memory. *Nature*, 438(7067): 500-503, doi: 10.1038/nature04171.
- Wheeler, M. E. & Treisman, A. M. (2002). Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(1): 48, doi: 10.1037//0096-3445.131.1.48.