



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Psicología
División de estudios profesionales

**Efectos de los mecanismos de inhibición
en la memoria de trabajo viso-espacial**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN PSICOLOGÍA

P R E S E N T A

ANTONIETA MENDOZA MONTES DE OCA

Directora de tesis:
Dra. Selene Cansino Ortiz.

Revisora: Dra. Martha Patricia Trejo Morales

Sinodales: Dra. Dolores Rodríguez Ortiz
Dr. Raúl Ávila Santibáñez
Dr. Oscar Zamora Arévalo

MÉXICO, D.F.

Agosto, 2012





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.

Este trabajo recibió financiamiento del CONACYT (Proyecto 98801) y del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, Dirección General del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México (Proyecto IN303309, ID300312).

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a los dos primeros científicos que conocí en mi vida: Omar y María, mis padres. Su gran amor, perseverancia y esfuerzo, es para mí la guía constante para crecer y superarme. Los amo y cada conquista en mi vida lleva siempre su ejemplo y el anhelo de enorgullecerlos, ya que siempre me han impulsado a dar lo mejor de mí.

Está dedicado también a Susy y Coco, dos mujeres excepcionales que todo lo pudieron, pioneras de la fuerza que hoy rinde frutos en el día a día de la familia. Gracias por nunca darse por vencidas.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a todo lo que ella representa, por forjar en mí a una profesionalista comprometida con su país. Porque gracias a la diversidad y respeto que encontré en Ciudad Universitaria descubrí mi vocación.

A la Dra. Selene Cansino por abrirme las puertas de su laboratorio y por depositar en mí su confianza. Gracias por compartir su valioso conocimiento y experiencia conmigo.

A la Dra. Martha Patricia Trejo por ser una excelente persona, por siempre estar dispuesta a ayudar y a enseñar con su ejemplo.

Al Dr. Raúl Ávila por inculcar en mí un gran amor hacia la investigación, por creer y confiar en sus alumnos, por las oportunidades que siempre estuvieron abiertas para nosotros. Gracias por ser un excelente mentor y por las investigaciones que tenemos pendientes.

A mis sinodales: Dra. Dolores Rodriguez Ortiz y Dr. Óscar Zamora Arévalo, por su tiempo y dedicación a este trabajo.

Infinitas gracias a mis admirables profesores: Alejandro Rangel, Cuautli Suárez, Francisco Pérez Cota, Vladimir Orduña, Alejandra Ruiz, y Pablo Valderrama por inspirarme con su gran conocimiento y por revolucionar mi forma de pensar. Jamás podré terminar de agradecerles, cambiaron mi forma de asumir no solo mi profesión, sino de ver el mundo.

A todos los voluntarios que participaron en esta investigación, por su disposición y gran ayuda.

A mi hermano Cuauhtémoc, cuyo ejemplo siempre es digno de admiración.

A Emiliano, Carlos, Paul y Misael quienes me enseñaron con su existencia el valor de dejar lo mejor de nosotros para construir un futuro mejor. A mi enorme y hermosa familia, en especial a mis tías Antonia, Ramona, Cristina, Rosario y Flor porque en ustedes siempre encontré una comprensión y cariño que son invaluable, su amor y cuidados dejaron en mi persona un pedacito de ustedes que hoy se traduce en este logro tan importante.

A Nacho por tu rebeldía y por todos esos recuerdos que tenemos que algún día volverán. A mi hermana Mel, porque conoces mi esencia y formas parte fundamental de este logro. A Jimena por ser mi eterna compañera de vida y las incontables anécdotas que tenemos juntas, hasta que la vejez nos alcance.

A Isabel, Laura, Claudia, Lili y Carlos, porque es un honor llamarlos colegas y en ustedes encuentro todas las cosas que puedo admirar en una persona. A Antonia y Andrea por esa camaradería que nos une.

A Migue porque no hay palabras para decirte todo lo que has significado en este logro y todo lo que tu amor representa en mi vida. Los sueños comenzaron a cumplirse el día en que llegaste. El camino sigue y vamos tomados de la mano cosechando triunfos.

Índice

1. Resumen	1
2. Antecedentes.....	2
2.1. Memoria de trabajo	2
2.2. Modelo de Baddeley	3
2.3. Mecanismos de inhibición en memoria de trabajo	5
2.4. Mecanismos de inhibición: Acceso, Supresión y Contención	6
2.5. Eficiencia en memoria de trabajo: Tipos de error	10
3. Justificación	19
4. Método	22
4.1. Preguntas de investigación	22
4.2. Hipótesis	22
4.3. Variables	23
4.4. Participantes	24
4.5. Material	24
4.6. Estímulos	24
4.7. Procedimiento	26
4.8. Tarea de memoria de trabajo	28
4.9. Análisis de resultados	29
5. Resultados	31
6. Discusión	36
7. Referencias	40

1. Resumen

La memoria de trabajo es un sistema de memoria de capacidad limitada que proporciona una interfaz entre la percepción, la memoria a largo plazo y la acción, auxiliando así a la realización de diversos fenómenos y procesos de la cognición humana. Una gran cantidad de tareas cotidianas dependen directamente de la selección de estímulos externos relevantes y de la información contenida en la memoria. En los últimos años se ha descrito la existencia de diferentes mecanismos de inhibición de la información que permiten identificar y retener la información relevante para ejecutar una tarea. Sin embargo, aún es insuficiente la información sobre si estos mecanismos son equivalentes y si son sensibles a la complejidad de la tarea.

Por medio de esta investigación se contrastaron los efectos de los mecanismos de inhibición acceso y supresión sobre la memoria de trabajo por medio de una tarea viso-espacial. En particular, se exploraron las diferencias en el desempeño en una tarea de memoria de trabajo cuando se emplean los mecanismos de acceso y supresión, en términos de porcentaje de respuestas correctas y en tres diferentes tipos de error, así como, establecer si las diferencias dependen de la complejidad de la tarea.

Dichos mecanismos se evaluaron por medio de un paradigma de memoria de trabajo visoespacial compuesto por elementos Gabor, divididos conforme a la presentación de la señal que indicaba cual de los estímulos prueba es relevante para la resolución de la tarea. Se presentaron dos condiciones Acceso y Supresión, variando uno, dos o tres elementos Gabor faltantes como variantes de complejidad

Con la participación de 20 adultos sanos, se confirma que la ejecución en la tarea difiere significativamente entre condiciones, mostrando que el mecanismo de Supresión es el menos efectivo para inhibir la información irrelevante en el dominio viso-espacial, ya que en esta condición se presentaron el mayor número de errores. Asimismo, se confirma que la ejecución en tareas de memoria de trabajo viso-espacial es sensible al número de objetivos a recordar (nivel de complejidad) y al tipo de inhibición que se requiere para procesar la información.

Palabras clave: memoria de trabajo visoespacial, mecanismos de inhibición, atención selectiva, Gabor.

2. Antecedentes

2.1 Memoria de trabajo

Un fenómeno empírico fundamental en la cognición humana es la limitación. En todo momento existe una gran cantidad de información que afecta nuestros sentidos y ningún recurso cognitivo tiene capacidad infinita para procesarla. Muchos estudios muestran que no podemos procesar completamente toda esta información, y alguna parece perderse. Por lo tanto, una operación fundamental de un sistema limitado es su necesidad de seleccionar sólo una porción de la información (Cohen, 2006). Por su parte, May, Kane y Hasher (1995) señalaron que discriminar y seleccionar información relevante de aquellos datos o pensamientos que son distractores o irrelevantes, es una habilidad fundamental en el control cognitivo para llevar a cabo cualquier tarea.

La memoria de trabajo se concibe como un sistema de capacidad limitada cuya función es mantener y almacenar información temporalmente. Este sistema apoya los procesos del pensamiento humano a través de proporcionar una interfaz entre la percepción, la memoria a largo plazo y la acción (Baddeley, 2003). De acuerdo con Baddeley (1986) y Logie (1995) (citados en Mammarella y Cornoldi, 2005), la memoria de trabajo no sólo es un sistema capaz de retener información, sino que es también una estructura que es capaz de organizar y manipular material recuperado, tanto de la memoria a largo plazo como de la información generada desde los órganos sensoriales. Por lo tanto, la memoria de trabajo se encarga de monitorear, procesar y mantener la información momento a momento (Baddeley y Logie, 1999, citados en Pickering, 2001).

Just y Carpenter (1992) aseguran que durante los últimos 100 años, la investigación sobre

memoria de trabajo se ha centrado en el almacenamiento de información y la recuperación de la misma después de un intervalo de tiempo. La memoria de trabajo se conceptualizaba como un dispositivo de almacenamiento que permitía a los sujetos retener información para llevar a cabo una tarea en específico, pero hoy en día se sabe que también es un peldaño para la consolidación del almacenamiento de información a corto y largo plazo. Además, se define como un sistema que almacena y al mismo tiempo manipula información (Oberauer, Demmrich, Mayr, y Kliegl, 2001), necesario para el recuerdo episódico y semántico, el pensamiento, la toma de decisiones, la comprensión del lenguaje y para todas las actividades que ameritan atención y control conductual (Burin y Duarte 2005).

2.2 Modelo de Baddeley

El modelo de explicación de Baddeley y Hitch (1974, citado en Kemps, 2001) sobre la conformación de la memoria de trabajo y su funcionamiento, es actualmente el más aceptado, ya que define la arquitectura de ésta en términos de múltiples componentes, lo que permite dar una explicación más adecuada de la memoria a corto plazo que un modelo de memoria con un solo elemento.

Este modelo divide en cuatro componentes a la memoria de trabajo (Ver Figura 1). En primer plano se encuentra el *Ejecutivo central*, un sistema que controla la atención valiéndose de las funciones desempeñadas por tres sistemas “esclavos”: la *agenda viso-espacial*, que no sólo retiene la información visuo-espacial, sino que manipula la información de tal forma que se fracciona en información visual, espacial y posiblemente hasta kinestésica. Por otra parte, el *bucle fonológico* almacena información verbal y acústica usando un almacén temporal y un sistema articulatorio subvocal, que reactiva las marcas de memoria de manera indefinida a

través del continuo ensayo o repetición subvocal de la información. Finalmente, el *buffer episódico* representa un depósito multimodal de capacidad limitada que integra información proveniente tanto de los otros dos sistemas auxiliares, como de la memoria a largo plazo, es episódico porque retiene información sobre escenas o acontecimientos a la vez que integra información y se extiende potencialmente a través del tiempo (Baddeley, 2003)

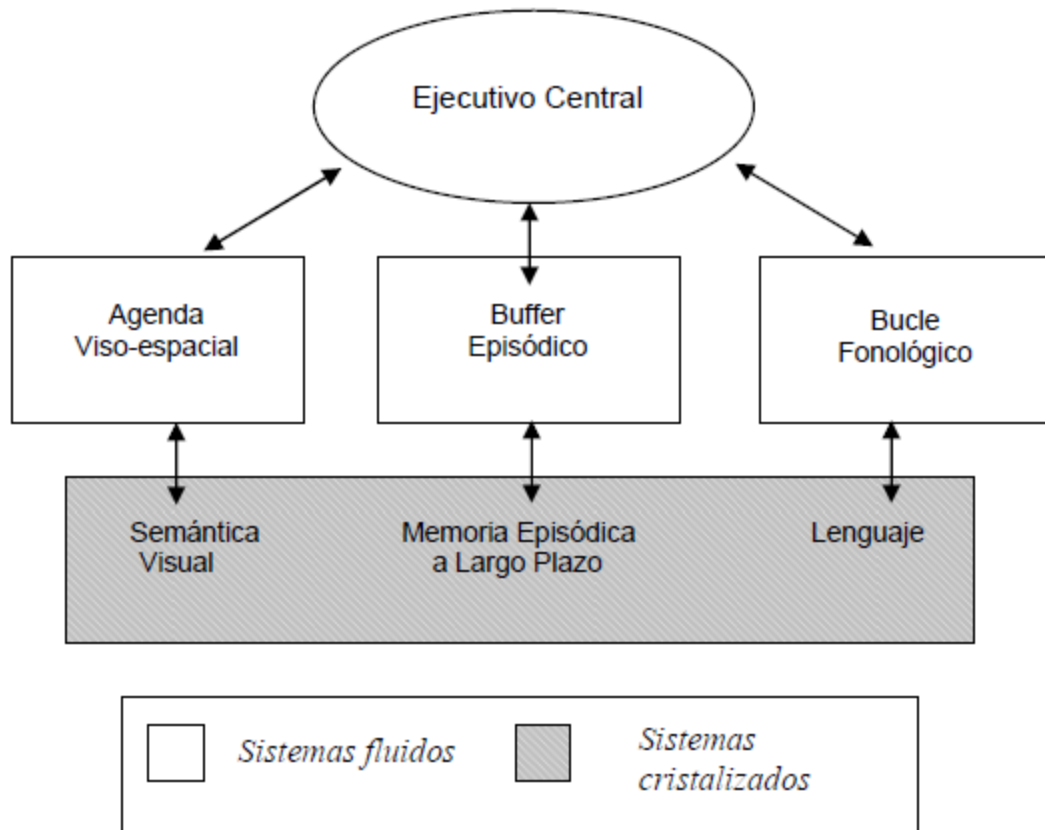


Figura 1. Esquema del modelo de memoria de trabajo propuesto por Baddeley (2003). Tomado de Ayala, 2009

Sin embargo, aunque las investigaciones sugieren que la memoria de trabajo es importante en un gran número de rubros, Unsworth y Engle (2007) señalan que la memoria de trabajo como sistema no es necesaria en todas las operaciones cognitivas. Por tal motivo, acotan sus funciones y las posibilidades de investigación que existen en este campo y sugieren que

la memoria de trabajo es necesaria cuando se requiere anular tendencias de respuesta automática.

Debido a que el sistema cognitivo está limitado por la cantidad de información, la memoria de trabajo cumple con dos funciones básicas: mantenimiento y recuperación. El mantenimiento es necesario para preservar la información nueva en un estado de actividad, particularmente en la presencia de distracciones internas y externas. Asimismo, para recuperar información relevante en una tarea, se requiere un proceso de discriminación para diferenciar entre información relevante e irrelevante, mismo que se lleva a cabo gracias a una combinación de varias señales, particularmente señales contextuales (Unsworth y Engle, 2007).

2.3 Mecanismos de inhibición en memoria de trabajo.

De acuerdo con algunos autores (Jonides, Smith, Marshuetz, Koeppe, y Reuter-Lorenz, 1998, Nee y Jonides, 2009; Friedman y Miyake, 2004), los seres humanos durante el curso normal de cualquier proceso cognitivo, tenemos la habilidad de inhibir no sólo una amplia variedad de información que busca ingresar a nuestro sistema, sino también respuestas conductuales y procesos internos. La activación de las representaciones que tienen los estímulos del ambiente en nuestra memoria está mediada, en primera instancia, por procesos reguladores de la atención excitatorios de información esperada y relevante, e inhibidores de información, que se encargan de suprimir estímulos irrelevantes. Estos mecanismos de inhibición y selección actúan durante todo el continuo de la realización de cualquier tipo de tarea y actúan en el ejecutivo central propuesto por Baddeley (2000) por medio de tres funciones: Actualización (*Updating*) que monitorea, manipula y actualiza la información, Cambio (*Shifting*) que permite intercambiar y alternar diferentes operaciones

mentales o esquemas, y finalmente la Inhibición (*Inhibition*) que es la capacidad para impedir de forma controlada la entrada de información.

De acuerdo con MacLeod y Gorfain (2007), la inhibición cognitiva anula total o parcialmente un proceso mental. Esta anulación puede ser intencional y aunque no erradica o evita por completo que un proceso se produzca, frena o reduce su probabilidad de producirse. La inhibición se puede conceptualizar como un proceso voluntario o automático, como un subproducto de otro proceso cognitivo y que está presente en toda una serie de otros procesos cognitivos como la atención selectiva y en la recuperación de la memoria. Nee y Jonides (2008) afirman que la mayoría de las tareas requieren de la atención selectiva de los estímulos externos y de la información relevante contenida en la memoria, así como del aislamiento de información irrelevante o intrusiones.

MacLeod y Gorfain (2007) sostienen que el concepto de inhibición cognitiva *tiene* que existir ya que la inhibición es una *vera causa* (la verdadera causa de un fenómeno natural) de la que no puede haber duda. Asimismo, se ha propuesto que existen diferentes mecanismos de inhibición. Hasher, Lustig y Zacks (2007) proponen que existen tres mecanismos de inhibición: Acceso (*Access*), Supresión (*Deletion*) y Contención (*Restraint*). Estos tres componentes influyen en el funcionamiento óptimo de la memoria de trabajo (a través de la atención). El mecanismo de Acceso controla que información específica entre en la memoria de trabajo; el mecanismo de Supresión controla la información que se elimina de la memoria de trabajo y, finalmente el mecanismo de Contención previene la ejecución de respuestas posiblemente relevantes pero incorrectas.

2.4 Mecanismos de inhibición: Acceso, Supresión y Contención

El mecanismo de Acceso es la función de inhibición responsable de ignorar distracciones concurrentes y forma parte de un proceso llamado atención selectiva (Cansino, Guzzon, Martinelli, Barollo y Casco, 2011). El mecanismo de Acceso es el encargado de seleccionar y mantener activa la información relevante para una tarea específica, restringiendo la entrada de información irrelevante. Dentro de la investigación correspondiente al funcionamiento de la atención selectiva, el mecanismo de acceso forma parte de un concepto llamado atención focalizada, que permite que en presencia de una serie de estímulos algunos de ellos sean ignorados (Cohen, 2006). Este mecanismo de inhibición se ha estudiado mediante procedimientos en los que se indica a los participantes con anticipación cuáles son los estímulos relevantes para llevar a cabo la tarea. Entre las tareas más utilizadas se encuentra la prueba de Stroop, donde se presentan palabras en diferentes colores y se proporciona la instrucción de prestar atención solo a estímulos que se presenten en un color determinado y que serán relevantes para la ejecución de la tarea. También se han empleado tareas de *priming* negativo donde las condiciones para seleccionar los estímulos relevantes entre un grupo de estímulos, se presentan antes de codificar la información (Tipper, 2001). Por ejemplo, en la investigación de Dumas y Hartman (2008), se presentó una serie de palabras que tenían que ser recordadas, en la condición experimental de Acceso, la instrucción (previa a la presentación de los estímulos) era recordar las palabras que estuvieran rodeadas por un círculo.

Por su parte, el mecanismo de Supresión se encarga de atenuar la información irrelevante una vez que ésta ha entrado en la memoria de trabajo. En este caso la tarea más utilizada es la Prueba de amplitud lectora (Elosúa, Gutiérrez, García Madruga, Luque, y Gárate, 1996) mejor conocida como *Reading Span Test* propuesta por Daneman y Carpenter en 1980. Esta

tarea consiste en presentar una serie de frases que no guardan ningún tipo de relación y se les pide a los participantes recordar la última palabra de cada frase. El número de frases en cada serie va aumentando. En la investigación de Dumas y Hartman (2008), la tarea experimental para el mecanismo de supresión consistió en circular las palabras relevantes, una vez que los participantes habían leído toda la serie de palabras presentadas.

Las funciones de Acceso y Supresión son, de acuerdo con Hasher, Lustig y Zacks (2007), determinantes en el contenido de la memoria de trabajo y se diferencian gracias al momento en que actúan. El mecanismo de Acceso controla la interferencia antes de que la información entre al sistema (por lo que forma parte de la atención selectiva) y el de Supresión elimina la información irrelevante una vez que esta ha entrado al sistema, por lo que se considera que actúa en la memoria de trabajo

Clark en 1996 realizó una revisión de las investigaciones que versan sobre el papel que juegan los mecanismos de inhibición en varios niveles: bioquímicos, electrofisiológicos, perceptuales, atencionales, motores, de aprendizaje, etcétera. Este autor propone que la inhibición es un concepto que permite desarrollar modelos explicativos para fenómenos que de lo contrario pueden ser difíciles de explicar en forma mecánica y, la contribución de un concepto como éste parece bastante útil cuando se trata de explicar un fenómeno que suprime una respuesta en determinado contexto, o la selección de información cuando se encuentran distractores o eventos concurrentes.

De acuerdo con esta perspectiva, los mecanismos de inhibición constituyen uno de los pilares fundamentales en el entendimiento del comportamiento humano y de como la experiencia se construye, de manera análoga al papel que juegan las palancas y sus leyes

físicas asociadas en el entendimiento del funcionamiento de las máquinas. A su vez, Friedman y Leslie en 2004 (citados en MacLeod y Gorfein, 2007) argumentaron que la inhibición de los estímulos que compiten entre sí es fundamental para la selección entre las supuestas alternativas, similar a la selección por inhibición que se describe en el concepto de *priming* negativo, en la literatura de la atención. El *priming* negativo es un efecto en la memoria que se produce cuando hay un antecedente de exposición a un estímulo determinado que influye en la respuesta hacia ese estímulo cuando éste se repite en el siguiente ensayo en comparación con un estímulo que no se repitió en el ensayo anterior, efecto que se manifiesta a través de una disminución en la velocidad de respuesta y de un incremento en los errores (Mayr y Buchner, 2007).

Asimismo, dado que los seres humanos enfrentamos situaciones que implican decisiones cognitivas estratégicas donde se requiere determinar qué actividades llevaremos a cabo y qué respuestas daremos ante los estímulos presentes en el ambiente, el mecanismo de Contención se encarga de detener los múltiples pensamientos y respuestas conductuales que son concurrentes a la ejecución de cualquier tarea (Hasher, *et al.*, 2007).

De acuerdo con Treisman (citado en Cohen, 2006), los estímulos presentes en el ambiente se procesan de forma paralela y se requiere conocer cuáles son las propiedades físicas de éstos que son relevantes para la ejecución de una tarea. De este modo es posible atenuar la información irrelevante, y procesar la relevante mediante mecanismos de orden superior. Cabe mencionar que existen dos fuentes de información: el mundo externo y la propia mente del individuo (Hasher, Zacks y May, 1999).

Es importante notar que el modelo de atenuación propuesto por Treisman permite considerar

la idea de que los estímulos familiares de nuestro ambiente, automáticamente activan en paralelo sus representaciones en la memoria (Hasher y Zacks, 1999). De acuerdo con este modelo, los estímulos no seleccionados pueden ser también procesados y, si su nivel de activación es lo suficientemente alto es posible que alcancen el nivel de la conciencia. Esto permite explicar el porque las personas son capaces de prestar atención a estímulos no relevantes y recordarlos, o porque algunas veces la información irrelevante interfiere en las ejecuciones conductuales, aunque los participantes declaran no recordarla.

Cabe destacar que las funciones cognitivas de inhibición de la información son tan importantes, que algunas fallas en las mismas han sido vinculadas con patologías tales como esquizofrenia, depresión, trastorno por déficit de atención y trastorno obsesivo-compulsivo (Friedman y Miyake, 2004; Passolunghi, y Siegel, 2001). Sin embargo, es necesario mencionar que, aunque en el presente estudio Acceso y Supresión son conceptos que se usan para definir procesos de selección e inhibición de información, existe un debate importante sobre la gran cantidad de mecanismos que son responsables de seleccionar, mantener vigente información relevante y finalmente, controlar la interferencia de información irrelevante (MacLeod y Gorfain, 2007; Redick, Heitz y Engel, 2007).

2.5 Eficiencia en memoria de trabajo: Tipos de error

Según Palladino, Mammarella y Vecchi (2003) el poco control de información irrelevante puede mermar la eficiencia de la memoria de trabajo, ya que ésta información utiliza recursos del sistema de memoria, por lo que su capacidad global se reduce.

Diversas investigaciones (Nee y Jonides 2009; Friedman y Miyake 2004, Mammarella, *et al.*, 2005; Cornoldi, Bassani, Berto, y Mammarella, 2007; Dumas y Hartman, 2008) han reportado

que conforme incrementa la cantidad de estímulos presentes, la habilidad para almacenar y procesar información se reduce significativamente.

Autores como De Beni y Palladino (2000), Palladino, *et al.* (2003), Friedman y Miyake (2004), Cornoldi y Mammarella (2006) y Cansino, *et al.* (2011), han encontrado una relación significativa entre recordar información irrelevante (también llamado errores de intrusión) y la adecuada ejecución en tareas de memoria de trabajo y aseguran que los errores de intrusión son una medida de la ineficiencia de los mecanismos de inhibición, dado que su presencia puede deberse a una dificultad para reducir la activación de información irrelevante. Además, Borella, Carretti y De Beni. (2008) aseguran que los errores de intrusión son una forma de medición de los mecanismos de inhibición, ya que son inherentes a las tareas de memoria de trabajo, pues esta medida representa la inhabilidad de remover información previa que ya no es relevante. De acuerdo con Mammarella y Cornoldi (2005), dichos errores se producen gracias al recuerdo de información irrelevante y proviene de la misma fuente de materiales donde también se encuentra la información relevante.

La importancia del análisis de estos errores radica en que muestra que las fallas en tareas de memoria de trabajo no solo se deben a una pérdida de la información relevante, sino que además están relacionadas con funciones cognitivas que tienen un control inapropiado de la información irrelevante debido a procesos de inhibición insuficientes.

Por otra parte, se han llevado a cabo diversos estudios (Hasher y Zacks 1988; Oberauer *et al.*, 2001; Hasher *et al.*, 1999) en los que se emplean tareas verbales para estudiar los mecanismos de inhibición, sin embargo el empleo de material verbal introduce otras variables. Por ejemplo, Baddeley y Hitch en 1974 (citados en Just y Carpenter 1992)

construyeron tareas que implicaban atender a diferentes oraciones para después recuperar información sobre éstas. Encontraron que la habilidad para entender oraciones individuales disminuía conforme aumentaban los elementos a codificar. Esto sugiere que el almacén y procesamiento de información son funciones separadas que comparten el uso de recursos cognitivos.

Del mismo modo, Hasher y Zacks (1988) plantean que los adultos con una alta habilidad verbal o una alta escolaridad pueden ser más eficientes en resolver tareas verbales, dadas las asociaciones que llevan a cabo con los estímulos y palabras que conocen previamente o por la familiaridad que tienen con los estímulos. Asimismo Baddeley (2003), afirma que las instrucciones verbales pueden dar pie a evocar imágenes mentales.

Palladino *et. al.*, (2003) llevaron a cabo un estudio donde compararon la ejecución de 20 personas en tareas verbales (palabras) y tareas viso-espaciales (matrices de 5 x 5), partiendo de la premisa de que los procesos inhibitorios que intervienen en cada una de estas tareas son distintos, dada la naturaleza de la información. En el primer experimento se realizaron dos tareas, una verbal y una viso-espacial en los que se variaron la complejidad (número de objetivos a identificar y estímulos irrelevantes) y las condiciones de interferencia (durante la codificación o el mantenimiento de la información). Las palabras o posiciones en la matriz tenían diferentes colores y mediante una clave, previa o posterior a la presentación del estímulo, se indicó a los sujetos cuáles eran los estímulos relevantes en cada ensayo. La presentación de la clave antes del estímulo permitió evaluar la interferencia durante la codificación, mientras que la presentación de la clave después del estímulo permitió evaluar la interferencia durante el mantenimiento de la información. Se analizaron el número de ítems recordados y los errores de intrusión fueron tomados como índices de la interferencia. Los

errores de intrusión se definieron como estímulos irrelevantes erróneamente recordados como relevantes.

En el segundo experimento Palladino *et al.* (2003) los autores indagaron sobre las estrategias de codificación involucradas en las tareas verbal y viso-espacial. Emplearon un experimento similar, sólo que esta vez en la tarea verbal se les pidió a los participantes que leyeran en voz alta las palabras presentadas y que los estímulos presentados en la tarea viso-espacial fueran tocados por el sujeto de manera secuencial, esto con la finalidad de intentar medir el efecto del uso de una estrategia durante la ejecución de la tarea. Se encontró que entre mayor era el número de objetivos a identificar, la precisión para llevar a cabo ambas tareas, verbal y viso-espacial, disminuía. Se observó que el desempeño de los sujetos fue menos preciso cuando la interferencia ocurría una vez que la información había entrado en la memoria de trabajo (mantenimiento de la información) que cuando ocurría antes de que la información entrara en este sistema de memoria (codificación de la información). De esta manera se confirmó que las tareas que evalúan memoria de trabajo son sensibles a la interferencia, independientemente de la naturaleza de la información. Los autores observaron que los sujetos emplearon diferentes estrategias en función del tipo de material: una estrategia de procesamiento secuencial predominó cuando se trataba de información verbal y una simultánea cuando se trataba de información viso-espacial (Palladino *et al.*, 2003). Asimismo, la tarea viso-espacial generó un mayor número de intrusos que la tarea verbal. El análisis de intrusiones enfatizó las diferencias entre los mecanismos de inhibición en función del tipo de información irrelevante.

Baddeley (2003) propone que la agenda viso-espacial puede ser vista como un análogo al componente verbal (bucle fonológico). A pesar de que los procesos de inhibición fueron

superiores en la tarea verbal que en la viso-espacial en el estudio de Palladino, *et al.* (2003), es difícil concluir que existen mecanismos de inhibición diferentes para el procesamiento de información verbal y viso-espacial debido a que el control que se tuvo en las tareas es criticable. Por ejemplo, en la tarea de información viso-espacial, la condición control se presentó primero y, la presentación de matrices comenzó con la más simple y continuaba con las más complejas, aumentando gradualmente. Esto es criticable dado que los autores reportan un efecto de la condición sobre los niveles de precisión, es decir que en la condición de interferencia durante la fase de codificación se obtuvieron mejores resultados que en la condición control. Los autores no debaten el hecho de que este efecto se pueda deber al entrenamiento que recibieron los participantes al realizar la tarea control antes de la tarea de interferencia. De hecho, Palladino, *et al.* (2003), a modo de conclusión, propone que la selección de estímulos en la condición de interferencia no necesariamente implica el uso de inhibición dado que la información irrelevante puede ser utilizada como clave para mejorar la ejecución en la tarea.

Cornoldi y Mammarella (2006) diseñaron una tarea viso-espacial de lápiz y papel que consistía en recordar posiciones de objetos en matrices de 4 x 4. Llevaron a cabo dos experimentos con el afán de probar la hipótesis de que la falla en la memoria de trabajo viso-espacial está asociada con un incremento en los errores de intrusión. Estos errores reflejan la dificultad para controlar la interferencia que produce la información irrelevante aún activa, y que proviene del mismo conjunto de materiales procesados anteriormente. En el primer experimento, el investigador señalaba tres posiciones en cada una de las tres o cuatro matrices presentadas de manera secuencial y se le pedía al participante que señalara sobre una matriz en blanco las posiciones finales señaladas por el investigador en cada matriz. Los

errores de intrusión consistían en señalar las posiciones no finales.

El segundo experimento era idéntico sólo que simultáneamente se señalaban dos columnas y dos filas de la matriz mediante flechas, si alguno de los puntos señalados por el experimentador se encontraba en alguna intersección, el participante debía dar un golpe en la mesa (Ver Figura 2).

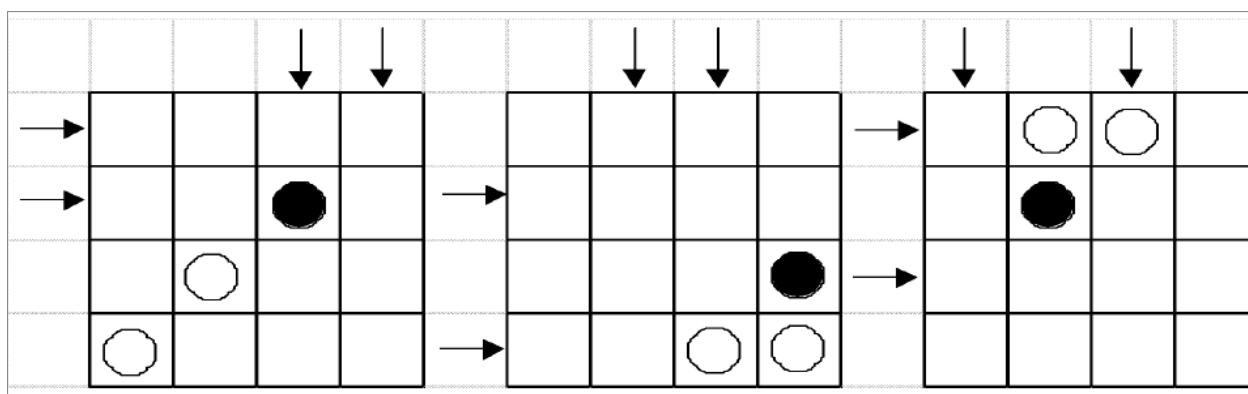


Figura 2. Ejemplo de los materiales utilizados en el estudio. Los círculos negros indican las posiciones finales, los círculos blancos las posiciones no finales, ambos señalados por el experimentador. Las flechas son utilizadas en la manipulación para indicar los puntos de intersección de la tarea concurrente que consistía en golpear la mesa (Cornoldi y Mammarella, 2006)

Los resultados mostrados por esta investigación coinciden con los encontrados por De Beni *et al.* (1998) en una tarea verbal. Los errores de intrusión no son el único tipo de error que los participantes pueden cometer cuando encuentran difícil recordar la posición correcta, también pueden señalar espacios no señalados por el experimentador. Cornoldi y Mammarella (2006) aseguran que la literatura sobre memoria de trabajo viso-espacial tradicionalmente se ha enfocado en medir la cantidad de respuestas correctas, en vez de analizar los errores, los cuales proporcionan información valiosa sobre los procesos que pueden causar el pobre control de la interferencia.

La investigación de Cornoldi y Mammarella (2006) sugiere que los errores de intrusión no surgen porque la huella de la memoria correspondiente se haya convertido particularmente débil como sería el caso de señalar posiciones nuevas, sino por una activación excesiva de algunos lugares irrelevantes señalados.

Por otra parte, Cornoldi, *et al.* (2007) emplearon una tarea viso-espacial similar a la antes mencionada en dos sesiones: una donde no se presentaban distractores y una donde simultáneamente se tenían que recordar palabras presentadas antes de cada ensayo. Los autores encontraron que los errores típicos fueron intrusiones (no recordar los últimos estímulos señalados) e invenciones (señalar una posición del estímulo que nunca se había presentado), y estos errores fueron 10% mayores en la sesión donde se presentó la tarea contigua de recordar palabras. Los errores de intrusión fueron más frecuentes que los de invenciones y esto los llevó a la conclusión de que la información irrelevante que es activada interfiere y contribuye a fallas en la memoria de trabajo viso-espacial.

Cohen (2006) menciona que gracias a múltiples investigaciones se ha logrado llegar a dos generalizaciones respecto de por qué la ejecución en dos tareas simultáneas se puede ver empobrecida, y esto es debido a que los recursos cognitivos son limitados. Por ello, dos tareas no pueden recibir simultáneamente la misma cantidad de recursos atencionales.

De acuerdo con Pickering (2001) es particularmente difícil estudiar el componente viso-espacial de la memoria de trabajo, ya que se requieren estímulos que puedan ser codificados únicamente en forma viso-espacial. Muchas imágenes de objetos reales, como las fotografías, pueden ser codificadas en la memoria de trabajo mediante representaciones fonológicas o semánticas. Por ello, las mediciones “puras” de memoria de trabajo viso-

espacial son difíciles de desarrollar. Sin embargo, dos tareas que cumplen con criterios para ser pruebas de memoria viso-espacial adecuadas son la prueba de Bloques de Corsi (Milner, 1971, citado en Pickering, 2001) y la prueba de patrones visuales (Della Sala *et al.*, 1999). Cada una de ellas implica el recuerdo inmediato de información viso-espacial abstracta.

Cansino, *et al.* (2011) llevaron a cabo una investigación donde se buscaba, por medio de una tarea de memoria de trabajo viso-espacial elaborada con elementos Gabor, determinar si la eficiencia de los mecanismos de inhibición Acceso y Supresión diferían entre adultos mayores y adultos jóvenes. Encontraron que los adultos mayores son igualmente eficientes que los adultos jóvenes para llevar a cabo la tarea de memoria de trabajo viso-espacial cuando se requería del mecanismo de Acceso, sin embargo, este efecto no se encontró cuando se requería de la aplicación del mecanismo de Supresión, lo cual probó que este mecanismo es más difícil de ejecutar por los adultos mayores.

Este estudio introdujo un nuevo paradigma para evaluar la memoria de trabajo viso-espacial, en el que se evalúan las tasas de errores de intrusión como medida directa de la eficiencia del control de la interferencia causada por la información irrelevante. Por medio de este paradigma se busca igualar las condiciones para evaluar los procesos de acceso y supresión. En él se emplean como estímulos círculos compuestos por elementos Gabor (Figura 3). Los Gabors fueron propuestos por Daugman (1980, 1985) para representar los campos visuales óptimos para estimular los receptores del sistema visual, es decir que, son estímulos que describen bien los campos receptivos (Okajima, 1998) de una manera bidimensional (Daugman, 1980).

Los Gabors en dos dimensiones son ampliamente utilizados en el procesamiento de

imágenes, visión artificial, neurociencias y psicofísica. Son estímulos novedosos y libres de cualquier experiencia previa, además de que pueden carecer de componentes tales como color y forma, componentes que de acuerdo con Baddeley (2003) pueden competir por ser almacenados en la memoria de trabajo.

MacLeod y Gorfain (2007) sugieren que el concepto de inhibición cognitiva es una corriente que permea todas las demás áreas tradicionales de investigación psicológica. Este concepto es poderoso y por esta razón la investigación sobre inhibición paulatinamente se ha incluido en los estudios de cognición en general. Entender como es que las personas llevan a cabo la selección y no selección de información es central para entender la cognición (Nee y Jonides, 2008).

3. Justificación

Aunque se ha llevado a cabo un estudio (Cansino, 2011) donde se usa este mismo paradigma para comparar la ejecución de adultos jóvenes y adultos mayores, los resultados encontrados dejan abierta la posibilidad de investigar si las diferencias encontradas son gracias a la naturaleza diferente de los mecanismos de inhibición. En dicho estudio, se encontró evidencia de que los adultos más jóvenes aplican mecanismos de inhibición en condiciones donde se requieren mecanismos de Acceso y Supresión, sin embargo queda abierta la posibilidad de que los sujetos hayan aplicado una misma estrategia para discriminar entre estímulos relevantes e irrelevantes en ambas condiciones.

Por tal motivo, el presente estudio se propone investigar si los mecanismos de inhibición Acceso y Supresión tienen efectos equivalentes en la memoria de trabajo visoespacial, además de examinar si estos mecanismos son sensibles al aumento de complejidad en la tarea, dado que, hasta el momento, se desconoce si la complejidad influye de manera equivalente sobre ambos mecanismos de inhibición.

Debido a que la capacidad de la memoria de trabajo refleja la habilidad para usar atención controlada y así prevenir la distracción de estímulos irrelevantes en el ambiente o ya almacenados en la memoria, y al hecho de que las fallas en la memoria de trabajo se deben, al menos parcialmente, a la interferencia de esta información, el presente trabajo se propone contrastar los efectos de los mecanismos de inhibición acceso y supresión sobre la memoria de trabajo por medio de un paradigma experimental viso-espacial novedoso que utiliza estímulos no familiares.

Se utilizaron estímulos no familiares con el propósito de excluir la influencia de variables

extrañas que regularmente ocurren cuando se emplean estímulos lingüísticos (experiencia cultural, familiaridad, memoria semántica, repetición subvocal, etcétera) e incluso, estímulos visuales familiares ya que, de acuerdo con Reprovs y Baddeley (2006), también la codificación de información en la memoria visual se ve afectada por la experiencia previa, por ejemplo Kemps en 2001. Asimismo, la investigación está enfocada en aportar datos sobre cómo la memoria de trabajo disminuye, es decir, qué tipo de errores cometen las personas cuando emplean los mecanismos de Acceso y Supresión, y si se deben a una pérdida de la información o a una activación de la información irrelevante (Cornoldi *et al.*, 2006).

El experimento se llevó a cabo en adultos sanos mediante una tarea de memoria de trabajo visoespacial que emplea elementos Gabor como estímulos

. La tarea permitió evaluar tres diferentes tipos de errores, en particular, los errores de intrusión representaron una medición de la ineficiencia de la aplicación de los mecanismos de inhibición.

El objetivo del estudio consistió en comparar el desempeño de los participantes en la tarea de memoria de trabajo en condiciones control en la que no se requería la aplicación de los mecanismos de inhibición con el desempeño de los sujetos en la misma tarea cuando se requerían los mecanismos de acceso y supresión. Esta comparación permitió establecer el efecto de cada mecanismo de inhibición sobre la memoria de trabajo.

Los mecanismos de acceso se evaluaron a través de presentar una clave antes de los estímulos test para indicar cuál de ellos era el relevante en cada ensayo para realizar la tarea de memoria; mientras que para evaluar los mecanismos de supresión, la clave se presentó

después de los estímulos test, de tal forma que ambos mecanismos de inhibición se evaluaron en los mismos sujetos y bajo las mismas condiciones.

Además, estos mecanismos de inhibición se evaluarán en tres niveles de complejidad para establecer el efecto de la complejidad sobre el desempeño en la tarea de memoria cuando se empleaban cada uno de estos mecanismos.

4. Método

4.1 Preguntas de investigación

¿Difiere la ejecución en una tarea de memoria de trabajo viso-espacial, en cuanto a respuestas correctas y tiempos de reacción, cuando se aplican los mecanismos de inhibición acceso y supresión?

¿Difiere la ejecución en una tarea de memoria de trabajo, en cuanto a respuestas correctas y tiempos de reacción, cuando el nivel de complejidad en la tarea aumenta y varía este efecto según el mecanismo de inhibición aplicado?

4.2 Hipótesis

El porcentaje de respuestas correctas diferirá significativamente entre las condiciones control y sus respectivas condiciones experimentales de Acceso y Supresión, y estas diferencias serán mayores conforme se incrementa la complejidad de la tarea.

Los tiempos de reacción en las respuestas correctas diferirán significativamente entre las condiciones control y sus respectivas condiciones experimentales de Acceso y Supresión, y estas diferencias serán mayores conforme se incrementa la complejidad de la tarea.

Las diferencias en el porcentaje de respuestas correctas y los tiempos de reacción en estas respuestas, entre la condición de Supresión y su condición control serán mayores que entre la condición de Acceso y su condición control.

Los errores de intrusión diferirán significativamente entre la condición de Acceso y Supresión, y éstos serán más numerosos que los errores positivos e invenciones en ambas condiciones

conforme se incrementa la complejidad de la tarea.

4.3 Variables

Variables independientes:

Condición de inhibición

Acceso. La clave que indica cuál es el estímulo relevante en cada ensayo para la tarea de memoria se presenta antes de los estímulos test.

Supresión. La clave que indica cuál es el estímulo relevante en cada ensayo para la tarea de memoria se presenta después de los estímulos test.

Complejidad de la tarea. El número de Gabors faltantes en los estímulos o de posiciones vacías (1, 2 ó 3) que debe recordar el sujeto para realizar la tarea.

Variables dependientes:

- Porcentaje de respuestas correctas
- Porcentajes de errores:

Positivos. La posición faltante en el estímulo prueba es igual a una de las posiciones faltantes en el estímulo test relevante y el sujeto responde que no es igual.

Inversiones. La posición faltante en el estímulo prueba no es igual a ninguna de las posiciones faltantes en ninguno de los estímulos test y el sujeto responde que sí es igual.

Intrusos. La posición faltante en el estímulo prueba es igual a una de las posiciones

faltantes en el estímulo test irrelevante y el sujeto responde que sí es igual.

- Tiempo de reacción en las respuestas correctas y en los diferentes tipos de errores: Tiempo transcurrido entre la presentación del estímulo prueba y la respuesta del sujeto.

4.4 Participantes

El estudio se llevó a cabo con 20 participantes entre 21 y 26 años de edad (22.4 años D.E.= 1.54), diez hombres y diez mujeres, todos diestros, con 16 años de estudio en promedio (\pm 1.22). La participación fue voluntaria y todos cubrieron los siguientes criterios de inclusión: tener agudeza visual normal o corregida a lo normal medida a través de la carta de Snellen, tener sensibilidad al contraste normal de acuerdo a su edad medida a través del *Mars Letter Test*, y contar con mínimo 14 años de estudio. Los criterios de exclusión fueron: padecer alguna enfermedad neurológica o psiquiátrica, adicción a drogas y/o alcohol, y consumo de algún medicamento que altere el sistema nervioso central en los últimos seis meses.

4.5 Material

Se empleó una computadora PC, un monitor de 17" y dos cajas de respuestas con una sola tecla cada una, conectadas al puerto serial de la computadora. El experimento se controló a través del software *Eprime 1.2* de *Psychological Software Tools*.

4.6 Estímulos

Los estímulos que se emplearon en las cuatro condiciones experimentales consistieron en círculos hechos de elementos Gabor, producto de un gradiente sinusoidal en una envoltura

Gaussiana (Figura 3). Los Gabors en el círculo estuvieron orientados en forma perpendicular a su radio y se colocaron en una de doce posibles posiciones como en un reloj imaginario. Los Gabors tuvieron un diámetro con un ángulo visual de 0.41° . La distancia de centro a centro entre dos Gabors contiguos en el círculo fue de 0.82° . Los círculos de Gabors tuvieron como diámetro un ángulo visual de 3.60° .

Se crearon un círculo al que no le falta ningún elemento Gabor, doce a los que les faltaba un elemento Gabor, 54 a los que les faltaban dos elementos Gabors y 112 a los que les faltaban tres elementos Gabors. Los espacios sin Gabors no fueron contiguos. Los estímulos con un solo Gabor faltante fueron usados como estímulos test y como estímulos prueba.

El color de fondo de la pantalla fue gris durante todos los experimentos y su luminosidad (50 cd/m^2) fue igual a la luminosidad media de un elemento Gabor, los cuales tuvieron un contraste de 0.77 ciclos/grado. Los Gabors fueron construidos mediante el software Matlab v 7.3.0.267 (R2006b) con las extensiones *Psychophysics Toolbox* v 3.0.8 BETA (PTB-3).

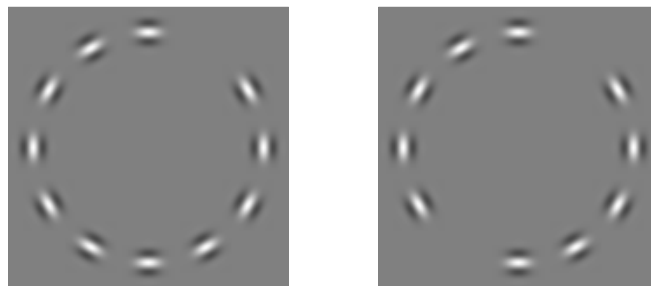


Figura 3. Ejemplo de dos de los estímulos que se emplearon en las tareas, círculos compuestos de elementos Gabor.

Además se emplearon tres tipos de claves (Figura 4), una de ellas fue empleada en las

condiciones Control y las otras dos en las condiciones de Acceso y Supresión. Todas las claves consistieron en dos círculos pequeños presentados simultáneamente. En las condiciones control los círculos estaban vacíos con el fin de no proporcionar información alguna a los sujetos, fueron usadas sólo para mantener la misma secuencia de eventos que en las condiciones de Acceso y Supresión. En estas condiciones se emplearon claves diferentes, una de ellas estuvo compuesta por un círculo negro seguido de un círculo vacío y la otra consistió en un círculo vacío seguido de un círculo negro.

El círculo negro en ambas claves indicaba si el primero o el segundo estímulo en cada ensayo era el relevante para la tarea. Los dos círculos contiguos en las claves tuvieron un ángulo visual horizontal y vertical de 1.4° y 0.57° , respectivamente. Cada círculo tuvo de diámetro un ángulo visual de 0.57° , la línea del contorno de los círculos tuvo un ángulo visual de 0.08° . La distancia entre los círculos tuvo un ángulo visual 0.26° .

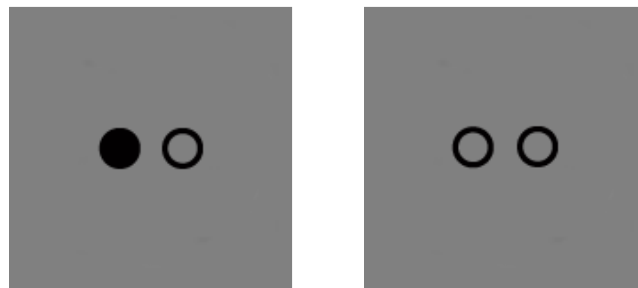


Figura 4. Ejemplos de las claves que se utilizaron, la de la izquierda es una de las claves que se usó en las condiciones de inhibición y la de la derecha se usó en las condiciones control.

4.7 Procedimiento

Los sujetos participaron en dos sesiones. En la primera se evaluó su agudeza visual y sensibilidad al contraste y en la segunda realizaron las tareas experimentales. La mitad de los sujetos realizó en primer lugar la condición de acceso con su condición control en orden contrabalanceado, seguida de la condición de supresión y su condición control, también en orden contrabalanceado. La otra mitad de los sujetos comenzó en orden inverso, primero la condición de supresión y su condición control en orden contrabalanceado, seguida de la condición de acceso y su condición control también en orden contrabalanceado. Al inicio de cada condición control y experimental, los participantes realizaron breves versiones de las tareas como entrenamiento en presencia del experimentador.

Condición control

En las dos condiciones control de Acceso y Supresión se presentó un bloque de 60 ensayos: 20 en los que a uno de los estímulos test le faltaba un elemento Gabor, 20 en los que a uno de los estímulos test le faltaba dos elementos Gabor y 20 en los que a uno de los estímulos test le faltaba tres elementos Gabor. En estos ensayos el otro estímulo test tenía todos sus elementos Gabors. En cada uno de estos niveles de complejidad se llevaron a cabo 10 ensayos con estímulos test positivos: el elemento que falta en el estímulo prueba es igual a uno de los elementos que faltan en el único estímulo test incompleto. En la mitad de estos ensayos el primer estímulo test estaba incompleto y en el resto de los ensayos el segundo estímulo test. Los otros diez ensayos contenían estímulos test negativos: la posición del elemento que faltaba en el estímulo test no era igual a ninguna de las posiciones de los elementos faltantes en uno de los estímulos test. Todos los tipos de ensayos se presentaron en un orden aleatorio.

Condiciones experimentales

En cada una de las condiciones de Acceso y Supresión se presentaron un total de 240 ensayos. En cada condición se presentaron 80 ensayos de cada nivel de complejidad (estímulos con uno, dos o tres elementos Gabor faltantes). En cada nivel de complejidad se presentaron 40 ensayos con estímulos test positivos, 20 con estímulos test negativos y 20 con estímulos test intrusos. Los estímulos test positivos y negativos fueron descritos anteriormente. En los estímulos test intrusos la posición del elemento que faltaba en el estímulo test era igual a la posición de uno de los elementos que faltaba en el estímulo test irrelevante. En la mitad de los ensayos de cada uno de los tipos de estímulo test la clave indicaba que el primer estímulo test era relevante para ese ensayo y en el resto, la clave señalaba que el segundo estímulo test era relevante. El número total de ensayos de cada condición experimental se dividió en cuatro bloques de 60 ensayos en los que se presentaron en orden aleatorio la misma proporción de cada uno de los tipos de ensayos.

4.8 Tarea de memoria de trabajo

Acceso y control

Cada ensayo comenzó con la presentación de una cruz en el centro de la pantalla por 200 msec como punto de fijación visual (Figura 5) seguido de un periodo en que la pantalla quedó vacía durante 500msec y la clave se proyectó durante 200. Después de un periodo de 500 msec en el que la pantalla permaneció vacía se presentaron los dos estímulos test de manera secuencial por un periodo de 600 msec cada uno con un intervalo de 1000 msec entre ellos. Después de la desaparición del segundo estímulo test la pantalla permaneció en blanco durante 1700 msec, en seguida se proyectó el estímulo prueba durante 600 msec. A

partir del inicio de la presentación del estímulo prueba el sujeto podía responder durante un periodo de hasta 4000 mseg. El intervalo entre ensayos fue de 9.6 seg. La tarea de los sujetos consistió en juzgar si la posición del elemento que faltaba en el estímulo prueba era igual o no a la posición de alguno de los elementos que faltaba en uno de los estímulos test. En la condición de Acceso la tarea consistió en juzgar si el elemento que faltaba en el estímulo prueba era igual o no a los elementos que faltaban en el estímulo test relevante, el cual se indicaba en cada ensayo por medio de la clave presentada antes de los estímulos test. Los participantes respondieron a través de una de dos posibles teclas, localizadas en distintas cajas de respuesta, mediante los dedos índices izquierdo y derecho. La asignación de cada posible respuesta, igual o diferente posición, fue contrabalanceada entre los sujetos.

Supresión y control

Las tareas en estas condiciones fueron idénticas a las descritas para las condiciones de Acceso y su control, excepto que los estímulos test se presentaron 500 mseg después del punto de fijación y la clave se presentó 1000 mseg después del segundo estímulo test y 500 mseg después de la desaparición de la clave se presentó el estímulo prueba.

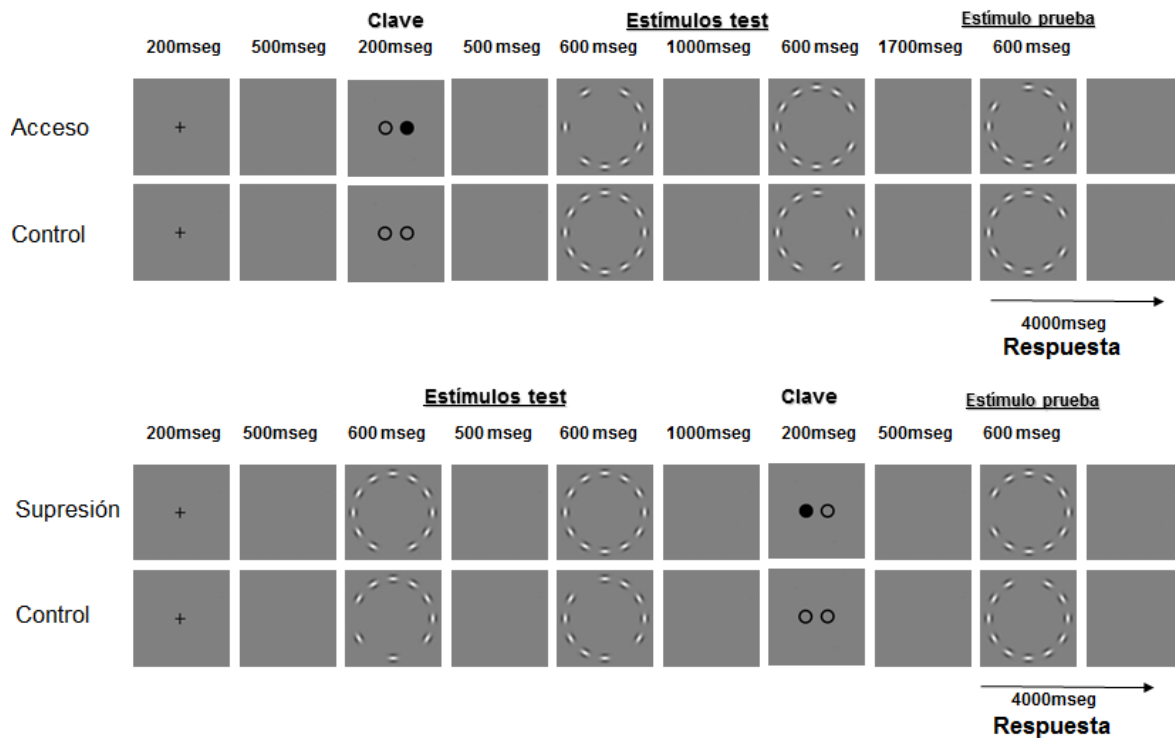


Figura 5. Se muestra el paradigma utilizado y los eventos que ocurrieron en cada condición experimental y su respectiva condición control. En la condición de Acceso la clave indica que el segundo estímulo es el relevante y en la condición de Supresión, la clave indica que el primero es el estímulo relevante. Se muestran ensayos donde los estímulos prueba son negativos.

4.9 Análisis de datos

Se llevaron a cabo ANOVAs de medidas repetidas con los factores tipo de inhibición (Acceso y Supresión), tipo de condición (experimental o control), nivel de complejidad (1, 2 ó 3 elementos Gabor faltantes) para las variables porcentaje de respuestas correctas y tiempos de reacción en las respuestas correctas. Los porcentajes de errores también se analizaron por medio de ANOVAs de medidas repetidas con los factores tipo de inhibición, tipo de errores (positivos, invenciones e intrusos) y nivel de complejidad. Para determinar si las interacciones resultaron significativas se empleó la prueba post-hoc de Tukey. Los grados de libertad se corrigieron mediante el método de Greenhouse-Geisser y en ese caso se

presentan los niveles de probabilidad corregidos. El nivel de significancia fue de $p < 0.05$.

5. Resultados

Se encontró una interacción de los factores tipo de inhibición y condición [$F(1,19) = 83.63$, $p < 0.0001$]. El porcentaje de respuestas correctas no difirió significativamente entre la condición de acceso y su condición control (Ver Figura 6), pero sí entre la condición de supresión y su condición control (Ver figura 7). En ambas condiciones de cada mecanismo de inhibición se muestra una disminución en términos de porcentaje el desempeño, conforme aumenta la complejidad de la tarea.

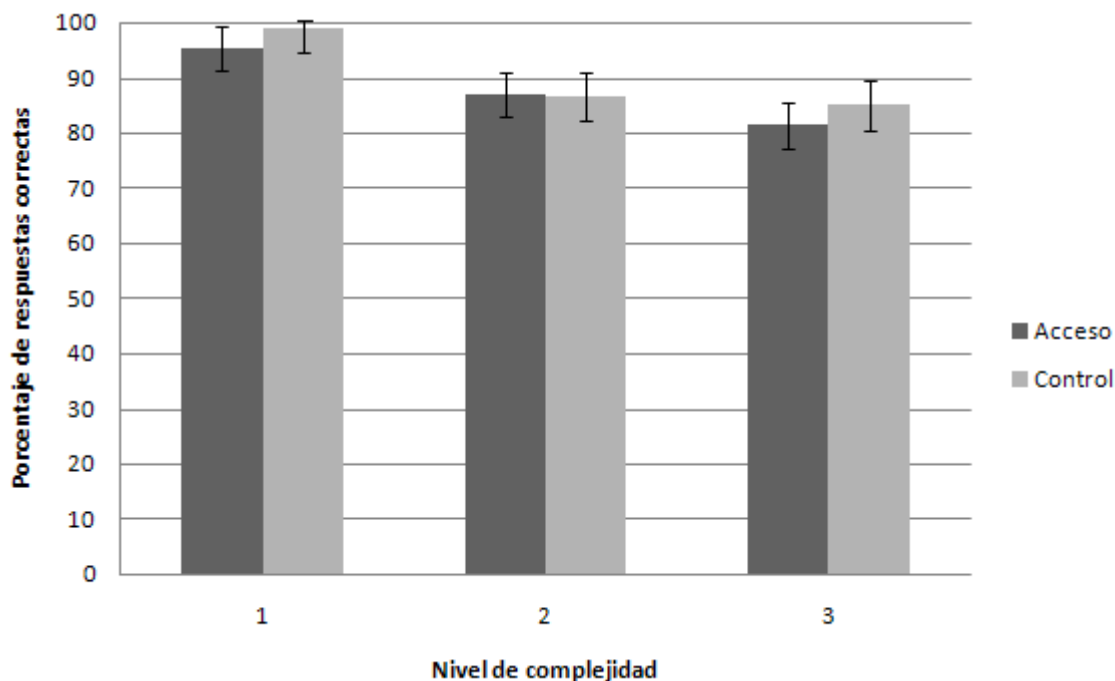


Figura 6. Porcentaje de respuestas correctas en las condiciones Acceso y Control. Las líneas en las barras representan el error estándar.

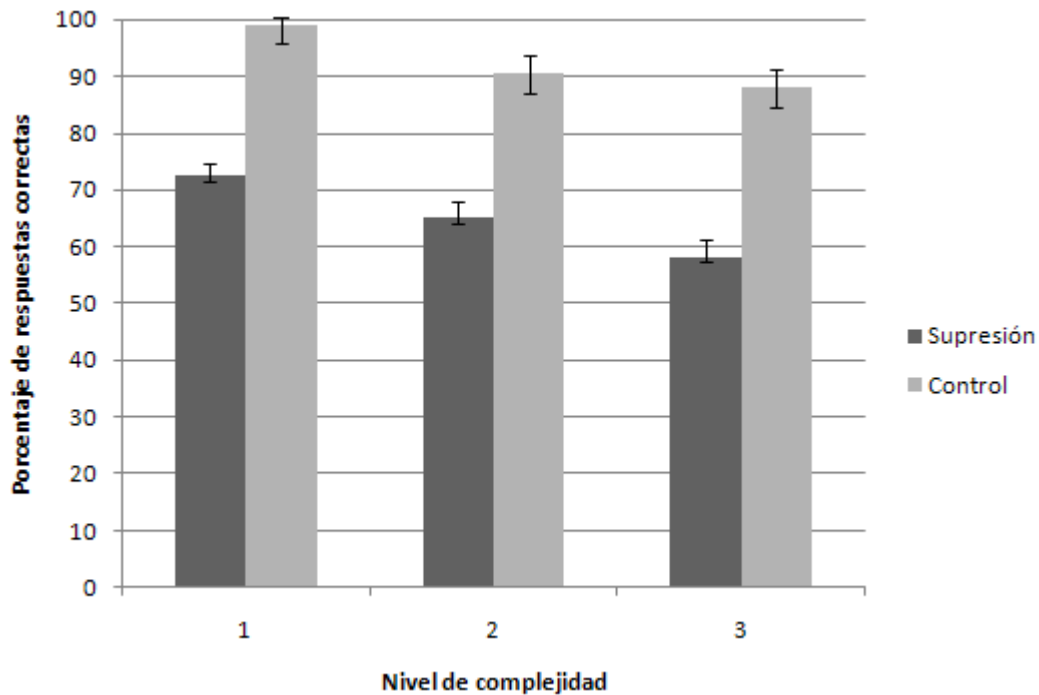


Figura 7. Porcentaje de respuestas correctas en las condiciones de Supresión y Control. Las líneas en las barras representan el error estándar.

El análisis de tiempos de reacción únicamente resultó significativo para el factor nivel de complejidad [$F(2, 38)=43.68$, $\epsilon = 0.73$, $p<0.0001$]. Las diferencias significativas se dan entre los estímulos de un elemento Gabor faltante y los estímulos de dos y tres elementos Gabor faltantes, tanto en Acceso (Figura 8) como en Supresión (Figura 9) con sus respectivas condiciones control.

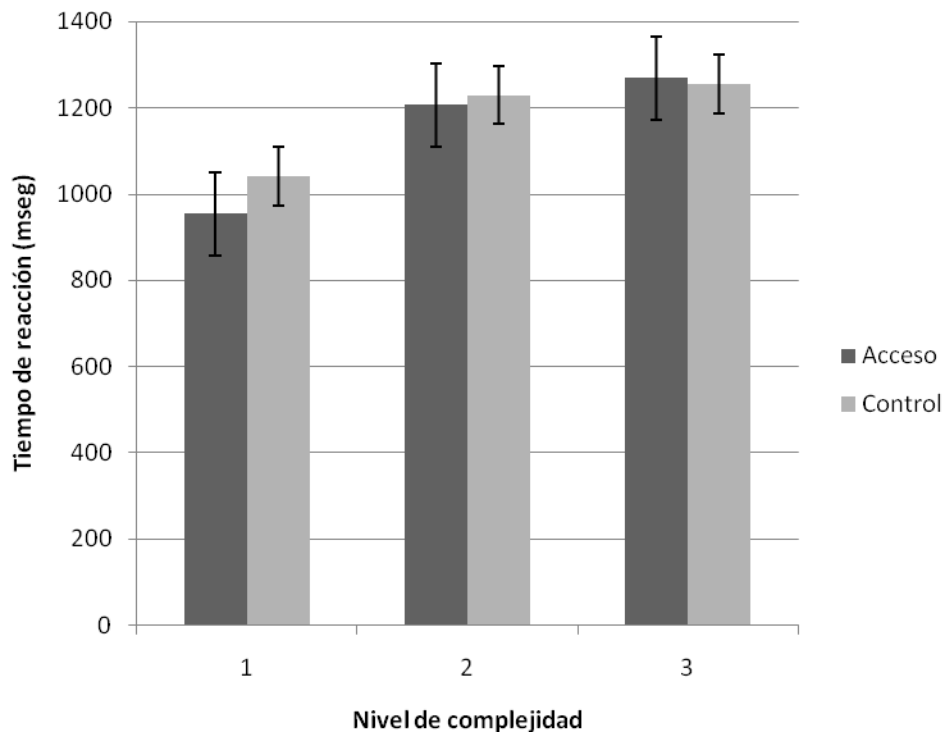


Figura 8. Tiempos de reacción en las respuestas correctas durante las condiciones de Acceso y Control. Las líneas en las barras representan el error estándar.

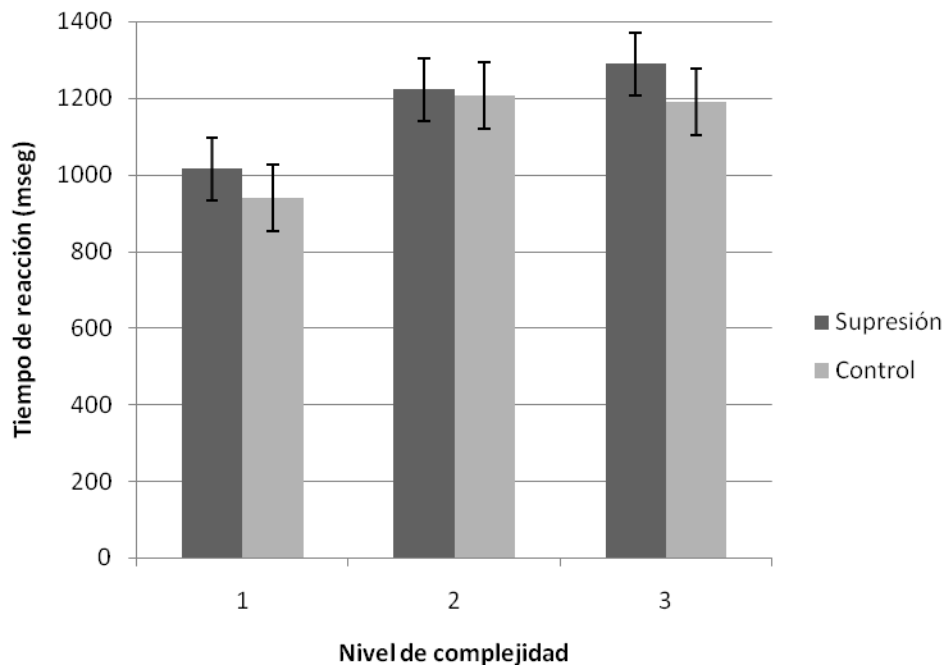


Figura 9. Tiempos de reacción en las respuestas correctas durante las condiciones de Supresión y Control. Las líneas en las barras representan el error estándar.

En el ANOVA realizado con los tipos de errores se observó una interacción significativa [$F(4,76)=10.77$, $\epsilon = 0.75$, $p<0.0001$] entre los factores tipo de inhibición, tipo de error y nivel de complejidad (Figuras 10 y 11).

Los análisis post hoc de Tukey revelaron que los errores de intrusión son significativamente más numerosos en la condición de Supresión que en la condición de Acceso en los dos niveles de mayor complejidad, estímulos con dos y tres elementos Gabor faltantes. Asimismo, las intrusiones fueron más numerosas que las invenciones y errores positivos en la condición de Supresión. Por otro lado, los errores positivos incrementan significativamente conforme aumenta la complejidad de la tarea sólo en la condición de Supresión. En el caso del nivel de complejidad uno, los errores positivos difieren de los de invención y de los de intrusión; en el nivel de complejidad dos existe una diferencia significativa entre los errores positivos y los de invención y en el nivel de complejidad tres, los errores positivos difieren de los errores de intrusión.

En la condición Supresión los errores positivos y de invención se mantienen estables, sin embargo los errores de intrusión difieren en función del nivel de complejidad: los niveles de complejidad uno y dos difieren del nivel de complejidad tres. En la condición de Acceso los tipos de errores no difieren entre sí ni se incrementan significativamente conforme aumenta la complejidad de la tarea.

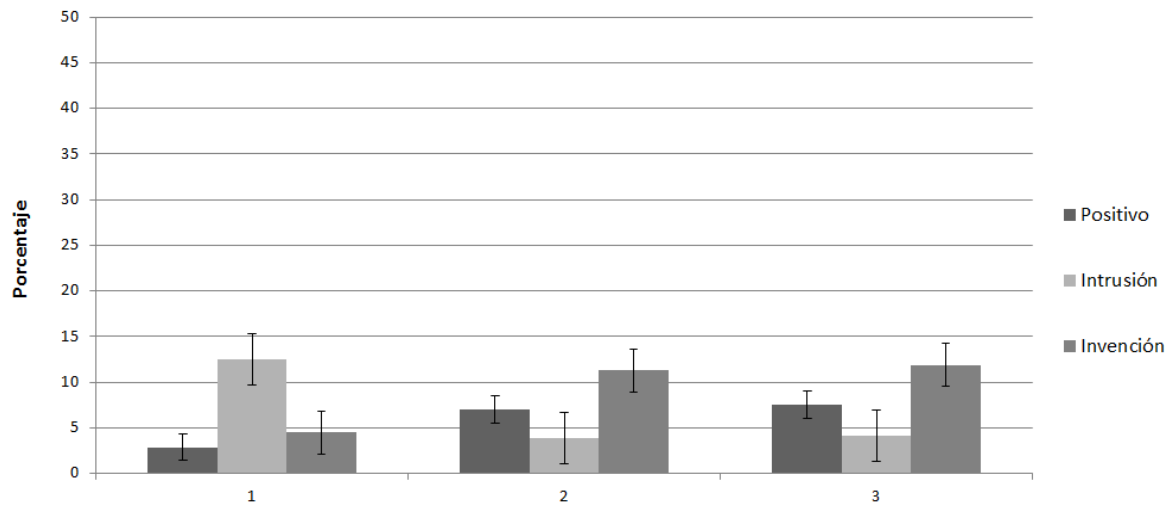


Figura 10. Porcentaje de tipos de errores cometidos en la condición de Acceso. Las líneas en las barras representan el error estándar.

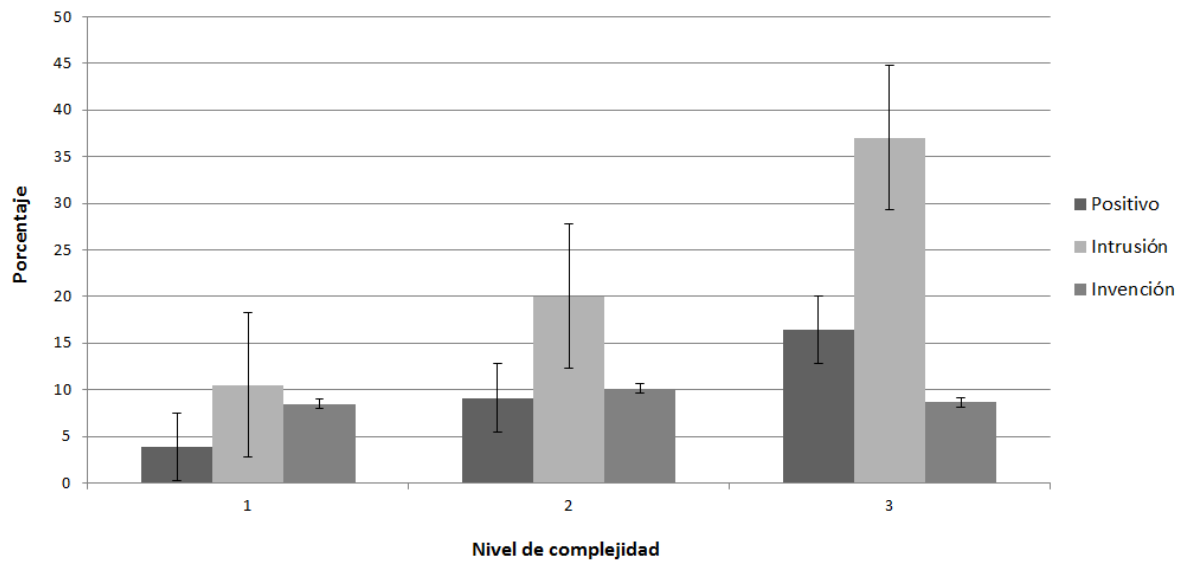


Figura 11. Porcentaje de tipos de errores cometidos en la condición de Supresión en cada nivel de complejidad. Las líneas en las barras representan el error estándar.

6. Discusión

El presente estudio proporciona clara evidencia de que los mecanismos de Acceso y Supresión no son equivalentes. Sus efectos en la tarea de memoria permiten distinguir que los recursos y las funciones que requieren cada uno de ellos son diferentes. El desempeño en la tarea de memoria no difirió significativamente entre las condiciones de Acceso y control, lo que indica que utilizar los mecanismos de Acceso no demanda el uso de mayores recursos en comparación de cuando éstos no se utilizan. Esto probablemente ocurre porque estos mecanismos operan durante procesos de atención selectiva y por lo tanto, no requieren de recursos del sistema de memoria de trabajo que pudieran afectar el desempeño en esta tarea.

Por el contrario, el desempeño de los participantes disminuyó significativamente en la condición de Supresión con respecto a su condición control, lo que indica que el empleo de estos mecanismos de inhibición fue sumamente demandante para los participantes, de tal forma que algunos procesos de memoria tuvieron que sacrificarse. Debido a que los mecanismos de Supresión actúan una vez que la información ha entrado en el sistema de memoria, éstos deben compartir los recursos del sistema de memoria, los cuales son limitados (Cohen, 2006; May, Kane y Hasher, 1995) y por ello el desempeño disminuyó considerablemente.

Es importante señalar que la complejidad de la tarea no interactuó con los factores tipo de inhibición o condición. Lo que indica que la complejidad de la tarea se controló de manera equivalente en todas las tareas experimentales. Además, este resultado proporciona evidencia de que la complejidad de la tarea no afecta de manera específica a la memoria o a

alguno de los mecanismos de inhibición. Ambos por igual disminuyen su eficiencia cuando la demanda de mantener en la memoria más elementos se incrementa. Esto indica que, ambos mecanismos de inhibición son sensibles al contenido de información en la memoria, tal y como los propusieron Hasher, Zacks y May (1999).

Por otro lado, los resultados muestran que los tiempos de reacción fueron insensibles a los tipos de inhibición, es decir, variaron de manera equivalente cuando se aplicaron ambos mecanismos. Este resultado puede deberse a que los estímulos se presentaron de manera secuencial en la tarea que se empleó en el presente estudio, ya que en otras investigaciones (Oberauer, Süß, Wilhem, y Wittman, 2003), se ha observado que los tiempos de reacción sí son sensibles a los mecanismos de inhibición, en particular el de supresión. Los tiempos de reacción fueron superiores en los ensayos con dos y tres estímulos faltantes en comparación con los estímulos con un solo estímulo faltante, lo que indica que procesar dos y tres espacios vacíos demandó el mismo tiempo para los participantes, aunque podría también reflejar que los participantes experimentaron los mismos niveles de incertidumbre para responder en estos dos tipos de ensayo.

Los errores por su parte, proporcionan valiosa información sobre cuales pueden ser los posibles mecanismos que fallaron cuando se aplicaron cada uno de los mecanismos de inhibición. Cuando los sujetos utilizaron los mecanismos de Acceso, los tipos de errores prácticamente se distribuyeron de manera equitativa en todos los niveles de complejidad. Resultado que coincide con los hallazgos observados en las respuestas correctas, los cuales no difirieron entre la condición de Acceso y control. Por lo tanto, la aplicación de los mecanismos de Acceso no representó el uso de mayores recursos que pudieran afectar de

manera significativa algunos de los tipos de errores. Es decir, los participantes tuvieron un buen control de todos ellos.

En cambio, en la condición de Supresión se observó un claro incremento del número de errores de intrusión conforme aumentó la complejidad de la tarea y estos tipos de errores superaron significativamente los otros tipos de errores. Este resultado claramente indica que la razón por la que el desempeño de los participantes disminuyó en la condición de Supresión se debe a la incapacidad que experimentaron para aplicar propiamente estos mecanismos. A su vez, ocurrió una pérdida de la capacidad de la memoria o una incapacidad de inhibición motora, lo cual se observa en el incremento de errores positivos conforme aumentó la complejidad de la tarea. Sin embargo, ésta fue mucho menor que la pérdida en la capacidad de aplicar los mecanismos de supresión conforme aumentó la dificultad en la tarea.

Estas conclusiones se basan en las distinciones entre las posibles funciones que subyacen en los diferentes tipos de errores que han sido claramente delineadas por Cornoldi y Mammarella (2007). De acuerdo con varios autores (Borella, *et al.*, 2007; Cansino, *et al.*, 2011; Mammarella y Cornoldi, 2005) los errores de inhibición representan la inhabilidad de remover información previa que ya no es relevante.

Se puede presumir que los dos mecanismos estudiados se valen de recursos diferentes para seleccionar la información, ya que cuando se aplican uno u otro mecanismo, tienen un efecto diferente sobre el desempeño en la tarea de memoria. En el caso del mecanismo de supresión, el mayor número de errores de intrusión también puede indicar que la información irrelevante se mantuvo activada por mayor tiempo, por lo cual persistió y no pudo ser inhibida cuando ya no era relevante. Estos resultados son notables porque aún cuando los errores de

intrusión no son el único tipo de error que los participantes pudieron cometer cuando encontraban difícil recordar la posición correcta, es en el que más incurrieron cuando debían recordar y seleccionar información que ya ha habido entrado al sistema. Este resultado puede reflejar falta de atención o el desvanecimiento del recuerdo de la información relevante (Cornoldi, *et al.*, 2007).

En general, de acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede concluir que el mecanismo de inhibición para atenuar la interferencia de información irrelevante menos efectivo es el de Supresión. Además, permanece abierta una amplia línea de investigación sobre las posibles diferencias que podrían encontrarse entre otros tipos de mecanismos de inhibición y sus efectos en otros tipos de tareas. Asimismo, será relevante conocer si estos hallazgos se replican con la misma magnitud en otros componentes de la memoria de trabajo según el modelo de Baddeley (2003).

7. Referencias

- Abraira, V. (2002). Desviación estándar y error estándar. Recuperado en marzo de 2012 de http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13041428&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=40&ty=113&accion=L&origen=elsevier&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=40v28n11a13041428pdf001.pdf
- Ayala, M. (2009). *Actividad Física y su relación con la memoria de trabajo en adultos mayores*. Tesis de licenciatura. UNAM, México.
- Baddeley, A. y Hitch, G. (1974). Working memory. En Bower, G.H. (Ed.) (1974). *The psychology of learning and motivation*, (8), 125-142. New York, EUA: Academic Press.
- Baddeley, A., Thomson, N., Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, (14) 6, 575-589.
- Baddeley, A. (1997). *Human memory: Theory & Practice*. Inglaterra, UK: Psychology Press.
- Baddeley, A. (1999). *Essentials of Human Memory*. Hove: Psychology Press.
- Baddeley, A. (2000). Short-term and working memory. En E. Tulving y F. I. M. Craik (Eds.), *The Oxford Handbook of Memory*. (pp. 77-92). Nueva York: Oxford University Press.
- Baddeley A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature*, 4, 829-839.
- Borella, E., Carretti, B. y De Beni, R. (2008). Working memory and Inhibition across the adult life-span. *Acta Psychologica*, 128, 33-44.
- Burin, D. y Duarte, A. (2005). Efectos del Envejecimiento en el Ejecutivo Central de la Memoria de Trabajo. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 6, 1-11.
- Cansino, S., Guzzon, D., Martinelli, M., Barollo, M. y Casco, C. (2011). *Effects of aging on interference control in selective attention and working memory*. Recuperado el 20 de junio, 2011, de <http://www.springerlink.com/content/0561172718474764/>
- Clark, J. (1996). Contributions of inhibitory mechanisms to unified theory in Neuroscience and Psychology. *Brain and cognition*. 30, 127-152.
- Cohen, A. (2006). *Selective Attention*. Encyclopedia of Cognitive Science.
- Conway, A.R.A, Jarrold, C., Kane, M. J., Miyake, A. y Towse, J.N. (2007). Variation in working Memory. *Working Memory, thought and action* (pp. 175-209). EUA, Oxford Press University.
- Cornoldi, C. y Mammarella, N. (2006). Intrusion errors in visuospatial working memory performance. *Memory*, 14(2), 176-188.
- Cornoldi, C., Bassani, C., Berto, R. y Mammarella, N. (2007). Aging and the intrusion superiority effect in visuo-spatial working memory. *Aging, Neuropsychology and Cognition*,

14, 1-21.

- Daneman, M. y Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and Reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19 (4), 450-466
- Daugman, J.(1980).Two-dimensional spectral analysis of cortical receptive field profiles. *Vision Research*, 20 (10), 847-856.
- Daugman, J.(1985).Uncertainty relations for resolution in space, spatial frequency, and orientation optimized by two-dimensional visual cortical filters. *Journal of the Optical Society of America*, 2, 1160-1169.
- De Beni, R. y Palladino, P. (2000).Intrusion errors in working memory tasks. Are they related to reading comprehension ability? *Learning and Individual Difficulties*, 12, 131-143.
- Dumas, J.A. y Hartman, M. (2008).Adult age differences in the access and deletion functions of inhibition. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 15, 330-357.
- Elosúa, M.R, Gutiérrez, F., García Madruga, J. A, Luque, J.L. y Gárate M. (1996). Adaptación Española del "Reading Span Test" de Daneman y Carpenter. *Psicothema*, 8 (2), 383-395.
- Friedman, N. y Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133 (1), 101-135.
- Hasher, L., y Zacks, R.T. (1988). Working memory, comprehension, and aging. En Bower, G.H. (Ed.) (1988). *The psychology of learning and motivation*, (22), 193-225. New York, EUA: Academic Press.
- Hasher, L., Zacks, R.T., y May, C.P. (1999).Inhibitory control, circadian arousal, and age. En Koriat, A y Gopher, D. (Eds.). *Attention and performance XVII*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hasher, I., Lusting, C., y Zacks, R. (2007). Inhibitory mechanisms and the control of attention. En Conway, A.R.A, Jarrold, C., Kane, M. J., Miyake, A. y Towse, J.N. (2007). Variation in working memory. *Working Memory, thought and action* (pp. 175-209).EUA, Oxford Press University,
- Hulme,C., y Mackenzie, S. (1992).*Working memory & severe learning difficulties: Essays in cognitive psychology*. Inglaterra, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Jonides, J., Smith, E., Marshuetz, C., Koeppel, R. A. y Reuter-Lorenz, P. (1998).Inhibition in verbal working memory revealed by brain activation. *The proceedings of the national academy of science*, 95, 8410 - 8413.
- Just, M.A. y Carpenter, P. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99 (1), 122-149.
- Kauer, K. y Ralf S. (1997). Interference in Immediate Spatial Memory: Shifts of spatial

- attention or Central-executive involvement? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50A (1), 79-99.
- Kemps, E. (2001). Complexity effects in visuo-spatial working memory: Implications for the role of long-term memory. *Memory*, 9 (1), 13-27.
- MacLeod, C.M. y Gorfein, D. (Eds.) (2007). *Inhibition in cognition*. Washington, DC, EUA: American Psychological Association
- Mammarella, N. y Cornoldi, C. (2005). Difficulties in the control of irrelevant visuospatial information in children with visuospatial learning disabilities. *Acta Psychologica*, 118, 211-228.
- May, C., Kane, M. y Hasher, L. (1995). Determinants of negative priming. *Psychological Bulletin*, 118 (1), 35-54.
- Mayr, S. y Buchner, A. (2007). Negative priming as a memory phenomenon: A review of 20 years of negative priming research. *Journal of Psychology*, 215, 35-51.
- Nee, D.E. y Jonides, J. (2008). Dissociable interference-control processes in perception and memory. *Psychological Science*, 19 (5), 490-500.
- Nee, D.E. y Jonides, J. (2009). Common and distinct neural correlates of perceptual and memorial selection. *Neuroimage*, 45, 963-975.
- Oberauer, K., Demmrich, A., Mayr, U. y Kliegl, R. (2001). Dissociating retention and access in working memory: an age-comparative study of mental arithmetic. *Memory & Cognition*, 29 (1), 18-33.
- Oberauer, K., Süß, H., Wilhem, O. y Wittman, W.W. (2003). The multiple faces of working memory: Storage, processing, supervision, and coordination. *Intelligence*, 31, 167-193.
- Okajima, K. (1998). Two-dimensional Gabor-type receptive field as derived by mutual information maximization. *Neural Networks*, 11, 441-447
- Palladino, P., Mammarella, N. y Vecchi, T. (2003). Modality-specific effects in inhibitory mechanisms: The interaction of peripheral and central components in working memory. *Brain and Cognition*, 53, 263-267.
- Passolunghi, M. C., y Siegel, L.S. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 8, 44-57.
- Pickering, S. (2001). The development of visuo-spatial working memory. *Memory*, 9 (4/5/6), 423-432.
- Postle, B.R. (2006). Working memory as an emergent property of the mind and brain. *Neuroscience*, 139, 23-38.

- Redick, T., Heitz, R.P. y Engel, R.W. (2007). Working memory capacity and Inhibition: Cognitive and social consequences. En MacLeod, C.M. y Gorfein, D. (Eds.) (2007). *Inhibition in cognition* (pp.125-142). Washington, EUA: American Psychological Association
- Reprovs, G. y Baddeley, A (2006). The multi-component of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139, 5-21
- Tipper, S.P. (2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms?: A review and integration of conflicting views. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A (2), 321-343.
- Unsworth, N. y Engle, R.W. (2007). The nature of individual differences in working memory capacity: active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review*, 114 (1), 104-132.