



**UNIVERSIDAD**

**Trabajo Fin de Grado**

*¿Existencia de una memoria  
inconsciente? El papel de la  
atención en la memoria  
sensorial*



**Autora: Violeta Medialdea Morillas**

**Tutor: Fabiano Botta**

**Fecha: 28/06/2018**

## ANEXO VI



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



### Declaración de Originalidad del TFG

(Este documento debe adjuntarse cuando el TFG sea depositado para su evaluación)

D./Dña. Violeta Medialdea Morillas, con DNI (o pasaporte) 77446564-K declaro que el presente Trabajo de Investigación es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citadas debidamente.

En caso de TFGs vinculados con las Prácticas Externas, declaro que el TFG es un trabajo con entidad independiente a la memoria de Prácticas presentada.

Para que conste así lo firmo el 28/06/2018

Firma del Alumno/a

Los datos personales recogidos serán incorporados y tratados en el fichero **alumnos/as**, cuya finalidad es el almacenamiento de datos personales, académicos y administrativos de los alumnos de la Universidad de Granada para la gestión de sus expedientes, con las cesiones previstas legalmente. El órgano responsable del fichero es la **Secretaría General de la Universidad de Granada**, y la dirección donde la persona interesada podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición es "Secretaría General de la Universidad de Granada. Avda. del Hospicio s/n, Hospital Real. 18071, Granada". De todo lo cual se informa en cumplimiento del artículo 5 de la ley orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de carácter personal

# **ÍNDICE**

## **1. Introducción**

## **2. Método**

### **2.1 Participantes**

### **2.2 Aparatos y estímulos**

### **2.3 Procedimiento**

## **3. Resultados**

## **4. Discusión**

## **5. Bibliografía**

## **Resumen**

Este estudio se centra en la memoria visual a corto plazo, VSTM (del inglés, Visual Short-Term Memory), un tipo de memoria perteneciente a la memoria a corto plazo con una capacidad de almacenaje visual limitada a un periodo corto de tiempo. Examinando la literatura, encontramos información relevante sobre VSTM que la divide en tres tipos, memoria icónica, memoria la frágil y memoria de trabajo o WM (del inglés, Working Memory). El debate existente en esta línea de investigación radica en la importancia de la atención en los dos primeros tipos de memoria, por ello en nuestro experimento se pretende demostrar si la memoria sensorial es dependiente o no de la atención. Para ello se ha desarrollado una tarea de detección de cambios con distractores donde se ha comprobado que la memoria icónica no refiere cambios cuando se desvía la atención durante la fase de mantenimiento, mientras que la memoria frágil y la memoria de trabajo empeoran su capacidad.

Palabras clave: memoria, atención, memoria icónica, working memory, VSTM

## **Abstract**

This paper focuses on visual short-term memory, VSTM, a type of short-term memory with a visual storage capacity limited to a short period of time. Examining the literature, we found relevant information about VSTM that divides it into three types of memory: iconic memory, fragile memory and working memory. The debate in this line of research lies in the importance of attention in the first two types of memory, so in our experiment, we try to show if the sensory memory is dependent or not of attention. Therefore, a change detection task with distractors has been developed, where it has been verified that iconic memory does not refer changes when attention comes into play, while fragile memory and working memory worsen its capacity.

Keywords: memory, attention, iconic memory, working memory, VSTM

## 1. INTRODUCCIÓN

Lo interesante de conocer cómo funciona el cerebro humano mantiene fresco el interés en las neurociencias. Actualmente conocemos muchos de los mecanismos que nuestro cerebro nos brinda, pero en este caso, nos centramos en la memoria a corto plazo.

Los principales antecedentes de la memoria a corto plazo los situamos en Broadbent (1958), quien sugirió la presencia de un mecanismo de memoria inmediata que registraría la información del estímulo próximo durante un corto periodo de tiempo. Posteriormente Neisser (1967) le acuñó el término de memoria sensorial y propuso dos tipos diferentes según la naturaleza del estímulo sensorial que registraban, por un lado *memoria icónica*, la que sería responsable del registro pre-categorial de la información visual, y por otro lado, la *memoria ecoica*, que lo haría de la información auditiva. En el presente estudio, nos centraremos en la memoria relacionada con estímulos visuales.

La Memoria a Corto Plazo Visual (VSTM del inglés Visual Short-Term Memory) nos hace posible mantener la información de forma activa en el cerebro tras la desaparición de un estímulo. Teorías clásicas sobre la VSTM en general, establecen una división entre memoria icónica y memoria de trabajo visual (Averbach y Coriell, 1961).

La memoria icónica se considera una etapa en el procesamiento de la información visual que ocurre inmediatamente después de la presentación de un estímulo, un almacén de gran capacidad con duración aproximada de medio segundo. Conocemos esta información sobre memoria icónica gracias al conocido paradigma de Sperling (1960) a través del cual, este autor de referencia mostraba gracias a la técnica del informe total y parcial, cómo medir dicha memoria. El experimento consistía en memorizar una matriz 3x4 de 12 letras presentadas por un breve fragmento de tiempo (15-500 ms), para luego reportarlas. Sperling (1960) observó que si a los participantes se requería que reportasen todas las letras (informe total), podían reportar sólo un total de tres o cuatro de las 12 letras. No obstante, si después de la desaparición de los estímulos, se presentaba a los participantes una señal que indicaba una de las líneas de la matriz (reporte parcial), los participantes podían recordar todas las letras contenidas

en la línea señalizada. Es decir, el porcentaje de elementos reportados en la condición de informe parcial era significativamente mayor que en la condición de informe total.

Este efecto de superioridad del informe parcial, es considerado como una prueba que la información visual entra en un almacén de memoria icónica a alta capacidad y a corta duración, cuya información puede ser accedida a través de una señal, si la señal se presenta antes de que la información decaiga (Neisser, 1967; Sperling, 1960).

A pesar de tener un gran almacén, la memoria icónica es muy sensible al efecto de enmascaramiento, esto quiere decir que, si después de la presentación del estímulo visual principal, aparece otro estímulo a continuación en el mismo campo visual, la capacidad de esta memoria se verá muy afectada. (Mack, Erol y Clarke, 2015; Averbach y Coriell, 1961; Sperling, 1960).

La memoria de trabajo visual, sin embargo, cuenta con poca capacidad de almacenaje pero cuenta con una duración que oscila entre segundos y minutos. En este caso, es una memoria resistente a la interferencia visual producida por estímulos superpuestos, es decir, es resistente al efecto de enmascaramiento. (Luck y Vogel, 1997; Philips, 1974; Vogel y cols., 2001).

La investigación más reciente sugiere que podría existir una etapa intermedia en memoria a corto plazo entre memoria icónica y memoria de trabajo visual, que recibe el nombre de fragile VSTM o memoria frágil (Becker, Pashler, y Anstis, 2000; Griffin y Nobre, 2003; Landman, Spekreijse, Y Lamme, 2003, 2004; Makovski y Jiang, 2007; Sligte, Scholte, Y Lamme, 2008, 2009; Sligte, Vandenbroucke, Scholte, y Lamme, 2010). Se ha demostrado que esta nueva memoria, al igual que la memoria icónica, posee una gran capacidad de almacenamiento y es sensible al enmascaramiento. Por otro lado, a diferencia de la memoria icónica, la memoria frágil tiene una duración de hasta cuatro segundos y no depende de fenómenos de post-efectos positivos producidos por los estímulos que deben ser memorizados (Lepsien, Griffin, Devlin, y Nobre, 2005; Sligte et al., 2008, 2009)

Tanto la memoria icónica como la memoria frágil, son consideradas almacenes de memoria sensorial. Para medir estos tres estadios de la VSTM, se puede utilizar un paradigma de detección de cambios en combinación con una señal retrógrada (retrocue o postcue). (Ver figura 1).

Como sabemos, la memoria es un mecanismo cognitivo que no funciona de forma aislada, sino que sirve y se sirve de otros procesos cognitivos. Pues bien, en la memoria a corto plazo ocurre algo similar. En la literatura se encuentra un gran consenso en la relación existente entre memoria de trabajo y atención. Una teoría fuertemente aceptada en la actualidad que relaciona ambos mecanismos cognitivos es el modelo de Baddeley y Hitch (1974). Estos autores establecen una hipótesis sobre el funcionamiento de la memoria a corto plazo donde se distinguen tres componentes: bucle fonológico, agenda viso-espacial y ejecutivo central. El bucle fonológico, se encarga de aquella información referente al lenguaje y la agenda viso-espacial, se ocupa de la creación y manipulación del contenido visual (imágenes) Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Ambos son sistemas subsidiarios al tercer componente, el cual, cuenta con capacidad limitada de funcionamiento, y cuya función implica la coordinación de bucle fonológico y agenda viso-espacial, la focalización y el cambio de atención, y la activación de representaciones en la memoria a largo plazo. Mediante la interacción de estos tres componentes podemos retener la información necesaria para realizar una tarea, y por tanto, explicar el funcionamiento de la memoria de trabajo. Gracias a este modelo multi-componente queda clara la importancia que tiene la atención en la memoria de trabajo. ¿Pero, sabemos la relación que existe entre la atención y otro tipo de memoria a corto plazo, como lo es la memoria sensorial? Actualmente es un tema que suscita polémica.

Por un lado, se han publicado artículos que defienden que la memoria icónica y la frágil son mecanismos independientes de la atención y por otro, hay estudios que apoyan lo contrario. Primeramente, Vandembroucke, A. R., Sligte, I. G., Y Lamme, V. A. (2011) y Pinto, Y., Vandembroucke, A. R., Otten, M., Sligte, I. G., Seth, A. K., & Lamme, V. A. (2017) son autores que han publicado importantes estudios donde se defiende la independencia de ambos procesos. Vandembroucke y cols (2011) Pinto y cols (2017) afirman que la memoria frágil no se ve afectada significativamente por la carga o desviación atencional frente a la memoria de trabajo que ve su capacidad considerablemente reducida.

Por otro lado, hay autores que afirman que la memoria sensorial es dependiente de la atención, como es el caso de los artículos de Ruff, Kristjansson y Driver, (2007), Persuh Genzer y Melara, (2012) o Mack, y cols, (2015). Por ejemplo, Ruff y cols. (2007) demostraron que los mecanismos neurales implicados en la fase de acceso a la

información almacenada en memoria icónica son similares a los mecanismos neurales implicados en la atención espacial y concluyeron que al menos la fase de codificación de la memoria icónica, era dependiente de la atención. Por su parte, Persuh y cols (2012) indicaron que la memoria icónica no puede considerarse una instancia de percepción consciente sin atención.

En este punto del debate en la investigación del papel de la atención en la VSTM situamos nuestro de trabajo. En el presente estudio se pretende medir si la atención espacial afecta a los tres tipos de memoria dentro de VSTM (icónica, frágil y WM) en la fase de mantenimiento de las mismas. Para ello, se ha diseñado una tarea de detección de cambios que mide los tres tipos de memoria y en la cual, durante la fase de mantenimiento, se presentaban distractores irrelevantes para la tarea. El fin era comprobar si el desvío de la atención durante la fase de mantenimiento afectaba a los tres tipos de memoria de la misma forma y así poner a prueba la hipótesis de que la memoria sensorial es independiente de la atención.

## **2. MÉTODO**

*Participantes:* En este experimento, se contó con la participación de 31 estudiantes (13 hombres y 18 mujeres) con edades comprendidas entre 19 y 35 años. Todos ellos tenían una visión correcta con ayuda o no de lentes y tenían historia de problemas neurológicos.

Todos los participantes firmaron un consentimiento informado antes de comenzar de acuerdo a las normas éticas del departamento de Psicología Experimental. Posteriormente se seleccionaron 25 de entre los evaluados (11 hombres y 14 mujeres) que superaron la fase de training requerida (ver Procedimiento).

El experimento se llevó a cabo de acuerdo con las normas éticas de la Declaración de Helsinki de 1964.

*Aparatos y estímulos:* El equipo utilizado contaba con un ordenador provisto de un procesador de 1-GHz Pentium III, conectado a una pantalla LCD de 15 pulgadas configurada previamente al experimento en una resolución de 1280x720. El software



utilizado para el diseño del experimento, la presentación de los estímulos y la obtención de los datos fue E-Prime2 (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002).

Dicho equipo fue situado en un laboratorio que contaba con una estancia aislada lumínica y acústicamente para evitar distractores y otras posibles variables extrañas.

Una vez que los participantes llegaban al laboratorio, se les situaba en un laboratorio individual. La sala estaba aislada lumínica y acústicamente para evitar posibles variables extrañas, donde se ajustaba la altura y distancia de la pantalla a los ojos, quedando aproximadamente a una distancia de 75-80 cm entre los ojos y la pantalla. Una cruz de fijación tenía una dimensión de  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  de ángulo visual.

La matriz de memoria y la matriz de prueba estaban constituidas por 6 letras ( $1.5^\circ \times 1.5^\circ$ ) presentadas dentro de seis marcadores de posición ( $2^\circ \times 2^\circ$ ) que eran cuadrados separados uniformemente entre ellos y localizados en un círculo imaginario con un radio aproximado de  $5^\circ$  en torno a la cruz de fijación. Dentro de cada cuadrado aparecía una letra en mayúscula al azar (las opciones estaban dentro del conjunto de consonantes del alfabeto español, evitando M, N, W por su similaridad).

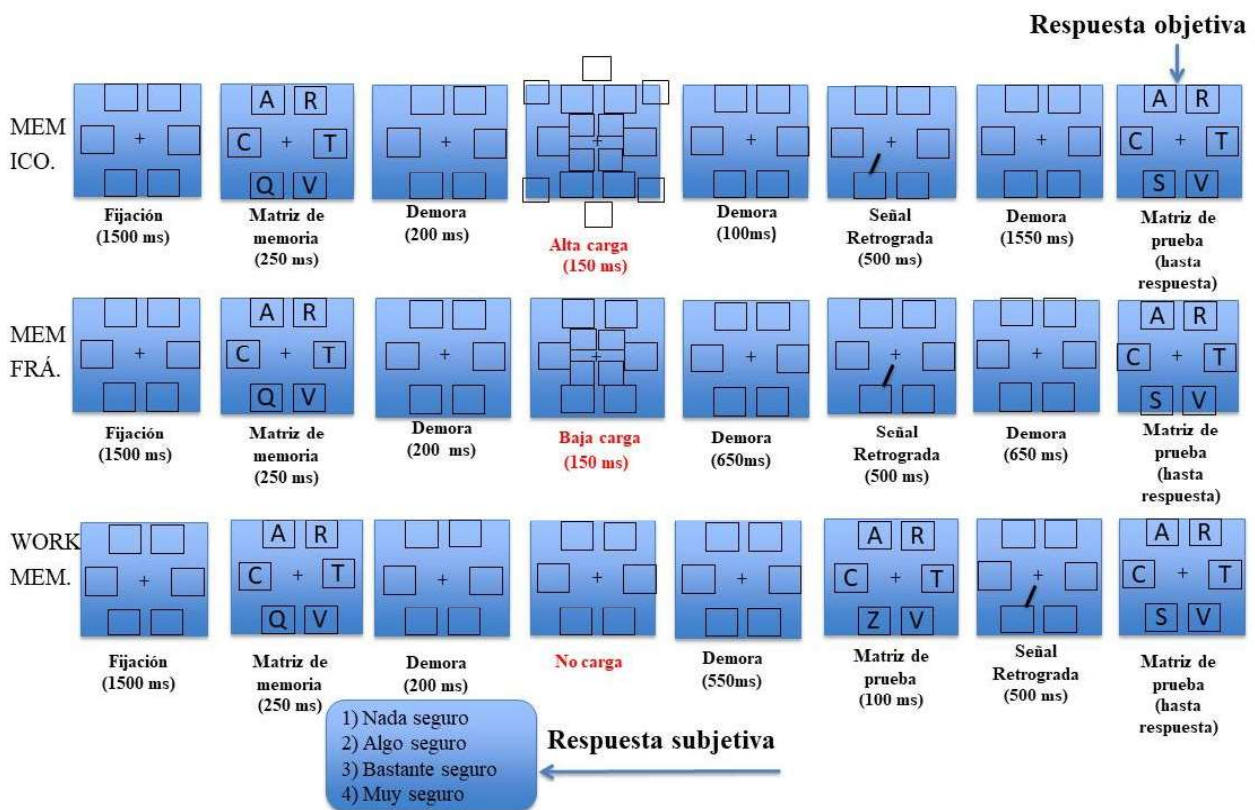
Los distractores eran cuadrados idénticos a los marcadores de posición. La señal retrógrada era una línea negra ( $3^\circ \times 0.06^\circ$  de ángulo visual) que apuntaba desde la cruz de fijación a uno de los seis posibles marcadores de posición.

*Procedimiento:* Los participantes debían mantener la mirada en el centro de la pantalla, donde se situaba la cruz de fijación para visualizar la matriz de letras en la posición correcta. Se pretendía que la visión del círculo formado por los cuadrados fuera lo más focalizada posible (mejor visión en el centro que en la periferia).

Tras leer las instrucciones de la tarea, se presentaba la matriz de memoria durante un período de tiempo de 250ms. Seguidamente desaparecían las letras (tiempo de demora) quedando los seis marcadores de posición en la pantalla durante 200ms. A continuación se presentaban los distractores por 150ms. En la condición de alta carga se presentaban 4 distractores dentro y 6 distractores fuera del círculo imaginario donde estaban posicionados los marcadores de posición. En la condición de media carga se presentaban 4 distractores dentro del círculo imaginario donde estaban posicionados los marcadores de posición. Por último, en la condición de no carga no se presentaban distractores, quedando los seis marcadores de posición en la pantalla.

Después de un intervalo variable que dependía de la condición de memoria, aparecía la señal retrógrada (500ms) que indicaba el lugar donde podía producirse el

cambio. En la condición de memoria icónica, la señal retrógrada se presentaba 100 ms después de los distractores y 1550 ms antes de la matriz de prueba, mientras que en la condición de memoria frágil se presentaba 650 ms después de los distractores y 1000 ms antes de la matriz de prueba. Por último en la condición de memoria de trabajo la señal retrógrada se presentaba 650 ms después de los distractores pero 100 ms después de la matriz de prueba. En la condición de memoria de trabajo la matriz de prueba se presentaba antes de la señal retrógrada para enmascarar el contenido de la memoria sensorial y así poderla diferenciar de los otros dos tipos de memoria. Los participantes tenían que pulsar con su mano izquierda una de dos teclas para establecer si la letra indicada por la señal retrógrada en la matriz de prueba había cambiado o no en relación a la letra presentada en la misma posición en la matriz de memoria. Posteriormente se pedía responder con el ratón cuánto nivel de seguridad tenía el participante sobre su respuesta en una escala de 1-4, donde 1= nada seguro/a y 4= muy seguro/a.



**Figura 1.** Esquema de funcionamiento de un ensayo en cada una de las 3 condiciones de memoria. A modo de ejemplo, en memoria icónica (MEM. ICO) aparece la manipulación de alta carga atencional, en memoria frágil (MEM.FRÁ.) la manipulación de media carga atencional y por último en working memory (WORK.MEM.) aparece sin distractores. En el experimento los 3 niveles de manipulación de la atención se presentaban en cada una de las 3 condiciones de memoria.

El experimento estaba compuesto por 6 bloques de 90 ensayos, siendo un total de 560 ensayos. Los diferentes tipos de ensayos se presentan de forma aleatoria en los bloques experimentales. La proporción de los 3 niveles de manipulación de la carga atencional era 3-1-1 (los ensayos de no carga eran 3 veces más numerosos que los de media y alta carga) para evitar efectos de habituación a los distractores. Previamente a los bloques experimentales, se efectuaba un bloque de práctica para acostumbrar al participante a la tarea.

Antes del experimento, los participantes se sometieron a una sesión de entrenamiento sin manipulación de la carga atencional que se efectuaba en la misma semana que el experimento. La función de esta fase de training era entrenar a los participantes al uso de la señal retrógrada y seleccionar aquellos/as que obtenían un porcentaje de aciertos igual o superior a 70. Anterior a los bloques de entrenamiento, se efectuaban dos bloques de práctica, contando el primero con feedback al final de cada secuencia para comprobar que se habían comprendido bien las instrucciones y el segundo sin feedback para entrenar al sujeto en las condiciones de entrenamiento reales.

*Análisis de datos:* Para calcular el rendimiento objetivo se utilizó el índice de sensibilidad  $d'$  para tener una medida independiente del sesgo de respuesta. Para evaluar cómo la conciencia de los participantes acerca de su rendimiento objetivo se vio afectada por la manipulación atencional y de la memoria, calculamos un índice de sensibilidad metacognitiva dado por la diferencia entre  $meta-d'$  y  $d'$  (ver Rounis, E., Maniscalco, B., Rothwell, J. C., Passingham, R. E., & Lau, H. (2010)). El programa estadístico utilizado fue “Statistica”.

El análisis de los datos realizado ha sido un Análisis de la Varianza sobre  $d'$ , y sensibilidad metacognitiva con los factores intra-sujetos de la condición atencional (no carga, media carga y alta carga) y la condición de memoria (memoria icónica, memoria frágil y memoria de trabajo).

### 3. RESULTADOS

	SS	Gr. libertad	MS	F	p
<b>Memoria</b>	5.725	2	2.862	1.750	.185
<b>Carga at.</b>	1.431	2	.715	.581	.563
<b>Mem*Carga</b>	.766	4	.192	.146	.964

Tabla 1. Análisis de la Varianza sobre Sensibilidad metacognitiva.

## Interacción entre tipo de memoria y carga atencional

$p=,04941$

Intervalo de confianza=0,95

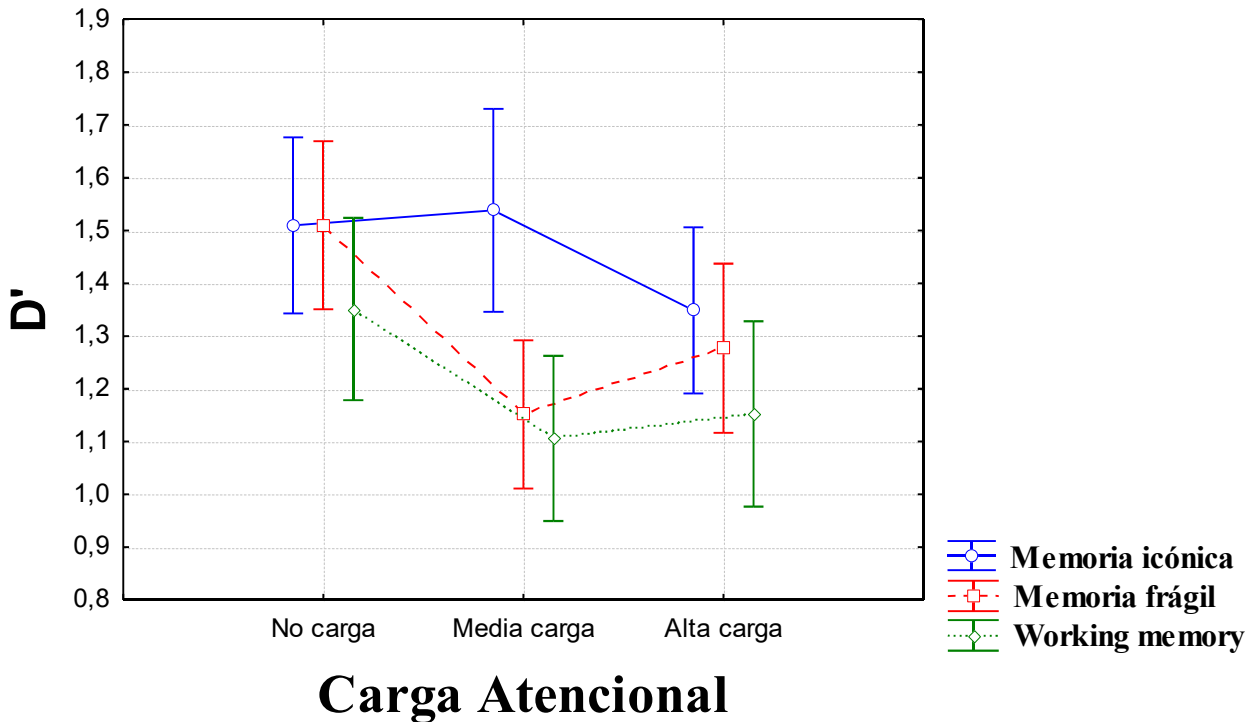


Figura 2. Medida del índice de sensibilidad  $d'$  del efecto de las distintas condiciones de carga atencional sobre los tres tipos de memoria visual a corto plazo.

El análisis de  $d'$  mostró un efecto significativo tanto de la condición de memoria  $F(2, 48)= 10.2, p=.0001$ , como de la condición atencional  $F(2, 48)= 6.94, p=.002$ . La  $d'$  resultó significativamente más alta en la memoria icónica que en la memoria frágil,  $p=.006$  y en la memoria de trabajo,  $p=.0005$ . Además, se observaron índices de  $d'$  más altos en la condición de no carga que en las dos condiciones de media y alta carga (respectivamente  $p=.002$  y  $p=.004$ ), entre las cuales no había diferencia significativa,  $p=.92$ . (Ver Figura 2). Lo más interesante es que también la interacción entre condición de memoria y condición atencional resultó significativa,  $F(4, 96)=2,47, p=.049$ . Para entender el sentido de esta interacción se hicieron una serie de comparaciones planeadas.

En memoria icónica encontramos que las diferencias entre la condición de no carga y la de media y alta carga no eran significativas, respectivamente  $p=.77$  y  $p=0,09$ , lo que quiere decir que no había influencia de las condiciones de carga atencional en el rendimiento objetivo en memoria icónica cuando se presentaban los distractores.

En el caso de memoria frágil la diferencia de rendimiento entre la condición de no carga y media carga sí resultaba significativa ( $p=0.001$ ) mientras que entre ambas condiciones de carga atencional no era significativa ( $p=0.19$ ). Esto quiere decir que la memoria frágil se veía afectada por la atención, fuera de media carga o alta carga atencional.

Por último, en el caso de working memory, se confirman los resultados que se han expuesto en la introducción de otros experimentos anteriores, siendo esta etapa de la VSTM dependiente de la atención. La diferencia en el rendimiento entre las condiciones de no carga y media carga es significativa ( $p=0.009$ )

La sensibilidad meta-cognitiva no resultaba modulada significativamente por ninguno de los factores ni por la interacción entre ellos (véase Tabla 1).

#### **4. DISCUSIÓN**

En este estudio, disociamos diferentes etapas de VSTM manipulando la atención durante la fase de mantenimiento con ayuda de una matriz circular de letras (ver figura 1). Usando una tarea de detección de cambios, mostramos que la memoria icónica no depende de la atención, mientras que la memoria frágil y memoria de trabajo visual sí lo hacen.

Esto difiere de los resultados obtenidos por Vandembroucke y cols (2011) donde se afirmaba que la memoria frágil es independiente de atención. Sin embargo, concuerda con los resultados más extendidos en la literatura que concluyen la relevancia de la atención en la memoria de trabajo visual. Respecto a la memoria icónica, los resultados que hemos obtenido reflejan que su capacidad no variaba significativamente en función de la condición de carga atencional.

Por tanto, no se sigue la línea de los resultados propuestos por Mack y cols (2015) donde se afirma que la memoria icónica es dependiente de la atención porque al

desviar dicha atención, empeora la capacidad de la memoria icónica. Aunque esto no tiene por qué ser contrario, ya que la manipulación llevaba a cabo en el presente estudio era diferente a la realizada en el estudio de Mack y cols (2015) ya que se ha llevado a cabo en la fase de mantenimiento, mientras que Mack y cols (2015) se desvió la atención en la fase de codificación, lo que puede ayudar a responder las diferencias en los resultados encontradas.

En nuestras conclusiones podemos añadir que, a pesar de que los tipos de memoria y las condiciones de carga atencional modificaban el rendimiento objetivo, no modulaban la capacidad meta-cognitiva de los participantes, ya que la diferencia que se encuentran entre cada tipo de memoria y condición atencional no es significativa. (Ver tabla 1).

.Relacionando ahora la memoria con otro proceso cognitivo diferente a la atención, hallamos un segundo debate referente a la relación que guarda la atención con la consciencia. Según algunos autores, la separación entre memoria sensorial (icónica y frágil) y memoria de trabajo es paralela a la distinción entre consciencia fenoménica y consciencia de acceso. (Block, 2011; Lamme, 2005) La consciencia fenoménica se relacionaría con la experiencia personal, con la historia sensorial consciente de cada individuo, mientras que la consciencia de acceso refiere un control interno de razonamiento, reportes y/o acción. En este sentido el presente estudio sugiere indirectamente que tanto la consciencia fenoménica como la de acceso son ambas dependientes de la atención.

Este doble posicionamiento en cuanto a la consciencia, muestra que nuestra pregunta de investigación sobre la memoria sensorial en relación a la atención, no es un acontecimiento aislado, sino que es de trascendental importancia.

¿Se podría llegar a probar dónde está el límite de lo consciente y lo inconsciente?

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Aguado-Aguilar, L. (2001). Aprendizaje y memoria. *Revista de neurología*, 32(4), 373-381.

Awh, E., & Jonides, J. (2001). Overlapping mechanisms of attention and spatial working memory. *Trends in cognitive sciences*, 5(3), 119-126.

Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*, ed. by Akira Miyake and Priti Shah, 28-61.

Block, N. (1996). How can we find the neural correlate of consciousness? *Trends in neurosciences*, 19(11), 456-459.

Block, N. (2011). Perceptual consciousness overflows cognitive access. *Trends in cognitive sciences*, 15(12), 567-575.

Block, N. (2014). Rich conscious perception outside focal attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(9), 445-447.

Block, N. (2005). Two neural correlates of consciousness. *Trends in cognitive sciences*, 9(2), 46-52.

Kouider, S., De Gardelle, V., Sackur, J., & Dupoux, E. (2010). How rich is consciousness? The partial awareness hypothesis. *Trends in cognitive sciences*, 14(7), 301-307.

Lamme, V. A. (2005). Can Neuroscience reveal the true nature of consciousness?. *Unpublished article*.

Lamme, V.A.F. (2004) Separate neural definitions of visual consciousness and visual attention; a case for phenomenal awareness. *Neural Networks*, 17, 861-872

Mack, A., Erol, M., & Clarke, J. (2015). Iconic memory is not a case of attention-free awareness. *Consciousness and cognition*, 33, 291-299.

Miller, S. M. (Ed.). (2015). *The Constitution of Phenomenal Consciousness: Toward a science and theory* (Vol. 92). John Benjamins Publishing Company.

Pinto, Y., Sligte, I. G., Shapiro, K. L., & Lamme, V. A. (2013). Fragile visual short-term memory is an object-based and location-specific store. *Psychonomic bulletin & review*, 20(4), 732-739.

Pinto, Y., Vandenbroucke, A. R., Otten, M., Sligte, I. G., Seth, A. K., & Lamme, V. A. (2017). Conscious visual memory with minimal attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 146(2), 214.

Postle, B.R. (2006). Working memory as an emergent property of the mind and brain. *Neuroscience*, 139(1), 23–38.

Rounis, E., Maniscalco, B., Rothwell, J. C., Passingham, R. E., & Lau, H. (2010). Theta-burst transcranial magnetic stimulation to the prefrontal cortex impairs metacognitive visual awareness. *Cognitive neuroscience*, 1(3), 165-175.

Ruff, C. C., Kristjánsson, A., & Driver, J. (2007). Readout from iconic memory and selective spatial attention involve similar neural processes. *Psychological Science*, 18(10), 901-909.

Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime: User's guide*. Psychology Software Incorporated.

Sligte, I. G., Vandenbroucke, A. R., Scholte, H. S., & Lamme, V. (2010). Detailed sensory memory, sloppy working memory. *Frontiers in psychology*, 1, 175.



Sligte, I. G., Scholte, H. S., & Lamme, V. A. (2009). V4 activity predicts the strength of visual short-term memory representations. *Journal of Neuroscience*, *29*(23), 7432-7438.

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.

Vandenbroucke, A. R., Sligte, I. G., Barrett, A. B., Seth, A. K., Fahrenfort, J. J., & Lamme, V. A. (2014). Accurate metacognition for visual sensory memory representations. *Psychological science*, *25*(4), 861-873.

Vandenbroucke, A. R., Sligte, I. G., & Lamme, V. A. (2011). Manipulations of attention dissociate fragile visual short-term memory from visual working memory. *Neuropsychologia*, *49*(6), 1559-1568