



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  
Facultad de Psicología

# UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



FACULTAD DE PSICOLOGÍA



**Trabajo Fin de Grado en Psicología**

**Convocatoria junio 2019**

Efecto Stroop de Memoria de Trabajo bajo diferentes condiciones de estimulación  
auditiva.

Working Memory Stroop Effect under different conditions of auditory stimulation.

Autora: María Luisa Ciotlaus

Tutor: Juan José Ortells Rodríguez

Co-Tutor: Sergio Fernández García

## RESUMEN

La presente investigación pretende aportar pruebas de que la Memoria de Trabajo (MT) y la Atención selectiva comparten procesos cognitivos. Para ello, diseñamos una versión de la tarea Stroop en la que los participantes deben retener en su MT una palabra que denota un color, y responder posteriormente al color de un parche, que puede ser el mismo color (congruente) o un color diferente (incongruente) al de la palabra memorizada. Asimismo, exploramos si dicho efecto Stroop de MT podría ser modulado por el hecho de estar expuestos a diferentes tipos de sonido de fondo (sin sonido, sonido de naturaleza, sonido de ciudad). Finalmente, también investigamos si el efecto podía ser modulado también por diferencias individuales en las capacidades de control ejecutivo de los participantes. Por ello y previo a la tarea Stroop, los participantes realizaron dos tareas adicionales que evalúan la capacidad de MT visual (Localización del Cambio) y una tarea de control atencional inhibitorio (Antisacada). Los resultados mostraron que los participantes eran significativamente más lentos en la condición incongruente que en la condición congruente, por lo que se demuestra la existencia del efecto Stroop de MT. Este efecto de interferencia era significativo cuando los participantes no oían ningún sonido, y aún de mayor magnitud cuando escuchaban sonidos de ciudad. Sin embargo, cuando escuchaban sonidos de la naturaleza, dicho efecto de interferencia Stroop se eliminaba. Este patrón diferencial de efectos de MT Stroop que encontramos en función del tipo de sonido, no resultó modulado por diferencias individuales en las capacidades de control ejecutivo de los participantes.

Palabras clave: Memoria de Trabajo, Atención Selectiva, Efecto Stroop de MT, tipos de sonidos de fondo, capacidad ejecutiva.

## ABSTRACT

This research aims to provide empirical evidence that Working Memory (WM) and Selective Attention share cognitive processes. To this end, we designed a version of the Stroop's task in which the participants must retain in their WM a word that denotes a color, and then respond to the color of a patch, which may be either the same color (congruent) or a different color (incongruent) from that of the memorized word. We also explored whether this WM Stroop effect could be modified by the fact of being exposed to different types of background sounds (no sound, nature sounds, city sounds). Lastly, we investigated whether the WM Stroop effect could also be modulated by individual differences in executive control capacities. To this end and prior to the Stroop task, participants performed two additional tasks that assess their visual WM capacity (Change Localization) and inhibitory attentional control (Antisaccade). The results showed that participants were significantly slower in the incongruent condition than in the congruent condition, thus demonstrating the existence of the WM Stroop effect. This Stroop interference effect was significant when participants did not hear any sound, and even of a greater magnitude when they heard city sounds. However, when participants heard sounds from nature, this Stroop interference effect was completely eliminated. This differential pattern of WM Stroop effects as a function of the type of sound, was not modulated by individual differences in participants' executive control capacities.

**Keywords:** Working Memory, Selective Attention, WM Stroop effect, types of background sound, executive capacity.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. MÉTODO .....	8
2.1 PARTICIPANTES.....	8
2.2 MATERIALES Y APARATOS .....	8
2.3 DISEÑO Y PROCEDIMIENTO.....	10
3. RESULTADOS.....	13
4. DISCUSIÓN.....	15
5. CONCLUSIÓN.....	17
REFERENCIAS.....	18

## 1. INTRODUCCIÓN

La memoria de trabajo (MT) se refiere a la capacidad para retener y/o manipular activamente información relevante para realizar una tarea con el fin de guiar la selección de la respuesta adecuada. Dichas funciones toman especial importancia a la hora de estar presentes distractores o alternativas de respuestas contextualmente inapropiadas, ya que la realización adecuada de un comportamiento dirigido a metas requiere ser capaz de bloquear o impedir el procesamiento de estímulos competitivos (Shipstead, Lindsey, Marshall & Engle, 2014).

Por su parte, la Atención Selectiva hace referencia a los mecanismos que permiten priorizar el procesamiento de la información relevante para una tarea, la cual puede aparecer junto a otros estímulos irrelevantes que compiten por el control de la acción y que resulta necesario bloquear o inhibir de algún modo (Ballesteros y Manga, 1996).

Aunque tradicionalmente la MT y la Atención Selectiva se apreciaban como dominios cognitivos distintos, parece existir un alto grado de solapamiento entre ambos constructos. Tanto las tareas de atención selectiva, en las que se suele responder a uno de entre varios estímulos, como las de amplitud compleja (span) de MT, en las que se retiene un conjunto de ítems mientras se realiza otra actividad demandante, requieren: (a) priorizar el procesamiento de cierta información en determinada localización espacial (atención selectiva) o durante un periodo de tiempo (MT), y (b) bloquear o inhibir el procesamiento de información competitiva. Además, la atención sostenida permite los procesos de repaso, tanto verbales como visoespaciales, que mantienen activas las representaciones almacenadas en los componentes pasivos de la memoria de trabajo, evitando el decaimiento espontáneo de la huella (Awh & Jonides, 2001). Y contar con capacidad disponible de sostenimiento de la atención permite focalizar la misma para poner en marcha procesos necesarios de almacenamiento y recuperación información de la memoria tanto de trabajo como de largo plazo, y resolver problemas (Diamond & Goldman-Rakic, 1989).

Actualmente, existen diferentes tipos de pruebas que sugieren que ambos tipos de procesos están íntimamente relacionados. Un tipo de pruebas indirectas se obtienen en estudios neuropsicológicos y con técnicas de neuroimagen, que muestran el papel crítico que desempeñan ciertas estructuras de la corteza prefrontal (CPF; v.g., dorsolateral) en tareas de MT y en situaciones de atención selectiva, que requieren un control inhibitorio de los distractores (D'Esposito, Aguirre, Zarahn, Ballard, Shin, & Lease, 1998).

Cabe destacar también otras líneas de investigación que han aportado pruebas mucho más directas de esta relación entre MT y control atencional. Una primera línea de investigación utiliza una metodología de “grupos extremos”, en la cual la capacidad de MT de los

participantes se evalúa previamente mediante diferentes tareas de memoria de trabajo (v.g., tareas de amplitud compleja de operaciones aritméticas o de amplitud de simetría), y se distribuye la muestra en alta versus baja capacidad de MT de acuerdo con sus puntuaciones en primer y cuarto cuartil, respectivamente. De esta forma, en una segunda fase se puede analizar un posible patrón de ejecución diferencial de ambos grupos en tareas de atención selectiva (v.g., tareas tipo Stroop, de flancos, o de priming negativo). Los resultados de estos estudios muestran que las personas con alta capacidad de MT consiguen ignorar de forma activa y/o bloquear el procesamiento de la información irrelevante de manera más eficaz que las personas con menor capacidad de MT (v.g., Ahmed & de Fockert, 2012; Ortells, Noguera, Álvarez, Carmona & Houghton, 2016). Y de un modo similar, gracias a los estudios sobre envejecimiento normal, se conoce que los adultos jóvenes con baja capacidad de MT presentan un patrón similar que las personas mayores. Siendo mucho más lentos y necesitando más tiempo en tareas de atención selectiva para suprimir información irrelevante (Gazzaley, 2012; Gazzaley et al., 2005). Basándose en estos datos, Engel y colaboradores propusieron la Teoría del Control Atencional de la Memoria de Trabajo (Engle & Kane, 2004; Kane y cols., 2007) según la cual, las diferencias individuales en capacidad de MT reflejarían principalmente variaciones en la habilidad de control atencional de dominio general. Esta habilidad atencional sería necesaria para mantener el objetivo de la tarea, restringiendo el foco atencional al objetivo relevante y bloqueando el acceso a la información irrelevante.

Una segunda línea de investigación utiliza un paradigma de “tarea dual” que combina una tarea de memoria de trabajo (v.g., memorizar series de números o letras) con una tarea de atención selectiva (v.g., tipo Stroop), para evaluar por ejemplo la interferencia que ejerce un distractor en un contexto de carga de memoria de trabajo variable. Los estudios en los que se ha empleado este tipo de paradigma muestran que, cuando la carga de memoria es alta (v.g., memorizar 5 dígitos al azar), los participantes presentan mayor efecto de interferencia de la información distractora en diferentes tareas de atención selectiva (en términos de latencia de respuesta y/o tasa de errores), en comparación con condiciones de carga baja (v.g., memorizar 5 dígitos iguales o consecutivos) (De Fockert, 2013, De Fockert y cols., 2001; De Fockert y cols., 2010).

La naturaleza de la vinculación entre la MT y la Atención selectiva se ha estudiado también en una serie investigaciones recientes, como la desarrollada por Kiyonaga y Egner (2014). En sus experimentos, los participantes debían retener en su MT una palabra que denota un color (ROJO, AZUL, AMARILLO, VERDE), mientras tenían que responder manualmente al color de un parche (ROJO, AZUL, AMARILLO, VERDE), usando para ello diferentes

pegatinas de colores del teclado. Tras responder al parche de color, aparecía de nuevo una palabra de color y debían decidir si esta era la misma o diferente a la que habían memorizado al comienzo del ensayo. Con este procedimiento modificado de la tarea Stroop, los investigadores querían comprobar si el mantenimiento de una palabra que denota un color en la MT, podía interferir con la respuesta de discriminación de color, de una forma similar al efecto de interferencia Stroop convencional que se observa cuando la información irrelevante aparece también en la pantalla junto a la información relevante. Kiyonaga y Egner (2014) encontraron en efecto un efecto de interferencia Stroop similar al efecto Stroop perceptual de la tarea convencional, efecto al que llamaron efecto Stroop de MT. Dicho nuevo efecto Stroop de MT recapitulaba las propiedades centrales del efecto clásico Stroop, mostrando efectos de congruencia equivalentes, contribuciones aditivas de congruencia a nivel de estímulo y respuesta, y susceptibilidad a la modulación por el porcentaje de ensayos congruentes e incongruentes. Estos resultados sugieren que la MT y la atención selectiva dependen de los mismos recursos cognitivos y operan sobre las mismas representaciones.

#### Objetivos de la investigación:

El presente TFG tiene como primer objetivo replicar el efecto Stroop de MT observado por Kiyonaga y Egner (2014). Para ello, nuestros participantes realizarán una tarea Stroop similar a la diseñada por estos autores y además, las siguientes tareas adicionales, las cuales permitirán evaluar también sus capacidades de control atencional ejecutivo: (a) Una variante de la tarea de localización del cambio visual (Johnson y cols. 2013; Ortells, De Fockert, Romera, & Fernández, 2018), que mide la capacidad de almacenamiento de la MT visual; y (b) una versión de la tarea Antisacada (v.g., Hutchison, 2007; Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001; Ortells y cols., 2016) que evalúa la capacidad de control atencional inhibitorio.

Existen numerosas pruebas de que las personas con alta y con baja capacidad de MT, de acuerdo a su rendimiento en diversas tareas de memoria inmediata tanto visuales como verbales, presentan importantes diferencias no sólo en sus capacidades para almacenar información en la memoria inmediata, sino también en sus capacidades atencionales necesarias para mantener activo en memoria el objetivo de la tarea, para restringir el foco atencional al objetivo relevante y bloquear el acceso a la información irrelevante (v.g., Ortells y cols., 2016; 2018). Teniendo estos datos en cuenta, nos planteamos como segundo objetivo de nuestra investigación explorar si el efecto Stroop de MT que muestren los participantes podría ser modulado por diferencias individuales en sus capacidades de control ejecutivo.

Algunos estudios recientes (v.g., Krzywicka y Byrka, 2017) muestran que los sonidos de la naturaleza son percibidos como más restaurativos que los sonidos urbanos. Incluso comparando los sonidos de ambas categorías percibidos más positivamente, los sonidos de la naturaleza seguían percibiéndose como más restaurativos que los sonidos de la ciudad. Estos resultados se obtuvieron gracias a las evaluaciones que hicieron los participantes a través de preguntas que se les hacían y cuestionarios. Sin embargo, hasta ahora no se han presentado diferentes tipos de sonidos (v.g., naturales vs. urbanos) durante la realización de tareas de atención selectiva o de MT, que permitan comprobar si la exposición a dichos sonidos puede modular de alguna manera el rendimiento de los participantes en dichas tareas ejecutivas. Por estas razones, un tercer objetivo de nuestra investigación es examinar si el efecto Stroop de MT podría resultar también modulado por el hecho de estar expuestos a diferentes tipos de sonido de fondo. Para ello, los participantes realizan la misma tarea Stroop bajo 3 condiciones diferentes: (a) cuando no se les presenta ningún tipo de sonido simultáneo (condición control), o mientras oyen al mismo tiempo (b) sonidos relacionados con la naturaleza (distintos tipos de aves), o (c) sonidos urbanos (distintos tipos de coches tocando el claxon en un atasco).

## **2. MÉTODO**

### **2.1. PARTICIPANTES**

En nuestro estudio hemos contado con la colaboración de 32 participantes, todos ellos estudiantes de la Universidad de Almería (19 mujeres y 13 hombres), la mayoría de ellos diestros (90,63%) y con edades comprendidas entre los 18 y los 37 años ( $M = 20,97$ ;  $DT = 3,25$ ). Todos ellos tienen una visión normal o corregida a normal en el momento de realizar las pruebas. Los participantes asistieron al experimento en dos días diferentes y recibieron dos créditos en total por su participación. Todos ellos firmaron un protocolo de consentimiento informado previo a la realización de la investigación, que fue llevada a cabo de acuerdo a la normativa de bioética de la Universidad de Almería y la Declaración de Helsinki.

### **2.2. MATERIALES Y APARATOS**

El experimento fue realizado por los sujetos en cabinas individuales, tenuemente iluminadas. Las tareas experimentales fueron llevadas a cabo en ordenadores PC. Las características que presentaban los ordenadores son las siguientes; monitores de 17 pulgadas, con una resolución de 640 x 480 y sincronizado con la tasa de refresco de pantalla (16,67 ms; 60Hz), todos ellos colocados a una distancia aproximada de 60 cm del sujeto. Las respuestas de los participantes se registraron usando un teclado y un ratón estándares, y para la realización



de una de las pruebas fue necesario el uso de auriculares. Para el diseño de las tareas experimentales, la presentación de los estímulos y el registro de las respuestas se empleó el programa E-Prime v2.0 (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA, USA).

En la tarea antisacada se presentaban las letras “O” y “Q” (fuente Courier New con tamaño 16) con un ángulo visual de  $0,86^\circ$  de alto y  $0,43^\circ$  de ancho. Asimismo, se presentó una máscara de patrón formada por 3 símbolos (###; fuente Arial). Todos los estímulos eran presentados en blanco sobre fondo negro. Un punto de fijación (el símbolo “+” fuente Courier New con tamaño 19) aparecía en todos los ensayos marcando el centro de la pantalla, cuya distancia con los estímulos era de  $3,84^\circ$ . Para responder se utilizaron las teclas “q” y “o” del teclado de los ordenadores.

En la tarea de localización del cambio visual se presentaron conjuntos de cuatro círculos de colores distintos con un ángulo visual de  $0,96^\circ$ . Estos colores podían ser: naranja (255, 113, 0), amarillo (255, 255, 0), magenta (255, 0, 255), azul (0, 0, 255), blanco (255, 255, 255), negro (0, 0, 0), cian (0, 255, 255), rojo (255, 0, 0), y verde (0, 255, 0). Los círculos coloreados se presentaron sobre un fondo gris (60, 60, 50), formando siempre una circunferencia y cada uno en un cuadrante de la pantalla. La distancia entre el punto de fijación y el estímulo más cercano fue de  $3,36^\circ$  (radio menor) y el más lejano fue de  $6,24^\circ$  (radio mayor). Los estímulos más cercanos de cuadrantes adyacentes tenían una distancia de  $4,32^\circ$  y, los más lejanos, de  $8,83^\circ$ . Para la realización de la tarea se usó el ratón de los ordenadores.

En la tarea Stroop de MT se presentaron palabras que denotan colores (azul, amarillo, verde, o rojo) en el centro de la pantalla. Las palabras se presentaban en mayúscula (verdana 20) en una tinta de color negra y con un fondo de color plata (silver). El parche de color también se presentaba en el centro de la pantalla y podía ser cualquiera de los cuatro colores citados anteriormente. La forma del parche era la de un rectángulo con una anchura de 19 y una altura de 11 al igual que la palabra se presentaba en un fondo de color plata. Los puntos de fijación (+) se presentaban en el centro de la pantalla con el mismo tamaño que las palabras (verdana 20) y con el mismo color de fondo. De igual manera el asterisco (\*) que separaba los diferentes ensayos. La tarea se dividió en tres bloques, un bloque con sonidos de la naturaleza, otro con sonidos urbanos y un bloque sin sonido. Los sonidos que se escuchaban durante los ensayos fueron extraídos de una base de datos llamada elongsound (banco de sonidos) y fueron sonidos de diferentes aves para el bloque de sonidos de la naturaleza y sonidos de distintos coches tocando el claxon en un atasco para el bloque de sonidos urbanos. Para la realización de la tarea fue necesario el uso de auriculares y del ratón del ordenador.

### 2.3. DISEÑO Y PROCEDIMIENTO

En una primera sesión los participantes realizaron las siguientes tareas que nos sirvieron para evaluar sus capacidades ejecutivas:

a. Tarea Antisacada (Control atencional inhibitorio)

Para la evaluación de la capacidad de control inhibitorio se empleó la denominada tarea “antisacada” (Hutchison, 2007; Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001). En ella aparece una de las dos letras posibles (“O” ó “Q”) a uno de los dos lados (izquierda vs. derecha) de un punto de fijación central (+), y los participantes deben indicar (pulsando la tecla correspondiente en el teclado) qué letra ha aparecido. Hay dos condiciones posibles: Condición “Prosacada”, donde una clave visual periférica (v.g., un asterisco) aparece siempre 300 ms antes en el mismo campo visual en el que aparecerá posteriormente la letra; y una Condición “Antisacada”, donde la clave aparece siempre en la localización opuesta a la de la letra (ver Figura 1). En este caso, se instruye a los participantes a esforzarse por apartar su mirada de la clave periférica, tratando de dirigirla hacia el campo visual opuesto (movimiento “antisacádico”), con el fin de poder identificar el target antes de que este desaparezca. La realización de un movimiento prosacádico (hacia el campo visual de la clave) impediría su identificación correcta. Todos los participantes realizaron primero el bloque de ensayos prosacada (que les servía de ensayos de práctica), y a continuación el bloque de ensayos antisacada. Ambos bloques estaban constituidos por 12 ensayos de práctica seguidos por 48 ensayos experimentales. Dentro de cada bloque, ambas letras se presentaban en un mismo número de ensayos en cada campo visual.

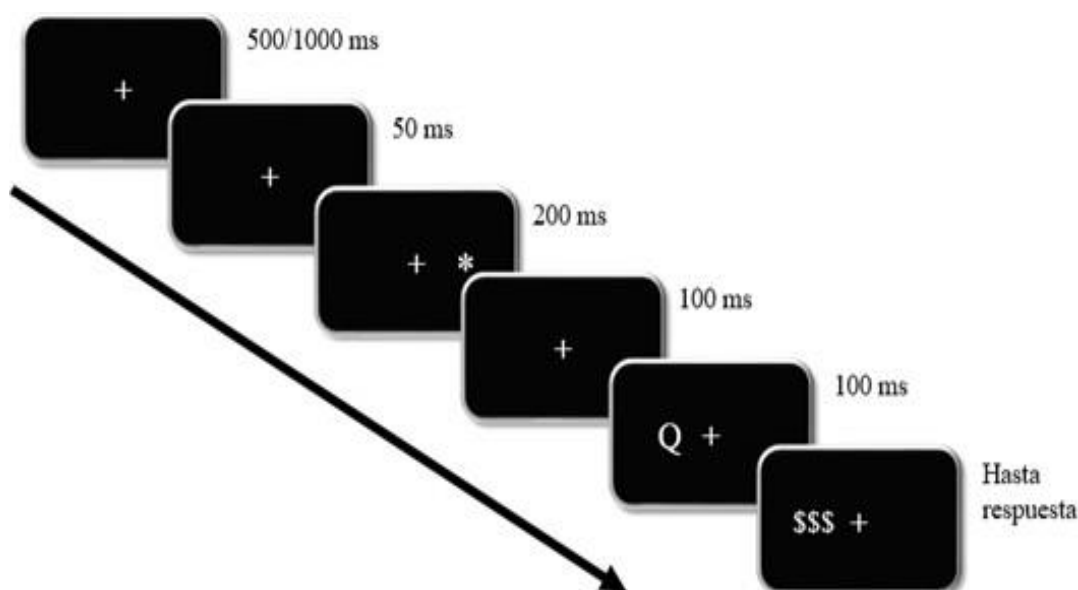


Figura 1. Secuencia de eventos en un ensayo “antisacada” de la tarea Antisacada.

### b. Tarea de Localización del Cambio Visual

La capacidad de memoria de trabajo visual hace referencia a la cantidad de información visual que podemos retener y manipular activamente en nuestra memoria inmediata. La tarea que emplearemos para evaluar dicha capacidad es una versión de la tarea de localización del cambio visual (Johnson et al., 2013; Ortells et al., 2018). En cada ensayo los participantes observan una matriz visual en la que se presentan brevemente (150 ms) cuatro círculos coloreados (distribuidos de forma aleatoria en cada uno de los 4 cuadrantes de la pantalla), seguidos por una pantalla en blanco de breve duración (900 ms), y por una segunda matriz que incluye los mismos cuatro círculos coloreados en las mismas posiciones que en la anterior matriz, excepto que uno de los círculos cambia de color. Los participantes deben indicar, seleccionándolo con el ratón, cuál de los cuatro círculos cambió de color (ver Figura 2). Frente a las tareas tradicionales de amplitud compleja para evaluar la capacidad de la memoria de trabajo (v.g., ospan), la tarea de localización del cambio constituye una tarea mucho más sencilla y un menor número de ensayos, que no requiere conocimientos previos específicos (v.g., matemáticas) para su realización, no demanda ninguna presión temporal, ni tampoco exige algún tipo de alternancia entre diferentes procesos cognitivos (v.g., retener información y verificar operaciones aritméticas). Pero a pesar de su simplicidad, existen numerosas demostraciones de que el rendimiento en dicha tarea muestra también altas correlaciones con medidas de inteligencia fluida y habilidades cognitivas complejas (Cowan et al., 2005).

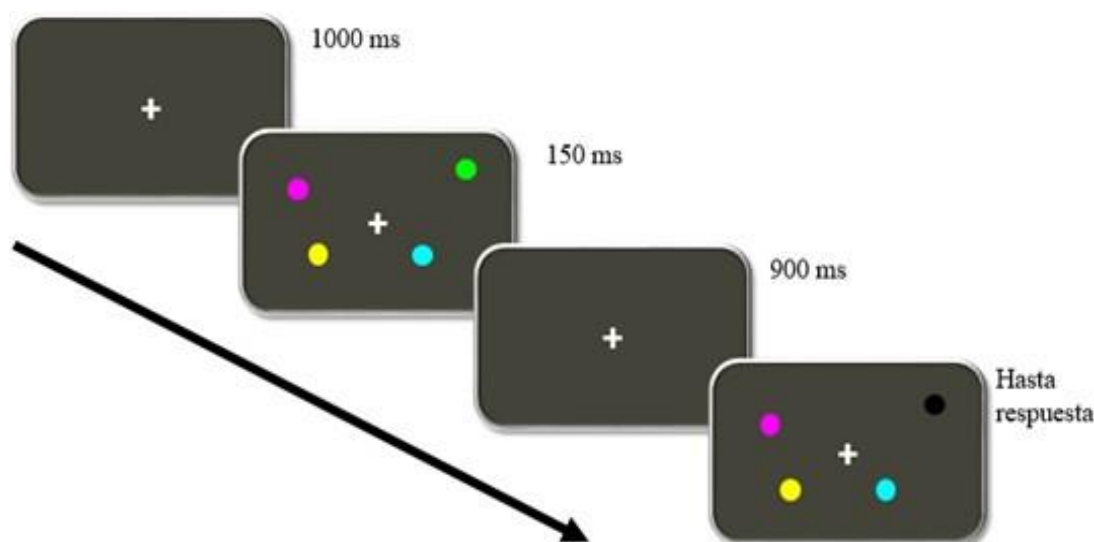


Figura 2. Secuencia de eventos de un ensayo en la tarea de localización del cambio visual.

Transcurrida una semana los participantes volvieron para una segunda sesión en la que realizaron la tarea Stroop de MT.

c. Tarea Stroop de MT:

La tarea Stroop de MT está basada en la diseñada por Kiyonaga y Egner (2014; Experimento 1), a excepción de algunos cambios relacionados con la duración de algunas de las pantallas de presentación de los estímulos. En cada ensayo se presenta durante 1000 ms una palabra (ROJO, AZUL, AMARILLO, VERDE) que los participantes deben memorizar. A continuación, se presenta un punto de fijación (+) en el centro de la pantalla durante 1000 ms, el cual es seguido por parche (rectángulo) de color (rojo, azul, amarillo, verde) con duración de 500ms, al que los participantes deben responder pulsando la tecla (pegatina de color) correspondiente. Tras la respuesta al parche de color, aparece otro punto de fijación con duración de 1000 ms, seguido por una segunda palabra de 'prueba' (durante 2000 ms) que puede ser igual o diferente a la palabra previa presentada al comienzo del ensayo. Los diferentes ensayos son separados por una pantalla con un asterisco (\*) en el centro con duración de 1000 ms. Los participantes tienen que memorizar la palabra previa que aparece al inicio del ensayo y luego dar dos respuestas. La primera de ellas al color del parche, usando las pegatinas del teclado, y una segunda respuesta a la palabra de prueba posterior, pulsando la tecla 1 si esta es igual a la que tenían que memorizar al principio del ensayo, o con la tecla 0 si es una palabra de color diferente (ver Figura 3). La tarea se dividió en tres bloques de ensayos (cuyo orden se contrabalanceó a través de los participantes): (a) un bloque sin sonido de fondo (condición control); (b) un bloque con sonidos de fondo de naturaleza (distintos tipos de aves); y (c) un bloque con sonidos de fondo urbanos (diferentes coches tocando el claxon en un atasco).

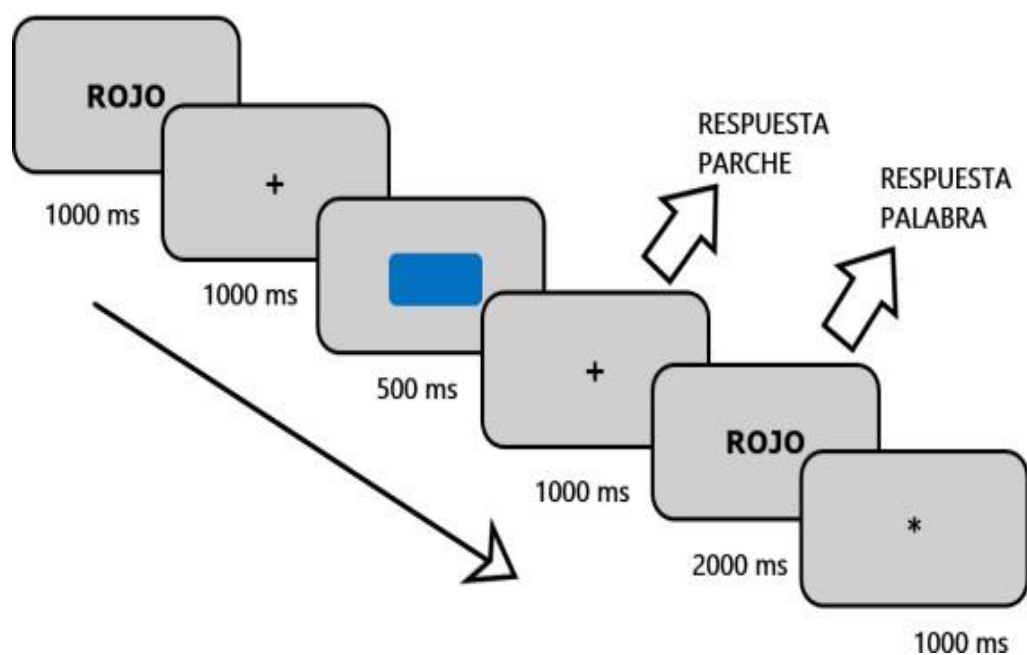


Figura 3. Secuencia de eventos de un ensayo en la tarea Stroop de MT.

### 3. RESULTADOS

#### 1. Tareas ejecutivas

El rendimiento de los participantes en la tarea de Localización del Cambio Visual se evaluó con una variante del denominado “índice K” de Cowan y Pashler (Cowan et cols. 2005; Pashler, 1988), que indica la cantidad de información que podemos mantener activa en la memoria inmediata. Teniendo en cuenta que en esta tarea no existen falsas alarmas y en todos los ensayos hay un estímulo que cambia de color, la capacidad de memoria de cada participante (índice K) se obtiene multiplicando su porcentaje de aciertos por 4 (el número de círculos presentados en cada ensayo). El índice K de cada participante oscilaría entre un valor mínimo = 0 y un valor máximo = 4, que correspondería a un 100% de los aciertos. En cuanto a la tarea de Antisacada, el rendimiento de los participantes se ha evaluado teniendo en cuenta el tiempo de reacción (TR) y porcentaje de aciertos en las condiciones antisacada y prosacada, y también las diferencias en TRs y aciertos entre ambas condiciones.

Nuestros resultados mostraron que el rendimiento en la tarea de Localización del Cambio Visual producía una correlación negativa significativa con la diferencia en TRs entre los bloques antisacada y prosacada de la tarea Antisacada ( $r(32) = -.473, p = .006$ ). Sin embargo, dicha correlación es inexistente en la condición prosacada, lo que quiere decir que la mayor capacidad de MT de las personas (índice k) no significa solo ser más rápidos en dar la respuesta, ya que entonces debería haber correlaciones con la condición prosacada también, sino una mayor capacidad de inhibir las respuestas prepotentes (Ortells y cols., 2016). Basándonos en ello, para cada participante calculamos una puntuación promedio normalizada (z) que tuviera en cuenta su rendimiento en las tareas Localización del Cambio Visual (índice k) y Antisacada (diferencia en TRs). Para ello, calculamos puntuaciones Z normalizadas en cada tarea utilizando las medias globales y la desviación típica de todos los participantes. Y una vez que normalizamos ambos tipos de puntuaciones en cada tarea, calculamos una puntuación global promedio como índice de capacidad ejecutiva de cada participante.

#### 2. Tarea Stroop de MT

Las medidas de rendimiento de esta tarea fueron los Tiempos de reacción (TR) en los ensayos en los que las respuestas fueron correctas y los porcentajes de aciertos en los ensayos en los que había alguna respuesta al parche de color. Para el análisis del efecto Stroop de MT sólo se incluyeron los ensayos en los que los participantes reconocieron correctamente la palabra de prueba. La Tabla 1 incluye los TRs medios y porcentajes de aciertos (desviaciones

típicas entre paréntesis) en las respuestas al parche de color en las condiciones congruentes e incongruentes para los diferentes bloques de tipo de sonido.

**Tabla 1.** Medias de los Tiempos de Reacción (ms) y porcentajes de aciertos (%) (desviaciones típicas entre paréntesis) en las respuestas al parche de color en función de la congruencia palabra-parche de color (congruente vs. incongruente) y del tipo de sonido (ciudad, naturaleza, sin sonido).

	Tipo de Sonido		
	Ciudad	Naturaleza	Sin Sonido
<b>Congruencia Palabra – Parche de color</b>			
<b>Congruente</b>	527 (245.5)	601 (280.8)	537 (259.6)
	99,6 % (.02)	99,2 % (.03)	99,3 % (.03)
<b>Incongruente</b>	603 (281.9)	609 (267.5)	575 (253.6)
	98,9 % (.05)	99,2 % (.04)	98,3 % (.07)

Realizamos Análisis de Varianza (ANOVA) de medidas repetidas 2 x 3 sobre las respuestas al parche de color, considerando como factores intrasujeto la Congruencia palabra de color- parche (congruente vs. Incongruente) y el tipo de sonido presentado (sonido ciudad, sonido naturaleza, sin sonido). En el ANOVA realizado sobre el porcentaje de aciertos de las respuestas al parche, sólo fue significativo el efecto principal de congruencia ( $F(1,33) = 6.66, p = .014, \eta^2 = .168$ ). Es decir, encontramos un efecto de interferencia Stroop de MT, de forma que los participantes tenían más aciertos en la condición congruente (99,4%) que en la condición incongruente (98,8%). En el ANOVA sobre los TRs resultó significativo el efecto principal de Congruencia ( $F(1,31) = 15.201, p = .000, \eta^2 = .329$ ). Este efecto de congruencia demuestra de nuevo la existencia del efecto Stroop de MT, lo que replica el observado por Kiyonaga y Egner (2014), con respuestas más lentas cuando la palabra y el parche no coinciden (596 ms) que cuando la palabra y el parche coinciden (555 ms). Pero también fue significativa la interacción entre congruencia y tipo de sonido ( $F(1,30) = 5.08, p = .013, \eta^2 = .253$ ). El análisis de esta interacción muestra que los participantes eran significativamente más lentos en la condición incongruente que la condición congruente (efecto Stroop) cuando escucharon el sonido de ciudad ( $-72 \text{ ms}; t(31) = 4,925, p < .001$ ), y también cuando no escuchaban ningún sonido ( $-37 \text{ ms}; t(31) = -2,32, p$

= .027). Pero, no existía efecto Stroop significativo cuando el sonido era de naturaleza (-8,74;  $t(31) = -.515, p > .61$ ).

En un ANOVA adicional en el que incluimos como covariable las capacidades ejecutivas de los participantes (puntuación normalizada promedio en las tareas de localización del cambio y antisacada), no encontramos ninguna interacción de 2º orden significativa entre las variables capacidades ejecutivas, congruencia y tipo de sonido. Así, el patrón diferencial de efectos Stroop de MT que encontramos en función del tipo de sonido, no resultó modulado por diferencias individuales en las capacidades de control ejecutivo de los participantes. Los participantes con altas y bajas capacidades ejecutivas mostraron un efecto Stroop de MT de una magnitud similar, efecto que era reducido siempre en presencia de sonidos naturales.

#### 4. DISCUSIÓN

Aunque tradicionalmente la MT y la Atención selectiva se han estudiado como dominios cognitivos distintos, disponemos actualmente de diferentes tipos de pruebas que sugieren una estrecha interrelación entre ambos constructos psicológicos. La naturaleza de la vinculación entre la MT y la Atención selectiva se ha estudiado en diversas investigaciones recientes, como la desarrollada por Kiyonaga y Egner (2014). Estos autores demostraron que mantener activamente en la MT la representación de una palabra de color, interfería con las respuestas a un parche de color diferente, de un modo similar a lo que se observa en una tarea Stroop convencional. El primer objetivo del presente TFG es replicar dicho efecto Stroop de MT.

Un segundo objetivo de nuestra investigación fue explorar si el efecto Stroop de MT que muestran los participantes podría ser modulado por diferencias individuales en sus capacidades de control ejecutivo, algo que anteriormente no había sido estudiado. Por ello, además de la tarea Stroop de MT, todos nuestros participantes realizaron previamente la tarea antisacada de control atencional inhibitorio y la tarea de localización del cambio que mide la capacidad de almacenamiento de la MT visual.

Otros estudios recientes (v.g., Krzywicka y Byrka, 2017) muestran que los sonidos de la naturaleza suelen ser percibidos por las personas como más restaurativos que los sonidos de la ciudad. Sin embargo, estas diferencias entre sonidos naturales y urbanos se han obtenido utilizando medidas subjetivas, basadas en las respuestas de los participantes a diferentes tipos de escalas y cuestionarios. Hasta ahora no se han utilizado sonidos durante la realización simultánea de tareas de atención selectiva o de MT, que permitan saber si la exposición a dichos tipos de sonidos puede modular de alguna manera el rendimiento de los participantes en dichas tareas ejecutivas. Por estas razones, nuestro tercer objetivo fue examinar si el efecto Stroop de MT podría resultar también modulado por el hecho de estar expuestos a diferentes tipos de

sonido de fondo. Para ello, los participantes realizan la misma tarea Stroop cuando no se les presenta ningún tipo de sonido simultáneo (condición control), o mientras oyen al mismo tiempo, o bien sonidos relacionados con la naturaleza (distintos tipos de aves), o bien sonidos urbanos (distintos tipos de coches tocando el claxon en un atasco).

Los resultados demuestran que se replica el efecto Stroop de MT que previamente observaron Kiyonaga y Egner (2014). Así, las respuestas de los participantes al parche de color eran significativamente más lentas y menos precisas cuando retenían en su MT una palabra de color diferente (condición incongruente) que cuando la palabra en su MT hacía referencia al mismo color que el del parche (condición congruente).

Además, el efecto Stroop de MT se reducía significativamente cuando los participantes escuchaban sonidos de la naturaleza, en comparación a cuando escuchaban sonidos urbanos, o no se presentaba ningún sonido. Varios estudios previos sugieren que los sonidos de la naturaleza son percibidos por las personas como más restauradores que los sonidos de ciudad (v.g., Krzywicka y Byrka, 2017). Una posible explicación de ello, es que los sonidos de la naturaleza y los sonidos de ciudad difieren en la medida en que implican una fascinación suave o dura. Según Kaplan (1995), estos dos tipos de fascinación coexisten. La fascinación suave, caracterizada por una intensidad moderada, se experimenta en entornos estéticamente agradables, mientras que la fascinación dura es mucho más intensa y aparece en entornos atencionalmente más demandantes. Los sonidos naturales podrían haber apoyado la restauración induciendo una fascinación suave en contraste con los sonidos urbanos que evocan una fuerte fascinación. La fascinación suave restaura la concentración, y por lo tanto contribuye a la restauración en mayor medida que la fascinación dura (Reese y Myers, 2012). Asimismo, DeLoach, Braasch y Carter (2015) demostraron que la capacidad de las personas para recobrar la concentración mejoraba cuando estaban expuestas a sonidos naturales en lugar de al silencio, o a sonidos de máquinas. Teniendo en cuenta estos argumentos, es posible que la exposición a sonidos naturales tenga efectos positivos también relacionados con la capacidad para afrontar mejor situaciones conflictivas, como supondría responder al color de un parche que es diferente del color que el participante está manteniendo en su MT. En investigaciones futuras sería interesante explorar si los efectos positivos de sonidos naturales podrían también observarse en tareas conflictivas más convencionales, como la tarea Stroop perceptual.

Por otra parte, observamos que la magnitud del efecto Stroop de MT no resultaba modulada por los tipos de sonido de una forma diferente en los participantes con mayor y menor capacidad ejecutiva (según su puntuación normalizada ( $z$ ) promedio de las dos tareas ejecutivas). La única diferencia que observamos entre los participantes fue que aquellos con



una menor capacidad ejecutiva mostraban TRs más lentos que los participantes con mayor capacidad ejecutiva. Como demuestran diversos estudios (Gazzaley, 2012; Gazzaley et al., 2005) los sujetos de baja capacidad de MT son mucho más lentos y necesitan más tiempo en tareas de atención selectiva para suprimir información irrelevante. Mientras que, los sujetos de alta capacidad de MT consiguen ignorar de forma activa y/o bloquear el procesamiento de la información irrelevante de manera más eficaz que las personas con menor capacidad de MT (v.g., Ahmed & de Fockert, 2012; Ortells, Noguera, Álvarez, Carmona & Houghton, 2016).

## 5. CONCLUSIÓN

La existencia del efecto Stroop de MT, sugiere que la MT y la atención selectiva dependen de los mismos recursos cognitivos y operan sobre las mismas representaciones, y que el costoso filtrado atencional de los juicios incongruentes distrae la atención del mantenimiento del contenido de la MT. En nuestro experimento no solo se ralentizó la respuesta al parche de color en las condiciones incongruentes, sino también la respuesta a la palabra de prueba, así como la respuesta al parche de color y a la palabra prueba cuando los participantes escuchaban sonidos de ciudad y ningún sonido. Sin embargo, cuando los participantes escucharon sonidos de naturaleza, la condición incongruente no afectó de manera diferente que la condición congruente a la respuesta al parche de color y a la palabra de prueba. Es decir, en este bloque el efecto Stroop de MT desaparecía. Estos resultados sugieren que la exposición a este tipo de estimulación que supuestamente ejerce una “fascinación suave” puede ayudar a los participantes a manejar mejor las situaciones conflictivas, y minimizar la influencia de información competitivas o distractora en situaciones selectivas. En nuestro estudio encontramos que las capacidades de control ejecutivo de los participantes no modulan el efecto Stroop de MT: tanto los participantes de altas capacidades ejecutivas como los de bajas capacidades ejecutivas realizaban la tarea con un similar nivel de aciertos. No obstante, se pueden apreciar tiempos de reacción mayores en los participantes de bajas capacidades ejecutivas que en los participantes de altas capacidades de ejecutivas.

En nuestro estudio, la muestra fue reducida, por lo que tal vez se debería de llevar a cabo este estudio con un mayor número de participantes, sobre todo a la hora de querer dividir a los participantes en altas y bajas capacidades de control ejecutivo. Así, podríamos comprobar si con un mayor tamaño de la muestra los resultados obtenidos en esta investigación pueden ser replicados. Los resultados obtenidos serían más significativos y por tanto tendrían más peso en cuanto a una investigación. Para próximas investigaciones similares se deberían tener en cuenta estas consideraciones y diseñar dichos estudios a partir de las mismas.

**REFERENCIAS**

- Ahmed, L., & De Fockert, J.W. (2012). Focusing on attention: the effects of working memory capacity and load on selective attention. *PLoS ONE* 7:e43101. doi: 10.1371/journal.pone.0043101.
- Awh, E., & Jonides, J. (2001). Overlapping mechanisms of attention and spatial working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(3), 119-126.
- Ballesteros, S. y Manga, D. (1996). The effects of variation of an irrelevant dimension on same-different visual judgments. *Acta Psychologica*, 92, 1-16.
- Cowan, N., Elliott, E. M., Scott Saults, J., Morey, C.C., Mattox, S., Hismkatullina, A., & Conway, A.R. (2005). On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, 51, 42-100.
- De Fockert, J.W. (2013). Beyond perceptual load and dilution: a review of the role of working memory in selective attention. *Front. Hum Neurosci.* Vol 4.
- De Fockert, J.W., Mizon, G.A., & D'Ubaldo, M.A. (2010). No negative priming without cognitive control. *J. Exp. Psychol. Hum.* 36, 1333–1341.
- De Fockert, J.W., Rees, G., Frith, C.D., & Lavie, N. (2001). The role of working memory in visual selective attention. *Sci.* 291, 1803–1806.
- DeLoach, A., Braasch, J., & Carter, J. (2015) Tuning the Cognitive Environment: Sound Masking with 'natural' Sounds in Open-plan Offices. *Acoustical Society of America*, 137(4).
- D'Esposito, M., Aguirre, G.K., Zarahn, E., Ballard, D., Shin, R.K., & Lease, J. (1998). Functional MRI studies of spatial and nonspatial working memory. *Cogn. Brain Res.*, 7, 1–13.
- Diamond, A., & Goldman-Rakic, P. S. (1989). Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's tasks: Evidence of dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research*, 74(9), 24-40.
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). "Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control," in *The psychology of learning and motivation*, ed. B. Ross (New York, NY: Elsevier), 145-199.
- Gazzaley, A., Cooney, J.W., McEvoy, K., Knight, R.T., & D'Esposito, M. (2005). Top-down enhancement and suppression of the magnitude and speed of neural activity. *J. Cogn. Neurosci.* 17, 507–517.

- Gazzaley, A., & Nobre, A.C. (2012). Top-down modulation: bridging selective attention and working memory. *Trends. Cogn. Sci.* 16, 129-136.
- Hutchison, K.A. (2007). Attentional control and the relatedness proportion effect in semantic priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 33, 645-662.
- Johnson, M. K., McMahon, R. P., Robinson, B. M., Harvey, A. N., Hahn, B., Leonard, C. J., Luck, S. J., y Gold, J. M. (2013). The relationship between working memory capacity and broad measures of cognitive ability in healthy adults and people with schizophrenia. *Neuropsychology*, 27, 220–229.
- Kane, M.J., Bleckley, M.K., Conway, A.R.A., & Engle, R.W. (2001). A controlled-attention view of working memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 169–183.
- Kaplan S. (1995). The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. *J. Environ. Psychol.* 15 169–182. 10.1016/0272-4944(95)90001-2.
- Kiyonaga, A., & Egner, T. (2014). The Working Memory Stroop Effect: When Internal Representations Clash with External Stimuli. *Psychological Science*, 25(8), 1619-1629.
- Krzywicka, P., & Byrka, K. (2017). Restorative Qualities of and Preference for Natural and Urban Soundscapes. *Frontiers in psychology*, 8, 1705.
- Ortells, J.J, Noguera, C., Álvarez, D., Carmona, E., & Houghton, G. (2016). Individual differences in working memory capacity modulates semantic negative priming from single prime words. *Frontiers in Psychology*, 7, 1-14.
- Ortells, J.J, de Fockert, J.W., Romera, N., & Fernández, S. (2018). Expectancy-based strategic processes are influenced by spatial Working Memory Load and individual differences in Working Memory Capacity. *Frontiers in Psychology*, 9:1239, 1-12.
- Reese R. F., & Myers J. E. (2012). EcoWellness: the missing factor in holistic wellness models. *J. Couns. Dev.* 90 400–406. 10.1002/j.1556-6676.2012.00050.x.
- Shipstead, Z., Lindsey, D.R.B., Marshall, R.L., & Engle, R.W. (2014). The mechanisms of working memory capacity: Primary memory, secondary memory, and attention control. *J. Mem. Lang.*, 72, 116-141.
- Unsworth, N., Heitz, R. C., Schrock, J. C., & Engle, R. W. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavioural Research & Methods*, 37, 498–505.