



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  
Facultad de Psicología

**UNIVERSIDAD DE ALMERÍA**



**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**



**Trabajo Fin de Grado en Psicología  
Convocatoria Septiembre 2019**

**Influencia de la capacidad de memoria de trabajo en una tarea Stroop  
con distractores visuales**

**Influence of working memory capacity on a Stroop task with visual  
distractors**

**Autor: Fernando Moreno Moreno**

**Tutores: María del Carmen Noguera Cuenca & Juan José Ortells Rodríguez**

## Resumen

El presente estudio tiene dos objetivos fundamentales. El primero es explorar la eficiencia relativa del procesamiento estratégico basado en expectativas en presencia de distracción visual. Para ello, los participantes realizan tarea Stroop secuencial con una mayor proporción de ensayos incongruentes (80%) que de ensayos congruentes (20%), mientras se presenta imágenes distractoras visuales que se instruye a los participantes a ignorar. El segundo objetivo es investigar si la posible interferencia generada por el distractor visual en dicho procesamiento estratégico puede ser modulada por las capacidades de memoria de trabajo (MT) y de control atencional de los participantes. Para ello, todos los participantes en nuestro estudio realizan también un conjunto de pruebas que evalúan tanto sus capacidades de memoria de trabajo verbal (tarea de amplitud compleja de operaciones aritméticas) y visual (tarea de localización del cambio), como sus capacidades de control atencional inhibitorio (tarea antisacada). Los resultados muestran un efecto estratégico no significativo, que sugiere que la presentación de una imagen visual como estímulo distractor actuaría de un modo similar a una condición de alta carga de MT. Además, el rendimiento en dicha tarea Stroop es modulado por diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo y control atencional. Los participantes con menor capacidad atencional y de MT se verían claramente afectados por dichos distractores, mostrando un efecto de interferencia Stroop que sugiere que son incapaces de desarrollar un procesamiento estratégico eficaz en dichas condiciones de distracción visual. No ocurre así en los participantes con una mayor capacidad de MT, los cuales muestran una inversión estratégica del efecto Stroop a pesar de la presencia continuada de distractores visuales.

**Palabras clave:** Capacidad de Memoria de Trabajo, Atención Selectiva, Generación de Expectativas, Efecto Stroop, Distractor Visual.

## **Abstract**

This study has two main objectives. The first is to explore the relative efficiency of strategic processing based on expectations in the presence of visual distraction. To this end, participants perform sequential Stroop task with a higher proportion of incongruent trials (80%) than congruent trials (20%), while presenting visual distracting images that participants are instructed to ignore. The second objective is to investigate whether the possible interference generated by the visual distractor in such strategic processing can be modulated by the working memory (WM) and attentional control capacities of the participants. To this end, all participants in our study also perform a set of tests that evaluate both their verbal (arithmetic operations complex amplitude task) and visual (change localization task) working memory capacities, as well as their inhibitory attentional control (anti-sacred task) capabilities. The results show a non-significant strategic effect, suggesting that the presentation of a visual image as a distracting stimulus would act in a manner similar to a high MT load condition. In addition, performance in such a Stroop task is modulated by individual differences in working memory capacity and attentional control. Participants with lower attentional and TM capacity would be clearly affected by such distractors, showing a Stroop interference effect suggesting that they are unable to develop effective strategic processing under such visual distraction conditions. This is not the case for participants with higher MT capacity, who show a strategic reversal of the Stroop effect despite the continued presence of visual distractors.

**Keywords:** Work Memory Capacity, Selective Attention, Generation of Expectations, Stroop Effect, Visual Distractor.

## Índice

|  |    |
|--|----|
| 1. Introducción.....                     | 4  |
| 1.1. Objetivos del presente estudio..... | 8  |
| 2. Método.....                           | 9  |
| 2.1. Participantes.....                  | 9  |
| 2.2. Materiales y estímulos.....         | 9  |
| 2.3. Diseño y Procedimiento.....         | 11 |
| 3. Resultados.....                       | 16 |
| 4. Discusión.....                        | 20 |
| 5. Referencias .....                     | 22 |

## **1. Introducción**

La memoria de trabajo (MT) hace referencia a la capacidad que tienen las personas para retener y/o manipular activamente información relevante para la realización de una tarea de forma adecuada. Estas funciones son necesarias cuando se presentan distractores y/o diferentes alternativas de respuesta que contextualmente se perciben inapropiadas. La realización adecuada de un comportamiento intencional requiere del uso de dicha memoria para así ser capaz de bloquear o impedir el procesamiento de estímulos competitivos de la tarea. Diversos investigadores han propuesto que el buen funcionamiento de la MT es esencial en los procesos de atención selectiva, esto es, cuando necesitamos focalizar nuestra atención sobre información relevante para un propósito definido, al mismo tiempo que ignoramos información irrelevante o distractora, bloqueando o inhibiendo dicho contenido distractor (Petersen y Posner, 2012).

### **Capacidad, Carga de Memoria de Trabajo y Atención Selectiva**

Dado que la MT dispone de una cantidad de recursos cognitivos limitados, la capacidad de MT de una persona puede influir en su habilidad para atender selectivamente y llevar a cabo una tarea de forma eficaz. Esta relación entre MT y atención selectiva ha sido avalada por diversos estudios que han aportado tanto pruebas directas como indirectas de dicha relación.

Los datos indirectos los proporcionan distintas investigaciones sobre envejecimiento normal, según los cuales las personas mayores son más vulnerables a la influencia de información distractora y/o presentan un patrón de ejecución similar al observado en jóvenes adultos pero con baja capacidad de MT, para suprimir activamente estímulos irrelevantes para la tarea (De Fockert, Ramchurn, Van Velzen, Bergström, & Bunce, 2009; Gazzaley & Nobre, 2012; Gazzaley, Cooney, McEvoy, Knight, & D'Esposito, 2005; Gazzaley, Clapp, Kelley, McEvoy, Knight, & D'Esposito, 2008; Mayas, Fuentes, & Ballesteros, 2012).

Las pruebas más directas de esta relación entre MT y atención selectiva proceden de dos líneas de investigación principalmente. En una primera línea, los investigadores emplean una metodología de “grupos extremos” en la que en una primera fase se evalúa la capacidad de MT de una amplia muestra de participantes mediante diferentes tareas de

amplitud de MT (v.g., tareas de amplitud compleja de operaciones aritméticas o de amplitud de simetría). Posteriormente, se compara el rendimiento de los grupos de participantes con puntuaciones superiores e inferiores en dichas tareas (v.g., primer y cuarto cuartil) en tareas de atención selectiva (v.g., tareas tipo Stroop, de flancos o de priming negativo). En general, los estudios que han empleado esta metodología muestran que las personas con alta capacidad de MT suelen ser más efectivas para inhibir información irrelevante que compite por el control de la respuesta, en comparación con las personas de baja capacidad en MT, probablemente debido a una mayor disponibilidad de recursos cognitivos de los primeros (v.g., Ahmed & de Fockert, 2012; Ortells, Noguera, Álvarez, Carmona & Houghton, 2016). Fundamentándose en estos datos, Engel y colaboradores propusieron la Teoría del Control Atencional de la Memoria de Trabajo. Esta teoría sostiene que las diferencias individuales en capacidades de MT muestran principalmente variaciones en la habilidad de control atencional de dominio general (Engle & Kane, 2004; Kane, Conway, Hambrick & Engle, 2007). Esta habilidad atencional sería necesaria para mantener en mente el objetivo de la tarea y focalizar la atención sobre los estímulos relevantes, y bloquear el acceso a la información irrelevante.

Una segunda línea de investigación que ha proporcionado datos sobre la relación entre MT y atención selectiva conlleva el empleo de un paradigma de ‘tarea dual’ que combina una tarea de MT que demanda una mayor o menor ‘carga mental’ (v.g., memorizar series ordenadas vs. aleatorias de números o letras), con una tarea de atención selectiva concurrente que requieren inhibir información irrelevante o distractora (v.g., tarea de flancos o tipo Stroop). El uso de esta metodología permite explorar la interferencia ejercida por un distractor en un contexto de carga de memoria de trabajo variable. En general, los resultados demuestran que cuando la carga de MT es alta (v.g., memorizar secuencias de 5 dígitos diferentes), el efecto de interferencia del distractor es mayor que cuando la carga de MT es baja (v.g., memorizar secuencias de 5 dígitos iguales), en distintas tareas de atención selectiva (v.g., De Fockert, 2013; De Fockert, Mizon, D’Ubaldo, 2010; Lavie & De Fockert, 2005). De acuerdo con la Teoría de Carga de Atención de Lavie y colaboradores, la carga de MT agotaría o reduciría los recursos cognitivos de capacidad limitada que se requieren para retener los objetivos de la tarea y diferenciar entre la información relevante y la irrelevante. En consecuencia, la respuesta al estímulo objetivo sería más susceptible a la interferencia de información distractora cuando la carga de MT fuese alta (Lavie, Hirst, de Fockert y Viding, 2004).

## **Generación de expectativas y Memoria de Trabajo**

De la investigación anterior se desprende que una reducción en la disponibilidad de recursos cognitivos de la MT (bien por carga alta, bien por capacidad baja), se asocia con una mayor dificultad para ignorar activamente una información que no es relevante, y que compite con el procesamiento de la información importante en tareas de atención selectiva.

Lo que no está tan claro en la literatura actual es cómo influyen estas variaciones en la disponibilidad de recursos cognitivos sobre la eficiencia para generar estrategias basadas en las expectativas. Es decir, existen pocos estudios que hayan explorado la influencia de disponibilidad de recursos cognitivos en la capacidad para generar una respuesta estratégica. Algunos investigadores, empleando un paradigma de facilitación semántica, indican que si se instruye a los participantes a utilizar estrategias controladas tipo *generación de expectativas* (v.g., cuando existe una alta proporción de ensayos en los que el estímulo previo y el objetivo están relacionados), los efectos de *priming* semántico se reducen significativamente (e incluso se eliminan) si la carga de MT es alta, o bien en individuos con baja capacidad de MT (Heyman, Van Rensbergen, Stotms, Hutchison & De Deyne, 2014; Hutchison, Heap, Neely & Thomas, 2014). En otras palabras, en condiciones de alta carga de MT o en las personas con baja capacidad de MT, resulta más difícil hacer uso de respuestas estratégicas de forma eficaz, como “anticipar” la respuesta dada una alta proporción de ensayos relacionados (v.g., si la palabra previa es “TIGRE” prepararse para responder a una palabra target relacionada, “LEÓN”).

Una de las limitaciones de este tipo de estudios, que investigan una posible dependencia del efecto de *priming* estratégico de los recursos de la MT, es que han utilizado un paradigma de facilitación convencional en el que tanto los procesos estratégicos (generación de expectativas), como los procesos automáticos (propagación de la activación), producen el mismo patrón conductual, esto es, efecto de facilitación. Por tanto, es difícil determinar si los efectos de *priming* reducidos observados en situaciones de alta carga o en personas con baja capacidad de MT se deben a un uso menos eficiente de estrategias basadas en expectativas, o a una reducción del procesamiento automático del estímulo previo.

Para solventar dicha incógnita, recientemente diversos investigadores han desarrollado un paradigma alternativo de *priming* que permite obtener efectos cualitativamente diferentes derivados del procesamiento automático o controlado de la información. Por ejemplo, Ortells, Álvarez, Noguera, Carmona, & De Fockert (2017) emplearon una tarea secuencial tipo Stroop que los participantes debían realizar simultáneamente con una tarea de MT verbal, que variaba en mayor o menor carga mental. Básicamente los participantes tenían que identificar el color de un rectángulo (target) que podía aparecer en rojo o verde, y que era precedido por la palabra previa (prime) “VERDE” o “ROJO”. Se manipuló la proporción de relación de congruencia prime-target, de manera que existía un 20% de ensayos congruentes y un 80% de incongruentes. Los participantes fueron informados de esta proporción para inducir la puesta en marcha de una respuesta estratégica basada en expectativas (v.g., prepararse para responder al color “rojo” si la palabra previa era “VERDE”). La palabra previa podía ir precedida por una secuencia de cinco dígitos iguales (condición de baja carga) o aleatorios (condición de alta carga), que los participantes debían memorizar ya que, después de un intervalo variable, se presentaba un dígito y debían responder si estaba presente o no en la secuencia que habían memorizado. El resultado más interesante fue la interacción entre la congruencia prime-target y la carga de MT, observándose una inversión estratégica del efecto Stroop en condiciones de baja carga (respuestas más rápidas ante ensayos incongruentes que congruentes), y un efecto típico de interferencia Stroop con alta carga de MT, esto es, un menor tiempo de reacción en ensayos congruentes que incongruentes (Ortells y cols., 2017). Estos resultados demostrarían que la disponibilidad de recursos cognitivos en la MT parece crucial también para realizar con éxito tareas que implican procesos estratégicos basado en expectativas (Hutchison y cols., 2014; Heyman y cols., 2014).

Es preciso observar que en este estudio de Ortells y cols. (2017), los autores emplearon una tarea de memoria de trabajo verbal (memorizar dígitos) que podía interferir con la propia tarea atencional también de naturaleza verbal (identificar el color del target). En consecuencia, no se puede discernir si el efecto Stroop invertido obtenido en alta carga de MT se debe a una menor disponibilidad de recursos o a una interferencia de tipo verbal. Con el objetivo de solventar esta cuestión, en un estudio posterior Ortells y colaboradores emplearon una tarea de memoria no verbal y una tarea Stroop verbal



secuencial, observando un patrón de resultados similar al anterior (Ortells, De Fockert, Romera, & Fernández, 2018).

En general, estos estudios sugieren que la generación de estrategias basadas en expectativas puede ser modulada por las diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo, y que el efecto de la carga de memoria de trabajo es de dominio general (y no específico), dado que condiciones de alta carga (con independencia de si la tarea es verbal o no verbal) también modulan el procesamiento estratégico en tareas atencionales (tipo Stroop, *priming*).

### **1.1. Objetivos del presente estudio**

Acorde con lo expuesto hasta ahora, nos planteamos como primer objetivo continuar indagando en la capacidad de las personas para generar respuestas estratégicas, cuando pueden hacer uso de la información que se les proporciona. Para ello, seleccionamos la tarea Stroop secuencial empleada por Ortells y colaboradores (2017; 2018) pero con una novedosa situación concurrente de carga de memoria de trabajo visual. En este caso, se añade una imagen visual “significativa” que permanece en pantalla durante el intervalo temporal entre el estímulo previo y el target, imagen visual que se instruye a los participantes a ignorar. Creemos que esta condición podría suponer una situación de alta carga de memoria de trabajo, ya que la imagen es presentada durante 400 ms y debe ser ignorada para que no interfiera con la respuesta al target. Esta imagen distractora debe ser bloqueada o inhibida por lo que, podría consumir recursos cognitivos de la MT y modular la respuesta de los participantes.

Un segundo objetivo de nuestro estudio fue explorar si la influencia del distractor visual en dicha tarea Stroop estratégica, podía ser modulada por diferencias individuales en las capacidades de MT y de control atencional de los participantes, un resultado que ya fue observado por Ortells y cols (2018) en alguno de sus experimentos. Para ello, y con el fin de evaluar el posible rendimiento diferencial de los participantes con mayor y menor capacidad cognitiva, una primera sesión experimental previa a la sesión de la tarea Stroop, todos los participantes en nuestro estudio realizarán tres tareas adicionales: (a) una versión de la tarea antisacada que permite evaluar la capacidad de control atencional inhibitorio (Kane, Bleckley, Conway, y Engle, 2001); (b) una tarea de localización del cambio visual, que permite estimar la capacidad de almacenamiento y retención de

información visual en la memoria inmediata (Johnson, McMahon, Robinson, Harvey, Hahn, Leonard, Luck, y Gold, 2013). A pesar de tratarse de una tarea simple, el rendimiento en dicha tarea suele correlacionar con medidas de inteligencia fluida y habilidades cognitivas complejas (Cowan, Elliot, Scott Sauls, Morey, Mattox, Hismkatullina & Conway, 2005); y (c) una versión informatizada reducida de la tarea de amplitud compleja de operaciones matemáticas (AOSPAN del inglés *automated operation span task*), que permite evaluar la capacidad de la memoria de trabajo con material verbal (Unsworth, Heitz, Schrock, y Engle, 2005).

De acuerdo con los resultados de las investigaciones previas (Hutchison y cols., 2014; Heyman y cols., 2014; Ortells y cols., 2017; 2018), y en la medida en que la presentación de una imagen significativa como estímulo distractor sea similar a una condición de alta carga de MT, esperamos observar un patrón diferencial de respuesta en la tarea Stroop modulado, a su vez, por las diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo.

## **2. Método**

### **2.1. Participantes**

En el estudio participaron 24 estudiantes de Grado en Psicología de la Universidad de Almería con edades comprendidas entre 18 y 35 años con una edad media de 22,8 (5,44). Los participantes conforman un grupo único, con 19 mujeres y 5 hombres. La edad media de las mujeres es de 23,16 (5,82) y la de los hombres de 21,6 (3,38). Los experimentos de la presente investigación se llevaron a cabo según el cumplimiento de la Declaración de Helsinki, con los protocolos y las recomendaciones de la Comisión de Bioética en Investigación de la Universidad de Almería. Todos los sujetos dieron su consentimiento una vez finalizadas las pruebas pertinentes y recibieron dos créditos de curso por su participación en el estudio (que incluía dos sesiones experimentales consecutivas).

### **2.2. Instrumentos / Estímulos y materiales**

El experimento se llevó a cabo en unas cabinas de investigación individual, a una distancia aproximada del monitor de 50 cm. Los sujetos realizan dos sesiones independientes pero complementarias, el material utilizado en cada una de ellas es

diferente. Las instrucciones, la presentación del material y la recogida de los datos fueron realizadas en PCs Pentium 4 mediante el software E-Prime v2.0 (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA).

Se utilizan adhesivos redondos de colores rojo y verde, con un diámetro de 1,5 cm colocados en las letras C y M, letras de registro de respuesta en la primera prueba de la segunda sesión.

La **primera sesión** está compuesta por tres pruebas que miden las capacidades referentes a la memoria de trabajo y control atencional. La primera de ellas, **Tarea de Localización del Cambio Visual** (Johnson y cols., 2013), que mide la capacidad para retener información visual y manipularla de forma efectiva. Concretamente utilizamos una versión de dicha tarea (Ortells y cols., 2018; Noguera, Fernández, Álvarez, Carmona, Mari-Beffa & Ortells, 2019) en la cual se presentan cuatro puntos de colores en torno al punto de fijación central, como se aprecia en la Figura 1. Los cuatro puntos de colores son distribuidos aleatoriamente de manera que se localice cada uno dentro de cada cuadrante en que se “dividiría” la pantalla. Los cuatro círculos de colores se presentan con un ángulo visual de  $0,96^\circ$  horizontal y vertical. 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 segunda tarea, **Tarea Antisacada**, se encarga de medir las capacidades de control atencional inhibitorio (Hutchison, 2007; Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001). El sujeto tiene que decidir si la letra que les aparece en uno u otro campo visual es una ‘O’ o una ‘Q’ (fuente Courier new, de tamaño 22). Se presentan con un ángulo visual de  $0,86^\circ$  de alto y  $0,43^\circ$  de ancho y una máscara de patrón formada por 5 símbolos “#” (fuente Arial tamaño 22 a  $0,86^\circ$  grados de ángulo visual sobre el eje vertical y  $0,43^\circ$  sobre el eje horizontal. Todos los estímulos son presentados en blanco sobre fondo negro a una distancia de  $3,84^\circ$  a la izquierda o derecha de la fijación (el símbolo “\*”). Se emplearon las teclas de respuesta “q” y “o” del teclado (ver Figura 2).

La última prueba de la primera sesión es la **Tarea de amplitud compleja de operaciones matemáticas** (AOSPAN), que permite evaluar la capacidad de la memoria de trabajo con contenido verbal (Unsworth y cols, 2005). Esta prueba está formada por ensayos en los que se presentan operaciones matemáticas precedidas por letras que deben

recordar (las letras se presentaban durante 800ms). El número de operaciones varían de 3 a 7 y se inicia una nueva operación cuando el sujeto confirma la anterior (ver Figura 3). Cuando se les solicitaba el recuerdo de las mismas en el mismo orden en que habían aparecido, se presentaba una matriz de 4 x 3 letras (F, H, J, K, L, N, P, Q, R, S, T y Y).

En la **segunda sesión** cada sujeto realizaba la **tarea Stroop secuencial verbal (Ortells y cols., 2017)**. Los estímulos consistían en dos palabras “ROJO” y “VERDE” impresas en color rojo o verde en fuente Courier new tamaño 22. Cada letra ocupaba un área de 0,35° de ancho y 0.52° de alto. El target era un rectángulo de color verde (RGB = 255,0,0) o rojo (RGB = 255,0), presentado en la fijación a 7.39° horizontal y 2.6° vertical. Todos los estímulos se presentaron sobre un fondo negro. Las imágenes empleadas como estímulos distractores fueron presentadas en el centro de la pantalla con una resolución de 500x400 píxeles. Estas imágenes fueron extraídas del banco de material pictórico OASIS (*Introducing the Open Affective Standardized Image Set*. Benedek, Shayn & Mahzarin, 2016), del cual se seleccionaron un total de 36 imágenes positivas de entre más de 500 imágenes. El criterio de selección fue imágenes positivas con puntuaciones similares en las escalas perceptivas de dicho banco de imágenes.

### 2.3. Diseño y Procedimiento

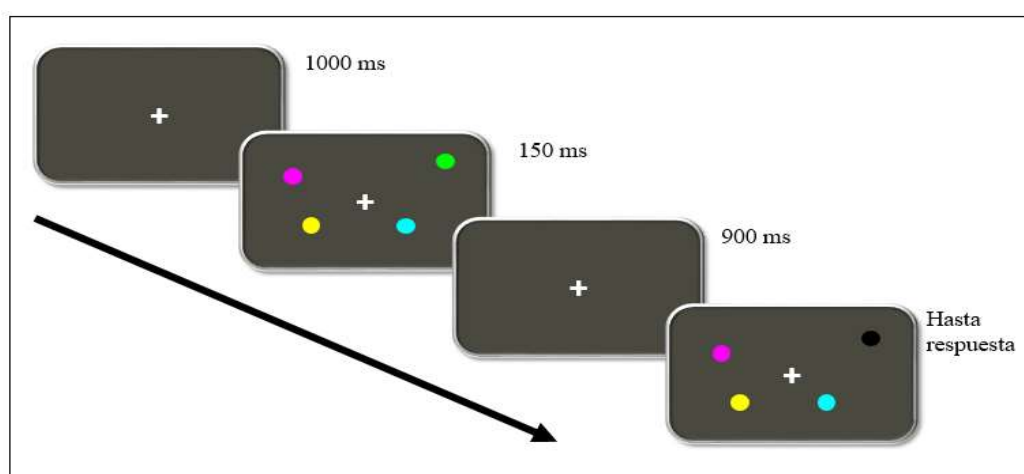
Los participantes completaron las dos sesiones independientes de unos 45-50 minutos, con un descanso entre ambas. Las variables independientes fueron: Relación de Congruencia prime-target (Congruente e Incongruente), como factor intrasujeto, y Capacidad de Memoria de Trabajo (Alta vs. Baja) como variable entregrupos. Las variables dependientes fueron el tiempo de reacción promedio de cada condición y la tasa de errores.

Todas las pruebas fueron explicadas oralmente y por escrito para asegurarnos de que todos los participantes comprendían lo que tenían que hacer antes de realizar cada tarea.

#### Tarea de Localización del cambio

La Figura 1 muestra un ensayo a modo de ejemplo de la secuencia temporal de eventos de esta tarea. Se trata de una versión de la tarea de localización del cambio visual original (Johnson y cols., 2013). Cada ensayo empieza con una pantalla que contienen un punto de fijación central (+) durante 1000 ms, el cual permanece en pantalla durante todo

el ensayo. A continuación, se presentan cuatro círculos coloreados de diferente color durante 150 ms, seguida de una nueva fijación durante 900 ms. Después aparecen de nuevo cuatro círculos de color en la misma localización que antes y permanecen hasta respuesta. La tarea del participante consiste en indicar qué círculo es el que ha cambiado de color con respecto a la primera presentación pulsando un botón del ratón. Los participantes completan 12 ensayos de prácticas y dos bloques experimentales de 32 ensayos cada uno con un intervalo de descanso entre ambos bloques. Se usó una variante de la ecuación de Pashler / Cowan K para evaluar la capacidad de MT de los participantes (Cowan y cols., 2005).

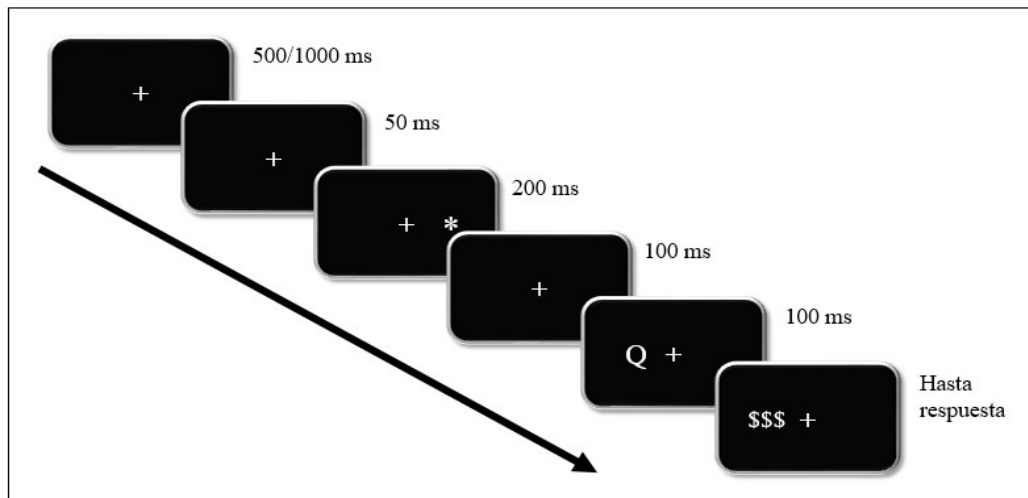


**Figura 1.** Ejemplo de un ensayo de la tarea de Localización del Cambio Visual, en el cual ha cambiado de color el círculo superior derecho de la segunda pantalla (negro), con respecto a la primera pantalla (en verde).

#### Tarea Antisacada (Prueba de control inhibitorio)

Cada ensayo experimental consiste en la presentación de una cruz blanca sobre fondo negro como punto de fijación central durante un intervalo variable de 500 o 1000 ms. Después aparece un asterisco en blanco a la izquierda o derecha de la fijación durante 200 ms, seguido de una pantalla de fijación durante 100 ms. A continuación, aparece el target que podía ser la letra “O” o la letra “Q”. El target podía presentarse en la misma localización que el asterisco (condición “Prosacada”), o en la localización opuesta (condición “Antisacada”) en bloques separados. El target era presentado durante 100 ms e inmediatamente seguido por una máscara de patrón hasta respuesta. Los participantes tenían que pulsar las teclas “1” o “2” para señalar la identidad de la letra. Las teclas de

respuesta fueron contrabalanceadas a través de los sujetos. La Figura 2 ilustra un ejemplo de un ensayo antisacada, en el que la letra objetivo aparece en la localización opuesta al asterisco. En el bloque de ensayos antisacada se instruyó a los participantes a esforzarse por apartar (inhibir) su mirada de la clave periférica (asterisco), tratando de dirigirla hacia el campo visual opuesto (movimiento antisacádico), con el fin de aumentar la probabilidad de identificar el target antes de que desaparezca. En este caso, la realización de un movimiento prosacádico (hacia el campo visual de la clave) impediría su identificación correcta.

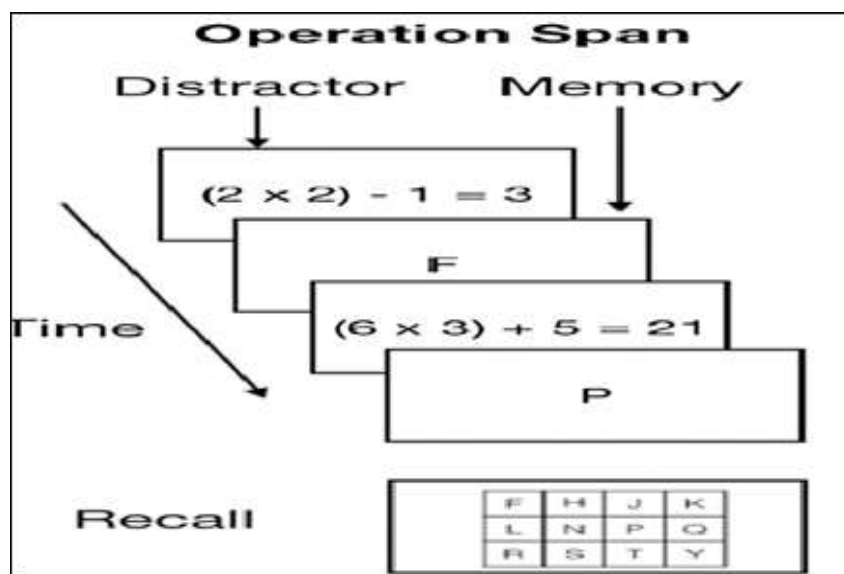


**Figura 2.** Ejemplo de un ensayo de la condición antisacada en la que el participante debe identificar la letra “Q”.

### Tarea compleja de amplitud operaciones matemáticas (AOSPAN)

Constituye una de las tareas más utilizadas para evaluar la capacidad de la memoria de trabajo con material verbal (Unsworth y cols, 2005). Los participantes deben recordar un conjunto variable (3-7) de letras consonantes, mientras verifican la solución de operaciones aritméticas sencillas como, por ejemplo,  $[(1 \times 2) + 3 = 5?]$ . Cada ensayo comienza con una operación matemática cuyo resultado debe indicar si es correcto o no, seguido de una pantalla en la que aparece brevemente una letra que debe memorizar para su posterior recuerdo. Después de un intervalo variable de 3 a 7 ensayos, en los que el participante ha verificado varias operaciones matemáticas y memorizado un conjunto de letras, se presenta una matriz de 12 letras para que señale con el ratón las letras memorizadas en el mismo orden de presentación. Es preciso obtener al menos un 85% de

verificaciones correctas en el total de ensayos para considerar válidos los resultados en esta tarea. Esta versión automatizada comprende un total de 10 ensayos, 2 ensayos por cada número de letras (3-7) a recordar (variando de forma aleatoria a través de los ensayos el orden del tamaño de las series), por lo que el máximo número de letras que los participantes pueden recordar correctamente es de 50. La Figura 3 representa un ejemplo ilustrativo de un ensayo en el que el participante debe decidir si el resultado de distintas operaciones matemáticas es correcto o incorrecto, mientras simultáneamente trata de recordar secuencialmente las letras que se presentan para reconocerlas posteriormente.



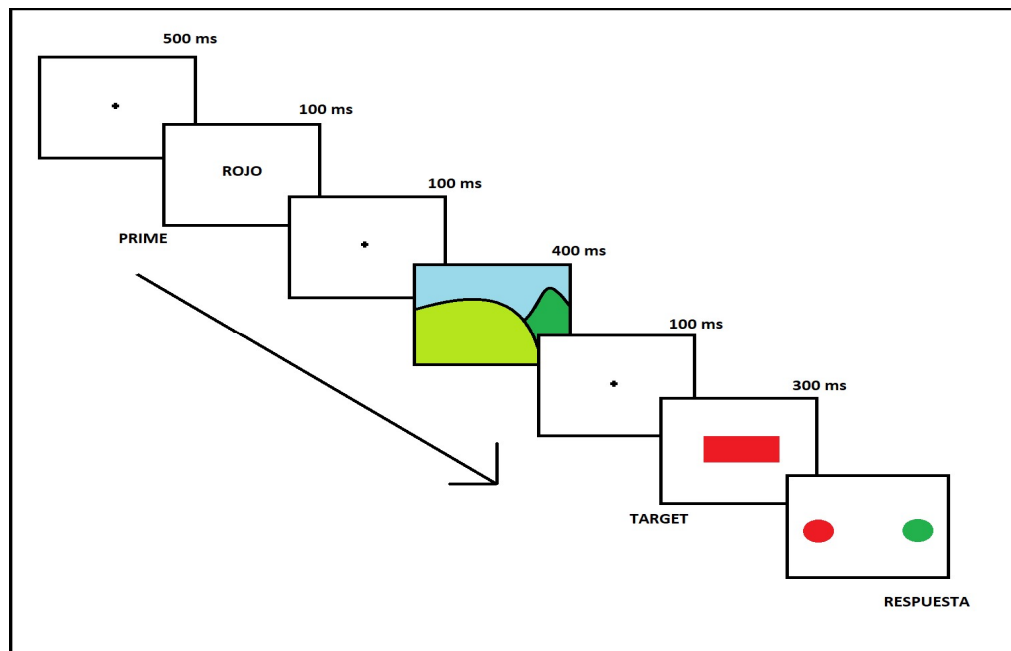
**Figura 3.** Ejemplo de tarea AOSPAN, en la que el participante debe señalar sobre la matriz cada letra memorizada según su orden de aparición (“F” y “P”), mientras decide si el 3 y el 21 son los resultados correctos de las operaciones matemáticas.

#### Tarea priming-Stroop en presencia de distracción visual

Cada ensayo de la tarea comienza con una pantalla en blanco con una cruz en el centro como punto de fijación durante 500 ms con la función de centrar la atención del sujeto. A continuación, se presenta brevemente (100 ms) la palabra prime ‘VERDE’ o ‘ROJO, seguida por una pantalla en blanco con un punto de fijación central durante 100 ms, y por una imagen visual distractora de contenido positivo (la cual debe ser ignorada) durante 400 ms. La imagen es seguida por una nueva pantalla en blanco con un punto de fijación central durante 100 ms, y entonces se presenta el estímulo target durante 300 ms

al que los participantes deben responder, que consiste en un rectángulo de color rojo o color verde (ver Figura 4). Los participantes debían señalar lo antes posible el color del target, pulsando con el índice de la mano izquierda la tecla de la letra "C" (marcada en rojo) si era de ese color y con el índice de la derecha la "M" (marcada en verde) si era verde (se contrabalancearon las teclas de respuesta).

Antes de comenzar la prueba, se informó a los participantes de la proporción diferencial de congruencia entre los pares prime-target, y se les animó a que hicieran uso de dicha información predictiva para optimizar su respuesta al target. En el 20% de los ensayos el color del target y la palabra coinciden (condición congruente), mientras que el 80% de los ensayos restantes hace referencia a colores diferentes prime-target (condición incongruente). Así, una vez identificada la palabra prime, deben prepararse a responder al color opuesto del target, pues los ensayos incongruentes son mucho más frecuentes que los congruentes. Los participantes completaban un bloque de 72 ensayos más el bloque de prácticas de 20 ensayos. Las imágenes se presentan dos veces para contrabalancear los ensayos, empezando por verde y por rojo todas las imágenes, presentándose de manera aleatoria. Dentro del bloque los 72 ensayos se distribuyeron en 58 incongruentes y 14 congruentes. Cada palabra previa y rectángulo de color aparecía el mismo número de veces.



**Figura 4.** Esquema secuencial de eventos de la tarea Stroop en un ensayo congruente entre la palabra previa o prime (“ROJO”) y el target (rectángulo de color rojo).



### 3. Resultados

#### **Tareas de Capacidades Ejecutivas**

##### **Tarea de localización del cambio**

Para estimar la capacidad en memoria de trabajo de los participantes poseen se utiliza el ‘‘índice K’’ (Cowan y cols. 2005) en una de sus variantes, esta variante indica la cantidad de información que se mantiene activa en la memoria inmediata. Al no existir las falsas alarmas en dicha prueba, la puntuación de cada participante se obtiene al multiplicar el porcentaje de aciertos por 4, el número de círculos presentes en cada uno de sus ensayos. El índice K de cada participante oscilaría entre un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 4, correspondiente al 100% de los aciertos. En el presente estudio los participantes mostraron un rendimiento promedio elevado ( $k = 3,015$ ;  $DT = 0,703$ ).

##### **Tarea Antisacada (Prueba de control inhibitorio)**

Al analizar los resultados de dicha tarea se utilizaron medidas de precisión (porcentaje de aciertos, %AC. Las correlaciones más relevantes las encontramos en el bloque ‘Antisacada’, en este bloque es donde obtenemos la información más directa sobre el rendimiento de los participantes en la tarea de control ejecutivo. Obtenemos una media de aciertos muy elevada ( $M = 90,4\%$ ;  $DT = 0,76$ )

##### **Tarea AOSPAN**

El rendimiento promedio de los participantes en la tarea de AOSPAN fue de 18,75 ( $DT = 4,5$ ). Se utilizó la medida total, la cual está compuesta por aquellos ensayos que se realizaron completamente sin fallar ninguna letra. La puntuación máxima posible es 50 (2 ensayos por cada una de las posibilidades, 3, 4, 5, 6 y 7 letras). Aquellos ensayos completados parcialmente no se sumarán a la puntuación total.

Encontramos una correlación marginalmente significativa entre el rendimiento en la tarea AOSPAN y el % Aciertos de los participantes en los ensayos de ‘Antisacada’, ( $r(24) = 0.343$ ,  $p = 0.086$ ). Esto sugiere que una mayor capacidad de MT verbal se asocia a respuestas más precisas en la condición que hemos usado para evaluar la capacidad para inhibir reacciones automáticas (antisacada).

El rendimiento en la tarea AOSPAN también mostró una correlación significativa con el rendimiento de los participantes en la tarea de localización del cambio, ( $r(28) =$

0,391;  $p = 0,048$ ). Esta correlación sugiere que una mayor capacidad de MT verbal es asociada con un mayor rendimiento en tareas de Atención ejecutiva (Localización del cambio).

### **Puntuación Z**

Tomando en cuenta las correlaciones observadas entre las diferentes tareas ejecutivas, calculamos para cada participante una única puntuación normalizada (z) para definir la capacidad ejecutiva y de MT. En esta puntuación tenemos en cuenta el rendimiento promedio en la condición Antisacada, la AOSPAN total y Localización del cambio. Esta medida la utilizamos para posteriormente poder separar a los participantes en dos grupos, Alta Capacidad y Baja Capacidad. En condiciones ideales deberíamos haber utilizado solo el 1º y 4º Cuartil respectivamente, en nuestra investigación no pudimos realizar dicho proceso al no tener sujetos suficientes, por lo tanto, utilizamos la muestra completa (N = 24).

### **Tarea tipo Stroop con distractor visual**

En el análisis de las respuestas de la tarea Stroop, calculamos para cada participante la media en los tiempos de reacción y el porcentaje de error en función de la congruencia prime-target teniendo en cuenta que los distractores visuales son iguales para todos los participantes. En la Tabla 1 aparece la latencia de las respuestas y el porcentaje medio de los errores del total de los sujetos y de los grupos formados al separar gradualmente las puntuaciones Z de cada uno de los sujetos.

**Tabla 1.** – Puntuaciones medias de los tiempos de reacción (TR) en ms, los porcentajes de errores (desviaciones típicas entre paréntesis: DT) para las respuestas de nombrar el color del parche en función del tipo de ensayo (congruentes e incongruentes).

|                         | <b>Tipo de Ensayo</b> |                    |                     |                    |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
|                         | <b>Congruente</b>     |                    | <b>Incongruente</b> |                    |
|                         | <b>TR (ms)</b>        | <b>ERRORES (%)</b> | <b>TR (ms)</b>      | <b>ERRORES (%)</b> |
| <b>GRUPO</b>            | <b>MEDIA (DT)</b>     | <b>MEDIA (DT)</b>  | <b>MEDIA (DT)</b>   | <b>MEDIA (DT)</b>  |
| <b>ALTA CAPACIDAD</b>   | 366 (46)              | 3 (43)             | 331 (35)            | 2 (72)             |
| <b>BAJA CAPACIDAD</b>   | 343 (85)              | 2 (87)             | 370 (75)            | 7 (72)             |
| <b>TOTAL DE SUJETOS</b> | 354 (70)              | 2 (68)             | 351 (62)            | 5 (61)             |

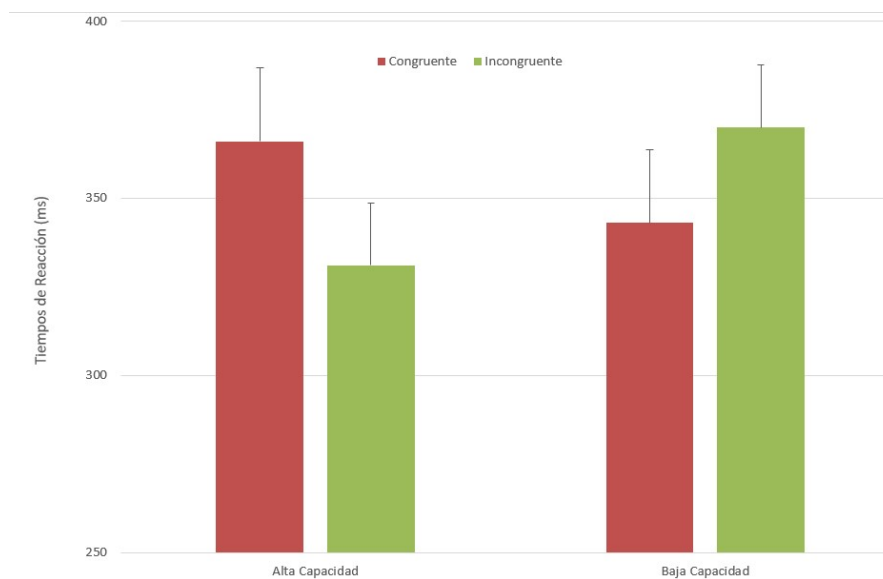
En lo referente al TR se excluyeron del análisis las respuestas incorrectas, así como los ensayos con tiempos de respuesta inferiores a 200ms o superiores a 850ms, pues dichos tiempos de respuestas pueden reflejar anticipaciones o distracciones, respectivamente.

En la Tabla 1 podemos observar cómo los tiempos de reacción de la condición incongruente es levemente menor, lo que nos indica que los sujetos tienen una ligera tendencia hacia el desarrollo de estrategias basadas en expectativas. En primer lugar, realizamos un análisis ANOVA global de los TR en ambas condiciones (congruente-incongruente). El efecto principal de la variable congruencia no fue significativo ( $F < 1$ ). Estos resultados nos indican que no existe efecto estratégico significativo en el global de la muestra.

Basándonos en las tendencias mostradas en la Tabla 1 seguimos analizando los datos, esta vez utilizamos un análisis de covarianza (ANCOVA) para explorar si la ausencia de efecto estratégico era común a la mayoría de los participantes, o podría estar modulado por diferencias individuales en sus capacidades atencionales y de memoria de trabajo. En dicho ANCOVA, al factor Congruencia, añadimos como covariable continua la capacidad de MT de cada participante, reflejada en las puntuaciones Z global (promedio del rendimiento en las tres pruebas empleadas para medir la capacidad atencional de los sujetos). Dicho análisis muestra una interacción entre la congruencia y

la puntuación  $Z$  que es marginalmente significativa [ $F(1, 22) = 3,82$ ;  $p < 0,06$ ;  $n2 = 0.15$ ].

Al ver que existe tendencia para una modulación del efecto estratégico en función de las capacidades atencionales, realizamos un nuevo ANOVA, en él que junto a la variable Congruencia, como factor intrasujeto, añadimos como variable entre-grupos la variable Capacidad de Memoria de Trabajo. Para ello, nuestros participantes fueron divididos en 2 grupos de ALTA y BAJA capacidad (de 12 participantes por grupo), dependiendo de si su puntuación  $z$  global era superior o inferior, respectivamente, a la puntuación  $z$  mediana (ver Ortells y col., 2018, para una estrategia similar). El resultado más relevante obtenido en este nuevo ANOVA fue una interacción significativa entre la congruencia y la capacidad de MT [ $F(1, 22) = 7,26$ ;  $p < 0,013$ ;  $n2 = 0.25$ ], que sugiere que cada uno de los dos grupos de capacidad son influenciados de forma diferente por los distractores visuales introducidos en la prueba tipo Stroop.



**Figura 5.** Tiempos de reacción (TR) en las condiciones Congruente e Incongruente de la tarea Stroop, de los participantes con Alta vs. Baja capacidad de MT (en función de puntuación  $Z$  global).

Para corroborar lo antes mencionado, analizamos dicha interacción explorando las diferencias entre las condiciones congruente e incongruente en cada uno de los grupos por separado a través de una prueba  $t$  para cada uno de los dos grupos. El grupo de Alta capacidad mostraba una inversión estratégica del efecto Stroop, que era marginalmente

significativa, [ $t(11) = 1,8; p < 0,09$ ]. Por el contrario, el grupo de Baja capacidad mostraba un efecto opuesto de interferencia Stroop [ $t(11) = 2,1; p < 0,05$ ].

#### 4. Discusión

Los resultados del presente TFG son relevantes en relación a los objetivos de nuestro estudio. En primer lugar, demuestran que el distractor visual introducido provoca efectos de interferencia similares a los efectos de carga de MT encontrados en trabajos previos, al reducir o eliminar la implementación de estrategias basadas en expectativas. Pero además, la interferencia producida por el distractor visual no parece ser igual en todos los participantes, pues dicha interferencia resultada modulada por sus capacidades de MT. Así, los sujetos con alta capacidad de MT no se ven influenciados, en tanto que parecen capaces de desarrollar perfectamente las estrategias basadas en las expectativas. Pero los participantes con bajas capacidades de MT sí se ven claramente influenciados por dicha distracción, la cual nos les permite desarrollar el procesamiento estratégico y muestran la interferencia Stroop típica de un procesamiento automático (no estratégico) de la información. En definitiva, la presencia de un distractor visual introducido en la tarea tipo Stroop parece funcionar de modo similar a una situación en la que los participantes deben realizar simultáneamente una tarea que demanda una alta carga de MT, como mostraron Ortells y cols. (2017; 2018). Esto nos muestra cómo las personas con bajas capacidades en memoria de trabajo y atención ejecutiva son vulnerables a la exposición de estímulos visuales distractores siempre presentes.

Ante la idea de extender los estudios anteriores sobre estrategias basadas en expectativas, nos surgió la idea de utilizar distractores visuales que funcionaran como estímulos de alta carga de memoria de trabajo. ¿Por qué distractores visuales agradables? Por ser estímulos cargados de significado, de procesamiento rápido y muy difíciles de ignorar. Cuando elaboramos nuestra hipótesis sobre dicho efecto, pensamos que aquellos sujetos con altas puntuaciones en las tareas de control ejecutivo y de memoria de trabajo podrían desarrollar más eficazmente las estrategias basadas en las expectativas, poniendo de manifiesto mejores capacidades para el procesamiento controlado de la información en presencia de información irrelevante distractora.

¿Qué hemos encontrado además de esto? Los sujetos con menores capacidades en memoria de trabajo y atención ejecutiva se ven claramente afectados por dichos

distractores en tanto que no pueden desarrollar un procesamiento controlado de la información que les permita desarrollar eficazmente la puesta en marcha de estrategias basadas en expectativas.

Este patrón es coherente con la teoría que sugiere que la disponibilidad de recursos cognitivos en la MT es esencial para realizar con éxito tareas que implican un procesamiento facilitatorio estratégico basado en expectativas (Hutchison y cols., 2014; Heyman y cols., 2014).

### **Limitaciones y futuras líneas de investigación**

El número de sujetos utilizados es la limitación principal de nuestro estudio. Un mayor número de sujetos nos habrían permitido descartar a aquellos sujetos con capacidades intermedias, los cuales no nos ayudan demasiado en la consecución de nuestro objetivo.

Como medida de comparación y futura línea de investigación, podría ser interesante realizar un estudio similar que incluyera un bloque de ensayos control, sin distractores visuales, el cual nos permita profundizar aún más en el análisis del efecto causado por los mismos, al tener una comparación directa en la cual el efecto del distractor se anula. Además de dicho bloque control, la posible inclusión de diferentes categorías dentro de los distractores visuales (por ejemplo, con contenido emocional negativo) permitirían explorar posibles efectos diferenciales que podrían causar en el procesamiento estratégico distractores con diferente valencia emocional, independientemente de las capacidades atencionales de los participantes.

## 5. 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.
- 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., Ramchurn, A., VanVelzen, J., Bergström, Z., & Bunce, D. (2009). Behavioural and ERP evidence of increased interference in old age. *BrainRes.* 1282, 67–73. doi: 10.1016/j.brainres.2009.05.060.
- De Fockert, J.W., Mizon, G.A., & D'Ubaldo, M.A. (2010). No negative priming without cognitive control. *Journal Experimental Psychology Human.* 36, 1333–1341.
- De Fockert, J.W. (2013). Beyond perceptual load and dilution: a review of the role of working memory in selective attention. *Frontiers Human Neuroscience* Vol 4.
- 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), 145-19.
- Gazzaley, A. (2012). “Top-down modulation deficit in the aging brain: an emerging theory of cognitive aging,” in *Principles of Frontal Lobe Function*, 2nd Edn, eds D. T. Stuss & R.T. Knight (New York, NY: Oxford University Press), 593–608.
- Gazzaley, A., & Nobre, A.C. (2012). Top-down modulation: bridging selective attention and working memory. *Trends Cognitive Science.* 16, 129-136.
- 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. *Journal Cognitive Neuroscience.* 17, 507–517.
- Gazzaley, A., Clapp, W., Kelley, J., McEvoy, K., Knight, R.T., & D'Esposito, M. (2008). Age-related top-down suppression deficit in the early stages of cortical visual memory processing. *Proceedings of the National Academy of Science, U.S.A.* 105, 13122–13126.
- Heyman, T., Van Rensbergen, B., Storms G., Hutchison, K.A., & De Deyne, S. (2014). The influence of Working Memory Load on Semantic Priming. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition*, 41, 911-920.

- Hutchison, K.A., Heap, S.J., Neely, J.H., & Thomas, M.A. (2014). Attentional control and asymmetric associative priming. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition*, 40, 844-856.
- Hutchison, K.A. (2007). Attentional control and the relatedness proportion effect in semantic priming. *Journal Experiment Psychology Learn.* 33, 645-662.
- Johnson, M. K., McMahan, R. P., Robinson, B. M., Harvey, A. N., Hahn, B., Leonard, C. J., Luck, S. J., & 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.
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Hambrick, D. Z., & Engle, R.W. (2007). “Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control”, in *Variation in working memory*, eds. A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake, y J. N. Towse (New York, Oxford University Press), 21-48.
- Kurdi, B., Lozano, S. & Banaji, M.R. *Behavior Research* (2017) 49: 457. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0715-3>.
- Lavie, N., Hirst, A., de Fockert, J.W., & Viding, E. (2004). Load Theory of Selective Attention and Cognitive Control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 339-354.
- Lavie,N., & De Fockert, J.W.(2005).The role of working memory inattentional capture. *Psychology Bulletin Review*, 12, 669–674. doi: 10.3758/BF03196756.
- Mayas, J., Fuentes, JL., & Ballesteros, S. (2012). Stroop interference and negative priming suppression (NP) in normal aging. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 54, 333-338.
- Noguera C, Fernández S, Álvarez D, Carmona E, Marí-Beffa P, & Ortells JJ (2019) The implementation of expectancy-based strategic processes is delayed in normal aging. *PLoS ONE* 14(3): e0214322.
- 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., Álvarez, D., Noguera, C., Carmona, E., & De Fockert, J. W. (2017). The influence of working memory load on expectancy-based strategic processes in the



- stroop-priming task. *Frontier in Psychology*, 8:129. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00129.
- 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.
- Petersen, S.E., & Posner, M.I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review Neuroscience*. 35, 73-89. Doi: 10.1146/annurev-neuro-062111 – 150525.
- Unsworth, Heitz, Schrock, & Engle (2005) An automated version of the operation span task. *Behavior Research Methods*, 37, 498-505.