



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  
Facultad de Psicología

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



FACULTAD DE PSICOLOGÍA



Trabajo Fin de Grado en Psicología

Convocatoria Junio 2018

**Influencia de la carga de memoria de trabajo verbal en  
el priming semántico estratégico basado en  
expectativas**

**Influence of verbal working memory load on  
expectancy-based strategic semantic priming**

**Autor: Laura Martínez López**

**Tutor: Juan José Ortells Rodríguez  
Carmen Noguera Cuenca**

**RESUMEN**

El presente TFG tiene como objetivo investigar si el procesamiento semántico estratégico basado en expectativas puede estar influido por la mayor (o menor) disponibilidad de recursos cognitivos de memoria de trabajo (MT), y si dicha influencia puede estar también modulada por diferencias individuales en capacidades de control ejecutiva. Para ello, los participantes realizan una tarea de priming semántico estratégico con estímulos pictóricos que incluye una mayor proporción (80%) de ensayos prime-target no-relacionados (pertenecientes a diferentes categorías semánticas), que de ensayos relacionados (20%; fuertes asociados de la misma categoría). Dicha tarea se realiza bajo diferentes condiciones de dificultad (alta vs. baja carga) de una tarea de memoria de trabajo concurrente de naturaleza verbal. Previo a la tarea de priming, los participantes realizan también un conjunto adicional de pruebas que evalúan tanto sus capacidades de memoria de trabajo verbal (tarea de amplitud compleja de operaciones aritméticas; Ospan) y visual (tarea de localización del cambio), como sus capacidades de control atencional inhibitorio (tarea antisacada).

Los resultados mostraron una interacción significativa entre la congruencia prime-target y la carga de MT. En la condición de baja carga, encontramos una inversión estratégica del priming semántico (respuestas más rápidas en los ensayos no-relacionados que en los relacionados), efecto que se eliminaba en la condición de alta carga de MT.

Estos hallazgos demuestran que la disponibilidad de los recursos de memoria de trabajo es crucial para implementar acciones estratégicas basadas en expectativas.

Por otro lado, se hicieron estudios sobre las capacidades ejecutivas, estos ponen de manifiesto que, aunque haya correlaciones, las diferencias en dichas capacidades no modulan la tarea de priming.

**Palabras clave:** Carga Memoria de Trabajo, Memoria de Trabajo Verbal, Priming semántico con estímulos pictóricos, Procesos estratégicos basados en expectativas.

**ABSTRACT**

The purpose of this TFG is to investigate whether semantic data processing is based on the expectations that can be influenced by the lower availability of cognitive resources in the working memory (WM) of executive control. For this, the participants perform a task of strategic semantic priming with pictorial stimuli that includes a greater proportion (80%) of non-related prime-target trials (belonging to different semantic categories), than of related trials (20%; of the same category). This task is carried out under different conditions of difficulty (high vs. low load) of a task of memory of concurrent work of a verbal nature. Prior to the priming task, the participants also perform an additional set of tests that evaluate both their verbal WM abilities (task of complex amplitude of arithmetic operations, Ospan) and visual (task of localization of change), as well as their capacities of inhibitory attentional control (anti-seizure task).

The results showed a significant interaction between the prime-target congruency and the WM load. In the low load condition, we found a strategic investment of semantic priming (faster responses in non-related trials than in related ones), an effect that was eliminated in the high load condition of WM.

On the other hand, studies were made on the executive capacities, these show that, although there are correlations, the differences in these capacities do not modulate the task of priming.

**Keywords:** Working memory load, verbal working memory, semantic priming with pictorials stimulus, expectancy-based strategic processes.

## ÍNDICE

1. Introducción.
2. Método.
  - 2.1.Participantes.
  - 2.2.Materiales y Aparatos.
  - 2.3.Diseño y Procedimiento.
3. Resultados.
  - 3.1.Tareas de capacidades ejecutivas.
  - 3.2.Tarea de Priming Semántico.
4. Discusión.
5. Conclusión.
6. Referencias.

## 1.INTRODUCCIÓN

La memoria de trabajo (MT) es el sistema cognitivo que permite a las personas retener y manipular activamente una cantidad limitada de información. La MT desempeña un papel muy importante en el mantenimiento del comportamiento dirigido a metas, en particular cuando éste tiene que llevarse a cabo en presencia de distractores potenciales o de respuestas alternativas que no son adecuadas en el contexto. Para que podamos llegar a tener un comportamiento exitoso dirigido hacia la información relevante para la tarea, tanto los distractores como el objetivo deben permanecer claramente separados en el procesamiento. Se ha propuesto que la MT es esencial en este proceso y específicamente en la atención selectiva, que implica focalizar la atención sobre cierta información o aspectos relevantes para nuestro propósito, mientras se ignoran otros que resultan irrelevantes. Además, se ha sugerido que la atención selectiva requiere tanto un mayor procesamiento de la información relevante, como un bloqueo o inhibición de distractores irrelevantes (Petersen y Posner, 2012).

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

Disponemos actualmente de numerosas pruebas que demuestran la existencia de una estrecha interrelación entre la disponibilidad de recursos de MT y la atención selectiva. Cabe destacar dos líneas de investigación relevantes.

Una primera línea de investigación emplea una metodología de “grupos extremos”, en la que la capacidad de MT de una gran muestra de participantes se evalúa previamente mediante diferentes tareas de memoria de trabajo (v.g., amplitud compleja de operaciones aritméticas o amplitud de simetría), y posteriormente se seleccionan aquellos participantes con puntuaciones extremas en dichas pruebas, como por ejemplo, las ubicadas en el primer y cuarto cuartil, que serían considerados como personal con alta *versus* baja capacidad de MT, respectivamente.

Una vez distribuidos de acuerdo con su capacidad de MT, se explora si ambos grupos muestran un patrón diferencial de ejecución en diferentes tareas de atención selectiva que incluyen información distractora que debe ser ignorada (v.g., tareas tipo Stroop, de flancos o de *priming* negativo). Los resultados de estos estudios muestran que por lo general, las personas con alta capacidad de MT suelen ser más eficaces para ignorar de forma activa y/o bloquear el procesamiento de la información irrelevante, en comparación con las personas con menor capacidad de MT (v.g., Ahmed & de Fockert, 2012; Conway, Tuholski, Shisler, & Engle, 1999; Kane & Engle, 2003; Ortells,

Noguera, Álvarez, Carmona, & Houghton, 2016). En un sentido similar al observado en jóvenes con baja capacidad de MT, también se ha demostrado que las personas mayores suelen ser más lentas y necesitar más tiempo para suprimir el procesamiento de la información irrelevante en tareas de MT y de atención selectiva (Froufe, Cruz, & Sierra, 2009; Mayyas y cols., 2012; Ortells y cols., 2016). Basándose en estos hallazgos, Engel y colaboradores propusieron la Teoría del Control Atencional de la Memoria de Trabajo, según la cual, las diferencias individuales en capacidad de MT reflejarían principalmente variaciones en la habilidad de dominio general de control atencional, (Engle & Kane, 2004; Kane y cols., 2007).

Por otra parte, una segunda línea de investigación que ha aportado pruebas de la relación entre MT y Atención Selectiva, emplea un paradigma de tarea dual que combina una tarea de memoria de trabajo (v.g., memorizar series de números o letras) que demanda mayor o menor “carga mental”, con una tarea de atención selectiva, que requiera inhibir información distractora (v.g., tarea de flancos o tipo Stroop). Con ello se pretende medir la cantidad de interferencia que ejerce un distractor en la tarea atencional dependiendo de la mayor (o menor) carga de la tarea de MT concurrente. Se han realizado numerosos estudios con este tipo de paradigma dual que demuestran que, cuando la carga de MT es alta (v.g., memorizar secuencias de 5 dígitos al azar), los participantes presentan mayor efecto de interferencia de la información distractora en diferentes tareas de atención selectiva (en términos de mayor latencia de respuesta y tasa de precisión), en comparación con condiciones de carga baja de MT, como cuando los participantes tienen que memorizar 5 dígitos iguales o consecutivos (v.g., De Fockert, 2013; De Fockert y cols., 2010; Lavie & De Fockert, 2005). Estos resultados se pueden explicar desde la teoría de la carga atencional propuesta por Lavie y colaboradores, según la cual, una carga alta de memoria reduciría o agotaría los recursos cognitivos disponibles de la MT, que son limitados, y que resultan fundamentales para poder diferenciar la información relevante de la irrelevante. En consecuencia, la respuesta al estímulo objetivo en las tareas atencionales que implican la resolución de un conflicto, sería más susceptible a la influencia de información irrelevante o distractora cuando la carga de MT fuese alta, o en personas de baja capacidad de MT, pues en ambos casos existirían escasos recursos cognitivos disponibles (Lavie, Hirst, de Fockert y Viding, 2004).

Todo lo expuesto anteriormente sobre las dos líneas de investigación, demuestra que la reducción en la disponibilidad de recursos de la MT (v.g., como resultado de una menor capacidad, del envejecimiento, o de una carga alta de MT), se relaciona con una mayor dificultad para bloquear la información irrelevante en tareas de atención selectiva.

#### Desarrollo de estrategias basadas en generación de expectativas

Un tópico mucho menos estudiado por los investigadores es en qué medida la variación en los recursos de MT podría afectar también al procesamiento estratégico facilitatorio, como el basado en el desarrollo de expectativas. Resultados de algunos estudios recientes sugieren que bajo condiciones en las que se instruye a los participantes a utilizar estrategias controladas como la generación de expectativas (v.g., una alta proporción de ensayos en los que el estímulo previo y el objetivo están relacionados), los efectos de *priming* semántico (responder más rápido y/o cometer menos errores cuando los estímulos previo y objetivo están relacionados que cuando no) se reducen significativamente (e incluso se eliminan) cuando la carga de memoria de trabajo es alta, o bien en individuos con baja capacidad de MT (v.g., Heyman, Van Rensbergen, Storms, Hutchison y De Deyne, 2014; Hutchison, Heap, Neely y Thomas, 2014).

Sin embargo, la mayoría de estos estudios ha empleado un paradigma de facilitación convencional, en el que el procesamiento estratégico o controlado (v.g., generación de expectativas) producía el mismo patrón de efectos comportamentales (v.g., facilitación), que el procesamiento automático (v.g., propagación de la activación) de la información, por lo que resulta complicado determinar si los efectos de *priming* de menor magnitud que se han observado 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 bien a una reducción del procesamiento automático del estímulo previo.

Con el fin de subsanar esta posible limitación, algunos investigadores han empleado recientemente paradigmas de *priming* estratégico que permiten obtener efectos cualitativamente diferentes inducidos por el procesamiento controlado *versus* automático de la información. Este es el caso, por ejemplo, del estudio realizado por Ortells, Álvarez, Noguera, Carmona, y de Fockert (2017), en el que utilizaron una tarea secuencial *priming-Stroop* en la que los participantes respondían a un parche de color (verde vs. rojo) que era precedido por una palabra previa (ROJO vs. VERDE), pero los

ensayos incongruentes eran mucho más frecuentes (80%) que los ensayos congruentes (20%) y los participantes conocían esta información al comienzo del experimento. Esta tarea de *priming-Stroop* era intercalada con otra tarea de MT verbal simultánea que demandaba un mayor (o menor) carga mental. Así, la palabra previa de la tarea de *priming-Stroop* era precedida por una secuencia dígitos que los participantes debían memorizar. En un bloque de ensayos dichos dígitos eran todos idénticos (condición de baja carga de MT), mientras que en otro bloque eran secuencias aleatorias de dígitos diferentes (condición de alta carga de MT). Después de responder a estímulo objetivo en dos, tres o cuatro ensayos, aparecía un dígito de la tarea de memoria y los participantes debían contestar si estaba presente o no en la secuencia que habían memorizado previamente.

El resultado más relevante del estudio de Ortells y cols. (2017) fue una interacción significativa entre las variables congruencia previo-objetivo y la carga de MT. Así, se encontró una inversión estratégica significativa del efecto Stroop (respuestas más rápidas en los ensayos incongruentes que en los congruentes) bajo condiciones de baja carga de MT. Pero aparecía un efecto opuesto de interferencia Stroop (respuestas más lentas en los ensayos incongruentes) bajo condiciones de alta carga de MT. Estos resultados demostrarían que la disponibilidad de recursos cognitivos en la MT parece crucial también para realizar con éxito tareas que implican un procesamiento facilitatorio estratégico basado en expectativas (Hutchison y cols., 2014; Heyman y cols., 2014).

#### Objetivos del presente estudio

En este contexto se va a desarrollar el presente estudio, cuyo **primer y fundamental objetivo** es tratar de replicar y extender la relación entre MT y estrategias facilitatorias observada en el estudio de Ortells y cols. (2017), pero empleando otra tarea de *priming* estratégico alternativa a la tarea Stroop, que hace uso de un mayor número estímulos diferentes y demanda un procesamiento de alto nivel (semántico) de la información. Se trata de una tarea de *priming* semántico con material pictórico (que suele inducir un acceso relativamente directo e inmediato al significado), que incluiría también una mayor proporción de ensayos no-relacionados (incongruentes) que de ensayos relacionados (congruentes). Esta proporción diferencial de ambos tipos de ensayos nos permitiría observar efectos de *priming* semántico cualitativamente diferentes (de signo opuesto) bajo condiciones que inducen un procesamiento

estratégico o no-estratégico (automático) de la información (v.g., Ortells, Frings & Plaza-Ayllón, 2012; Ortells, Mari-Beffa & Plaza-Ayllón, 2013).

Y, al igual que en el estudio de Ortells y cols. (2017), los participantes realizarán simultáneamente con la tarea de *priming* semántico, una tarea verbal de memoria que demanda una alta o baja carga, para explorar precisamente la influencia del tipo de carga de memoria sobre el efecto de *priming* semántico en una tarea de categorización, esto es, sobre la capacidad de los participantes para adoptar estrategias basadas en la generación de expectativas. De acuerdo con los resultados de investigaciones previas (Hutchison y cols., 2014; Heyman y cols., 2014; Ortells y cols., 2017), y en la medida en que la manipulación de la carga de MT resulte efectiva en esta nueva tarea de *priming*, esperamos observar un efecto de *priming* inverso o estratégico (menor latencia y/o incremento de la tasa de error en ensayos no relacionados) en condiciones de baja carga de memoria, pero no en condiciones de alta carga de memoria.

Por otra parte, es importante precisar que si bien Ortells y cols. (2017) encontraron una inversión estratégica significativa del efecto Stroop en condiciones de baja carga de MT, no todos los participantes mostraron dicho efecto estratégico. Así, en un tercio de los participantes (9 de los 26) se observó un efecto opuesto de interferencia Stroop incluso bajo condiciones de baja carga de MT (Ortells, comunicación personal, Marzo 2018).

Este patrón de diferencias individuales respecto a la obtención o no de efectos estratégicos basados en expectativas, resulta similar a las diferencias observadas por Froufe, Cruz y Sierra (2009) entre adultos jóvenes y grupos de mayores con y sin demencia de Alzheimer. En este estudio los participantes realizaban una única tarea secuencial Stroop similar a la de Ortells y cols. (2017). Los resultados mostraron una inversión estratégica del efecto Stroop de los jóvenes (daban respuestas más rápidas en los ensayos incongruentes que en los congruentes) y un efecto opuesto de interferencia estándar Stroop en los mayores con Alzheimer, y un Stroop inverso no significativo en los mayores sin Alzheimer. Sin embargo, el grupo de mayores sin demencia no mostró efectos estratégicos ni automáticos significativos. No obstante, en ninguno de estos estudios se evaluaron las capacidades de control ejecutivo de los participantes. Sin embargo es importante evaluarlas ya que, como señalan Etchepareborda y Abad-Mas (2005), la memoria de trabajo participa en el control ejecutivo y hace referencia al mecanismo de procesamiento de la información.

En consecuencia, un **segundo objetivo** relevante para la presente investigación

fue explorar si la influencia de carga de MT en el procesamiento estratégico basado en expectativas podía resultar a su vez modulada por diferencias individuales en las capacidades de MT y de control ejecutivo de los participantes.

Por ello, y antes de llevar a cabo la tarea conjunta de *priming* semántico pictórico y MT verbal, todos los participantes realizaron tres tareas adicionales para evaluar su capacidad de control ejecutivo. La primera de ellas fue 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). La segunda fue la tarea de localización del cambio visual, que permite estimar la capacidad de almacenamiento y retención de información visual en la memoria inmediata (Johnson y cols, 2013). Y, finalmente, se administró la denominada tarea antisacada que permite evaluar la capacidad de control atencional inhibitorio (Kane, Bleckley, Conway, y Engle, 2001).

## **2. MÉTODO**

### **2.1. Participantes**

En la presente investigación participaron 30 estudiantes voluntarios del Grado de Psicología de la Universidad de Almería, de los cuales 17 eran mujeres, en una sesión experimental a cambio de dos créditos de curso. La mayoría de ellos eran diestros (90%) y sus edades estaban comprendidas entre los 18 y los 43 años (edad promedio= 30,5). Los participantes tenían visión normal o corregida a normal en el momento de realizar las pruebas y todos ellos firmaron un protocolo de consentimiento informado previo a la realización de la investigación, que fue llevada a cabo de acuerdo con la normativa de bioética de la Universidad de Almería y la Declaración de Helsinki.

### **2.2. Instrumentos y Materiales**

El experimento se llevó a cabo en cabinas de investigación individual poco iluminadas, para favorecer la concentración y mejor visionado de los estímulos, del laboratorio de Psicología Básica. Todas las tareas experimentales se realizaron en ordenadores PC con monitores de 17 pulgadas (situados a una distancia aproximada del participante de 60 cm) con una resolución de 640 x 480 y sincronizado con la tasa de

refresco de pantalla (16,67 ms; 60Hz). Las respuestas se registraron usando un teclado y un ratón estándares. 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, Pittsburg, PA, USA).

En la tarea antisacada se presentaban las letras “O” y “Q” (fuente Courier new, de tamaño 22) con un ángulo visual de  $0,86^\circ$  de alto y  $0,43^\circ$  de ancho y una máscara de patrón formada por 3 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 eran 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.

Para la tarea AOSPAN las letras que debían memorizar se presentan durante 800 ms en todas las condiciones experimentales. 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 tarea de localización del cambio visual se presentaron conjuntos de cuatro círculos de colores distintos 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 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  $8,83^\circ$ .

Por último, en la tarea de priming semántico estratégico con dibujos como primer estímulo aparece un conjunto de 5 dígitos que, tras un punto de fijación (+), van seguidos de dos dibujos. Los dibujos utilizados son lineales y se dividen en dos categorías: 8 animales y 8 objetos inanimados. Para cada participante y bloque de ensayos, cada imagen apareció cinco veces como estímulo previo o *prime* y 5 veces como *target*. Cada imagen principal se combinó con cinco imágenes objetivo diferentes: una combinación estaba fuertemente relacionada (congruente), y cuatro veces eran imágenes de la categoría semántica opuesta (incongruente). Estos estímulos son negros y se presentan en un fondo blanco, con sus dimensiones que van desde  $1,92^\circ$  a  $3,36^\circ$  (altura), y desde  $1,92^\circ$  a  $5,76^\circ$  (ancho).

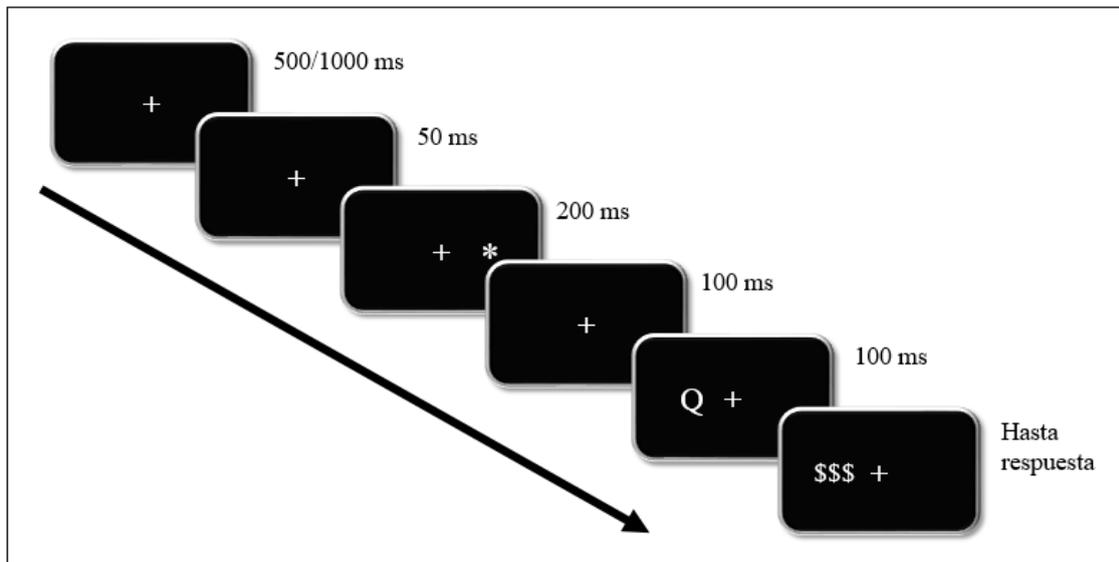
### 2.3. Diseño y Procedimiento

Para administrarle las tareas a los sujetos, se les hacía pasar a una sala del Laboratorio de Psicología Básica de la Universidad de Almería, habiéndole explicado brevemente las instrucciones de cada tarea con anterioridad.

La primera tarea administrada fue la tarea Aospan, la segunda fue la tarea de localización del cambio visual, la tercera fue la tarea Antisacada y, por último, se les administró la tarea de Priming Estratégico.

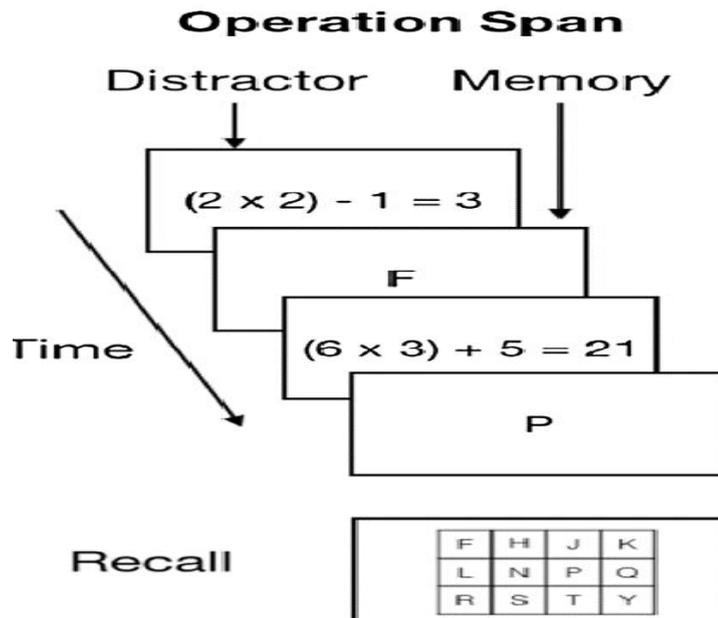
- Tarea Antisacada: Cada ensayo comenzaba con una pantalla en blanco durante 400 ms, seguida por un punto de fijación central (“+”) con una duración variable de entre 500 y 1000 ms. Transcurridos 50 ms desde que desaparecía la fijación, aparecía una “señal atencional” (un asterisco) a la izquierda o derecha de la fijación durante 200 ms, seguida por una pantalla en blanco de 100 ms. A continuación, se presentaba una letra (“O” ó “Q”) durante 100 ms bien en la misma localización que el asterisco (Bloque de ensayos “prosacada”) bien en la localización opuesta (Bloque de ensayos “antisacada”), seguida por una máscara de patrón (\$\$\$) que permanecía en la pantalla hasta que el participante daba su respuesta, pulsando las teclas “Q” y “O” del teclado (ver Figura 1).

La sesión constaba de 128 ensayos distribuidos en dos bloques de 64 ensayos, un bloque antisacada y otro bloque prosacada, cada bloque estaba constituido por 16 ensayos de práctica (en los cuales aparecía únicamente el punto de fijación, la letra y la máscara en el centro de la pantalla, con el fin de familiarizar a los participantes con las teclas de respuesta y el procedimiento) y 48 ensayos experimentales. En los ensayos experimentales la letra “O” aparecía el 50% de los ensayos y la letra “Q” el porcentaje restante, si bien la presentación de una u otra se hacía de forma aleatoria. De los 24 ensayos con cada letra, en 12 ensayos aparecían a la izquierda de la fijación y en los otros 12 a la derecha de la fijación. A los participantes se les informaba del tipo de bloque de ensayos (prosacada vs, antisacada) que iban a realizar antes de comenzar el mismo, para que hiciesen uso de esta información y se preparasen para responder de una u otra forma.



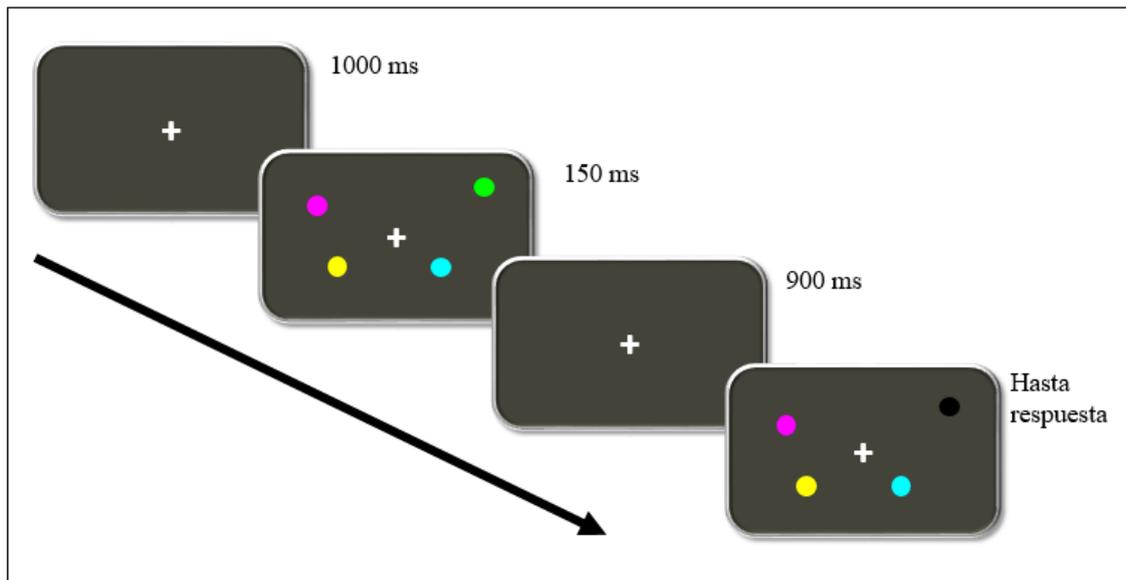
**FIGURA 1.** Ejemplo de secuencia de un ensayo antisacada, en la que el participante debe pulsar la tecla “Q”, en caso de detectar dicha letra objetivo.

- Tarea AOSPAN: Antes de comenzar el bloque experimental, los participantes realizan un bloque de ensayos de práctica en el que primero llevan a cabo una tarea de span de letras, después practican con la tarea de resolver operaciones matemáticas y en un tercer bloque se presentan ambas tareas. Durante el bloque de prácticas, el ordenador calcula el tiempo promedio que requiere cada participante para resolver la operación matemática (más una desviación típica de 2.5), de manera que si supera dicho tiempo en el bloque experimental, se considerará ese ensayo como error. De esta forma, se evita que los participantes se centren solamente en repasar las letras y no en resolver también tales operaciones. En general, este procedimiento requiere resolver operaciones matemáticas sencillas, mientras se memoriza una serie de ítems no relacionados. Por ejemplo, en un ensayo al participante se le muestra la operación “ $(3 \times 1) - 1$ ” durante 500 ms y, a continuación, aparece un dígito (por ejemplo, un “6”) de manera que se le pide que indique pulsando en “si” o “no” es el resultado correcto de dicha operación. Después se presenta una letra (por ejemplo, la “F”) durante 800 ms que debe tratar de memorizar. Tras un conjunto variable de 3 a 7 ensayos, se presenta en pantalla una matriz de letras con una casilla vacía al lado de cada letra, para que el participante escriba el número de aparición (1º, 2º...) de cada letra memorizada (ver Figura 2).



**FIGURA 2.** Ejemplo de secuencia simplificada de un ensayo de la tarea AOSPAN, en la que el participante debe pinchar con el ratón cada letra según el orden de aparición, después de memorizar la letra “F” y la letra “P” y decidir si (o no) el 3 y el 21 son los resultados correctos de las operaciones anteriores.

- Tarea de localización del cambio visual: Los ensayos comenzaban con un punto de fijación en el centro de la pantalla durante 1000 ms (el cual permanecía en pantalla durante todo el ensayo), seguido por un conjunto de 4 círculos, cada uno de un color distinto, que se presentaban alrededor del punto de fijación (en cada uno de los 4 cuadrantes en los que se dividió la pantalla), durante 150 ms. Después de una pantalla en blanco de 900 ms, volvían a aparecer los 4 círculos, en las mismas posiciones anteriores, pero uno de ellos había cambiado de color (ver Figura 3 ). Los participantes tenían que indicar la localización del círculo cuyo color había cambiado, usando para ello el ratón. La tarea comenzaba con un bloque de 12 ensayos de prácticas, seguido por 64 ensayos experimentales agrupados en dos bloques consecutivos de 32 ensayos cada uno, con una pantalla de descanso entre ambos. En cada ensayo variaba de forma aleatoria tanto el color y la posición de los círculos en cada cuadrante, como el color y posición del círculo que cambiaba de color en el segundo conjunto de 4 círculos. Se informó a los participantes de que no se tenía en cuenta el tiempo de reacción y que siempre debían elegir uno, aunque creyeran que no lo habían visto; mientras no hubiese respuesta, la matriz seguiría visible.

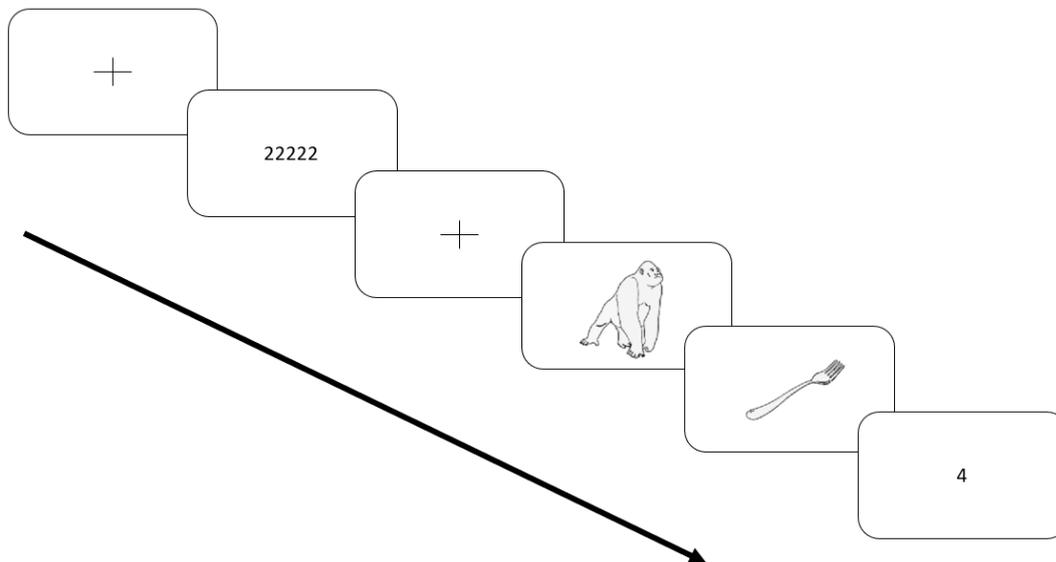


**FIGURA 3.** Ejemplo de secuencia de un ensayo de la tarea de Cambio Visual, en la cual ha cambiado de color el círculo superior derecho de la segunda pantalla (negro), con respecto a la primera pantalla (en verde).

- Tarea de Priming Semántico: Los participantes realizan una tarea de categorización semántica (v.g., animado vs. inanimado) ante un dibujo *target* que aparece en una pantalla en blanco precedido por otro dibujo previo (*prime*), que en un reducido número de ensayos (20%) hace referencia a un fuerte asociado semántico de la misma categoría (ensayos relacionados o congruentes), mientras que en el resto de ensayos (80%), hace referencia a un ejemplar de la categoría opuesta (ensayos no relaciones o incongruentes). Los participantes deberán responder con el teclado al segundo dibujo (*target*), si este dibujo pertenece a la categoría inanimado deberá pinchar la tecla “M”, mientras que si pertenece a la categoría animal deberá de pinchar la tecla “N”.

Al igual que en el estudio de Ortells y cols. (2017), los participantes realizan dicha tarea de *priming* semántico con una tarea de MT verbal que demanda una alta o baja carga. En un bloque de ensayos, el dibujo *prime* es precedido por un conjunto de 5 dígitos idénticos (v.g., 55555) que los participantes deben memorizar, mientras que en otro bloque, precediendo al dibujo *prime* habría una serie aleatoria de 5 dígitos diferentes (v.g., 84692). Siendo así un ensayo de baja carga y el otro de alta carga respectivamente. A continuación, tras haber realizado 4 ensayos de *priming* (incongruente o congruente) aparece un dígito de prueba y los participantes deben indicar si dicho dígito estaba presente en la

serie mostrada con anterioridad. La forma de indicarlo será también con el teclado, si ese dígito se encontraba en la secuencia anterior deberá pinchar la tecla “1”, mientras que si el dígito no aparecía en esa secuencia deberá pinchar la tecla “2”.



**FIGURA 4.** Ejemplo de secuencia simplificada de un ensayo de la tarea Priming Semántico en la que el participante debe memorizar la secuencia de números y responder al ensayo de *priming* pinchando la tecla “M” ya que el dibujo *target* es un objeto inanimado y, por último, ante el dígito debe pinchar “2” ya que no se encontraba en la secuencia a memorizar.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Tareas de Capacidades Ejecutivas

##### A) Tarea Antisacada

En el análisis de los resultados de la tarea antisacada se utilizaron tanto medidas de precisión (porcentaje de aciertos, AC) como de velocidad de las respuestas (tiempo de reacción, TR).

Las correlaciones más relevantes entre las tareas de MT y la tarea antisacada las encontramos en la condición antisacada, que es la que supuestamente refleja de forma más directa la capacidad de control ejecutivo. En este sentido, el rendimiento de los participantes en la tarea de MT visual (localización del cambio) mostró correlaciones significativas tanto su rendimiento en el bloque de ensayos “antisacada” (no en el

bloque prosacada), tanto en el porcentaje de aciertos ( $r(30) = 0.421$ ,  $p = 0.021$ ), como en los tiempos de reacción ( $r(30) = -0.37$ ,  $p = 0.047$ ), lo que demuestra que una mayor capacidad de MT se asocia a respuestas más rápidas y más precisas en la condición antisacada. Una correlación similar se observó entre el rendimiento de los participantes en la tarea *ospan*, evaluado con el sistema de puntuación parcial ( $M = 31.7$ ;  $DT = 8.15$ ), y los tiempos de reacción en la condición antisacada ( $r(30) = -0.42$ ,  $p = 0.019$ ), que demuestra de nuevo que una mayor capacidad de MT verbal se asocia a respuestas más rápidas en la condición que supuestamente evalúa la capacidad para inhibir reacciones automáticas (antisacada). Teniendo en cuenta las relaciones observadas entre las diferentes tareas ejecutivas, para cada participante calculamos una única puntuación normalizada ( $z$ ) de capacidad ejecutiva que tiene en consideración su rendimiento promedio en la condición antisacada, así como en las dos tareas de capacidad de MT (visual y verbal).

## **B) Tarea Aospan**

Varios investigadores han recomendado recientemente el uso del método de puntuación parcial, en lugar de la puntuación absoluta (*ospan score*) obtenida por los participantes, para analizar el rendimiento en este tipo de tareas de amplitud compleja de MT (v.g., Ortells y cols., 2016; Redick y cols., 2012). La puntuación parcial reflejaría la suma de todos los elementos recuperados en cada ensayo, con independencia de si el participante logró recordar correctamente o no todos los elementos presentados en dicho ensayo. Es decir, si en un ensayo en el que se presentan 5 letras para memorizar, el participante recuerda correctamente “3”, recibirá una puntuación parcial de 3, mientras que con el método convencional de puntuación absoluta, la puntuación recibida en dicho ensayo sería de “0” (al no lograr recordar bien las 5 letras). Se ha sugerido que, en comparación con la puntuación absoluta, el método de calificación “parcial” muestra mayor fiabilidad test-retest, una consistencia interna más alta y mayores correlaciones entre diferentes tareas de amplitud compleja de MT. En consecuencia, en nuestro estudio empleamos las puntuaciones parciales en la tarea *ospan* para evaluar la capacidad de memoria de trabajo de cada participante.

### C) Tarea de localización del cambio

Para estimar la capacidad de memoria de trabajo de los participantes empleamos una variante del denominado “índice K” (Cowan et al. 2005), 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 que 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 de 0 y un valor máximo de 4, que correspondería a un 100% de aciertos. En nuestra investigación, los participantes mostraron un rendimiento promedio en esta tarea relativamente alto ( $k = 3.04$ ;  $DT = 0.46$ ).

## 3.2. Tarea de carga de MT y de Priming Semántico

Los análisis de las respuestas de los participantes al dígito de prueba en la tarea de MT verbal, demuestra que la manipulación de la carga (alta vs. baja) en dicha tarea fue efectiva. Los tiempos medios correctos de respuesta al dígito de prueba fueron significativamente más rápidos en la condición de baja carga de MT ( $M = 1431$  ms) que en la condición de alta carga de MT [ $M = 1877$  ms;  $t(29) = 3,5$ ,  $p = 0.002$ ]. Los porcentajes de aciertos también eran significativamente mayores en la condición de carga baja ( $M = 0,95$ ) que en la de alta carga de MT [ $M = 0,89$ ;  $t(29) = 2,98$ ,  $p = 0.006$ ].

Para el análisis de las respuestas en la tarea de *Priming* estratégico, calculamos para cada participante la media de los tiempos de reacción y porcentaje de error en función de la congruencia *prime-target* y el tipo de carga de memoria (ver Tabla 1). Sobre dichas puntuaciones realizamos análisis de varianza (ANOVAs) de medidas repetidas 2 x 2 considerando como variables intra-sujeto tanto la carga de memoria de trabajo (Baja vs. Alta carga) como la congruencia estímulo previo-objetivo (Congruente vs. Incongruente). En estos análisis se excluyeron aquellos ensayos en los que la respuesta al target (de la tarea de categorización) fue incorrecta (1.8%), y aquellos con TRs inferiores a 200 ms o superiores a 2.5 desviaciones típicas de la media global. Se

excluyeron también los ensayos en los que la respuesta en la prueba de memoria había sido incorrecta.

**Tabla 1.** Medias de los Tiempos de Reacción (en ms) y porcentajes de errores (%) en función de la carga de la tarea de memoria de trabajo (Alta vs. Baja carga) y la Relación entre los dibujos *prime* y *target* (Relación vs. No-Relación) en la tarea de *priming* semántico con dibujos (desviaciones típicas entre paréntesis).

	Relación Prime-Target	
	Congruente	Incongruente
<b>Carga de Memoria de Trabajo</b>		
<b>Baja Carga</b>	642.6 (144.1)	596.2 (110.1)
	7.5 (9.2)	2.4 (4.3)
<b>Alta Carga</b>	610.9 (127.4)	600 (127.2)
	5 (10.7)	3.8 (4.5)

El ANOVA sobre los TRs mostró un efecto principal significativo de la variables congruencia *prime-target* ( $F(1, 29) = 8.53, p = 0.007, \eta^2 = 0.227$ ). También se observó una interacción significativa entre carga de MT y congruencia *prime-target* ( $F(1, 29) = 5.24, p = 0.03, \eta^2 = 0.153$ ). El análisis de dicha interacción, mostró una inversión estratégica significativa del *priming* semántico cuando esta tarea se realizó bajo una baja carga de MT verbal ( $t(29) = 3.67, p = 0.001$ ), que demuestra que los participantes daban respuestas más rápidas en los ensayos incongruentes (596 ms) que en los congruentes (643 ms). Sin embargo, dicho efecto estratégico se eliminó en la

condición de alta carga de MT, pues en este caso no existían diferencias significativas entre los ensayos incongruentes (600 ms) y congruentes (611 ms;  $t < 1$ ).

El ANOVA sobre el porcentaje de errores un patrón de resultados similar, es decir, un efecto principal significativo de la variable congruencia ( $F(1, 29) = 5.36$ ,  $p = 0.028$ ,  $\eta^2 = 0.156$ ), así como una interacción significativa entre carga de MT y congruencia *prime-target* ( $F(1, 29) = 4.30$ ,  $p = 0.047$ ,  $\eta^2 = 0.13$ ). El análisis de dicha interacción, mostró de nuevo una inversión estratégica significativa del priming en la condición de baja carga ( $t(29) = 3.16$ ,  $p = 0.004$ ), que indica que los errores son mayores en los ensayos congruentes (7.5%) que en los incongruentes (2.4%). Sin embargo, en la condición de alta carga, aun siendo los errores mayores en los ensayos congruentes (5%) que en los incongruentes (3.8%), dicha diferencia no es significativa ( $t < 1$ ). Además, el análisis del efecto principal significativo de la variable congruencia da unos resultados que concuerdan con el tiempo de reacción, ya que podemos ver que cuando hay más errores (7.5% y 5%) hay un mayor tiempo de reacción (642.6 ms y 610.9 ms) (ensayos congruentes) y, por otro lado, cuando estos errores disminuyen (2.4% y 3.8%) también es más bajo el tiempo de reacción (596.2 ms y 600 ms) (ensayos incongruentes). Esto nos demuestra que los participantes contestaron con coherencia en cada ensayo.

Para explorar si la influencia de la carga de MT verbal en el priming estratégico podía ser modulada por diferencias individuales en las capacidades ejecutivas de los participantes, realizamos un análisis de covarianza (ANCOVA), en el que además de la carga de MT y la congruencia *prime-target* como factores intra-sujetos, incluimos la capacidad ejecutiva promedio de cada participante (puntuación  $z$  promedio en las tareas visual y verbal de MT y antisacada) como una variable continua. Los resultados de este ANCOVA mostraron que las capacidades ejecutivas de los participantes no modulaban los efectos de *priming* observados bajo las diferentes condiciones de carga (alta vs. baja) de MT, como lo demuestra la ausencia de una interacción significativa entre los tres factores ( $F < 1$ ). Así, aunque encontramos correlaciones entre las diferentes tareas de capacidades ejecutivas, no encontramos ninguna evidencia de que las diferencias individuales en dichas capacidades ejecutivas modulen la influencia de la carga de MT en el *priming* estratégico.

## 4. DISCUSIÓN

Nuestro estudio tuvo como objetivo examinar si la carga de MT desempeña un papel en el control de las estrategias facilitatorias. Usando una tarea de *priming* semántico con material pictórico, descubrimos que la capacidad de los participantes de utilizar estratégicamente la información de probabilidad de la naturaleza de los próximos eventos de tareas se ve afectada significativamente cuando la MT está “cargada” por otra tarea no relacionada. Los participantes utilizaron con éxito el conocimiento de que los emparejamientos incongruentes eran mucho más probables que los emparejamientos congruentes, por lo que contestaron de manera significativamente más rápida en los ensayos incongruentes que los congruentes.

Los análisis de las respuestas de los participantes al *target* en la tarea de memoria de trabajo verbal confirman que nuestra manipulación de la carga de memoria fue efectiva. Cuando la carga de memoria de trabajo es baja, porque la tarea es fácil, los participantes son capaces de generar estrategias basadas en expectativas, es decir, se preparan para responder ante ensayos incongruentes, ya que la probabilidad de aparición de estos ensayos es mucho mayor. Esto dio lugar a la observación de un efecto estratégico o a un efecto de interferencia invertido en la tarea de *priming*, similar al observado por Ortells y cols (2017) con la tarea de Stroop. Por el contrario, y a diferencia de lo que obtuvieron Ortells y cols (2017), en condiciones de alta carga de memoria verbal la ejecución entre ambos tipos de ensayos fue similar, es decir, los participantes no pueden poner en marcha estrategias basadas en expectativas, o al menos no de forma eficaz, porque requieren recursos cognitivos de la memoria de trabajo, que se encuentra “ocupada” con la tarea de memoria verbal que también requiere recursos cognitivos y éstos son limitados. Este patrón es coherente con la teoría de 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).

Los resultados demuestran que, tanto en baja como en alta carga, los participantes tardan menos y cometen menos errores en los ensayos incongruentes. Esto quiere decir que los participantes procesan el *prime* y son conscientes de que hay más posibilidades de que tras él aparezca un *target* no relacionado. Esto quiere decir que los participantes poseen la capacidad para adoptar buenas estrategias basadas en la generación de expectativas y se observan un efecto de *priming* inverso o estratégico, es decir, menor latencia y/o incremento de la tasa de error en ensayos no relacionados, en

la condición de baja carga es cuando más se nota este efecto, aunque también ocurre en la condición de alta carga, pero sin tanta significación.

## 5. CONCLUSIÓN

Los datos del presente estudio demuestran la importancia de la capacidad de la memoria de trabajo y los recursos cognitivos disponibles para afrontar con éxito tareas que exigen alta demanda de los mismos.

Nos hace ver lo relevantes que son las expectativas en nuestra memoria de trabajo y, sobre todo, en nuestras vidas. Además, comprobamos que estas expectativas son moldeables, dependiendo de la información que nos proporcionen.

## 6. REFERENCIAS

- Ahmed, L., & De Fockert, J. (2012). Focusing on Attention: The Effects of Working Memory Capacity and Load on Selective Attention. *Plos one*, 1-11. Obtenido de <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0043101>
- Conway, A., Tuholsky, S., Shisler, R., & Engle, R. (1999). The effect of memory load on negative priming: an individual differences investigation. *Memory & Cognition*, 1042-1050. Obtenido de <http://englelab.gatech.edu/1999/the-effect-of-memory-load-on-negative-priming.pdf>
- Cowan, C., Atienza, J., Melton, D., & Eggan, K. (2005). Nuclear reprogramming of somatic cells after fusion with human embryonic stem cells. *Science*, 1369-1373. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16123299>
- De Fockert, J. (2013). Beyond perceptual load and dilution: a review of the role of working memory in selective attention. *Frontiers in psychology*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3659333/>
- Engle, R., & Kane, M. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. *The psychology of learning and motivation*, 145-199. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/66cb/4e29fc3dd377c0f601b09709871e2db6aa0b.pdf>
- Etchepareborda, M., & Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista de Neurología*. Obtenido de <https://www.neurologia.com/articulo/2005078>
- Fockert, J., Mizon, G., & D'Ubaldo, M. (2010). No negative priming without cognitive control. *Journal of experimental psychology*, 1333-1341. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20854003>

- Froufe, M., Cruz, I., & Sierra, B. (2009). Función ejecutiva en personas mayores con y sin Alzheimer: Actuación estratégica basada en expectativas. *Psicológica*, 119-135. Obtenido de <https://www.uv.es/revispsi/articulos1.09/6FROUFE.pdf>
- Heyman, T., Van Rensbergen, B., Storms, G., Hutchison, K., & De Deyne, S. (2014). The influence of working memory load on semantic priming. *Journal of experimental psychology*, 911-920. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25329088>
- Hutchison, K., Heap, S., Neely, J., & Thomas, M. (2014). Attentional control and asymmetric associative priming. *Journal of experimental psychology*, 844-856. Obtenido de <http://www.montana.edu/khutchison/documents/hutchetal2014.pdf>
- Johnson, A., Wu, R., Peetz, M., Gygi, S., & Moazed, D. (2013). Heterochromatic gene silencing by activator interference and a transcription elongation barrier. *Research support N.I.H.* Obtenido de <https://www.yeastgenome.org/reference/S000154802>
- Kane, M., & Engle, R. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: the contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Revista de investigación en salud pública*, 47-70. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12656297>
- Kane, M., Bleckley, M., Conway, A., & Engle, R. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of experimental psychology*, 169-183. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11409097>
- Kane, M., Conway, A., Hambrick, D., & Engle, R. (2007). Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. *Variation in working memory*, 21-48. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17470218.2011.597865?src=recsys&journalCode=pqje20>
- Lavie, N., & De Fockert, J. (2005). The role of working memory in attentional capture. *EDU-PSYCHO*, 669-674. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16447380>
- Lavie, N., Hirst, A., De Fockert, J., & Viding, E. (2004). Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of experimental psychology*, 339-354. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15355143>
- Mayyas, A., Omar, M., Qattawi, A., & Shan, D. (2012). Design for sustainability in automotive industry: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/254409810\\_Design\\_for\\_sustainability\\_in\\_automotive\\_industry\\_A\\_comprehensive\\_review](https://www.researchgate.net/publication/254409810_Design_for_sustainability_in_automotive_industry_A_comprehensive_review)
- Ortells, J., Álvarez, D., Noguera, C., Carmona, E., & De Fockert, J. (2017). The influence of working memory load on expectancy-based strategic processes in the stroop-priming

- task. *Journal of experimental psychology*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5285375/>
- Ortells, J., Frings, C., & Paza-Ayllon, V. (2012). Influence of spatial attention on conscious and unconscious word priming. *Conscious*, 117-138. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22115727>
- Ortells, J., Mari-Beffa, P., & Plaza-Ayllon, V. (Marzo de 2013). Unconscious congruency priming from unpracticed words is modulated by prime-target semantic relatedness. *Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition*, págs. 394-413. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1008766>
- Ortells, J., Noguera, C., Álvarez, D., Carmona, E., & Houghton, G. (2016). Individual Differences in Working Memory Capacity Modulates Semantic Negative Priming from Single Prime Words. *Revista de investigación en salud pública*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27621716>
- Petersen, S., & Posner, M. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Revista de investigación en salud pública*, 73-89. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3413263/>
- Redick, T., Shipstead, Z., Harrison, T., Hicks, K., Fried, D., Hambrick, D., . . . Engle, R. (2013). No evidence of intelligence improvement after working memory training: a randomized, placebo-controlled study. *Journal of experimental psychology*, 359-379. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22708717>
- Unsworth, N., Heitz, R., Schrock, J., & Engle, R. (2004). An automated version of the operation span task. *Behavior research methods*, 498-505. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.3758/BF03192720>