

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



FACULTAD DE PSICOLOGÍA



Trabajo Fin de Grado en Psicología

Convocatoria Junio 2016

**Memoria de trabajo y mecanismos duales de control cognitivo en
jóvenes adultos y mayores**

**Working memory and dual mechanisms of cognitive control
in young adults and healthy elderly**

Autor/a: Jonathan Páez Sogamoso

Tutor/a: María del Carmen Noguera Cuenca

Índice:

1. Introducción	4
1.1 Concepto trabajo memoria	4
1.2 Control proactivo y reactivo: distintas estrategias	5
2. Objetivos	7
3. Método	8
3.1 Participantes	8
3.2 Tareas y materiales	9
3.2.1 Tarea AX-CPT	9
3.2.2 Tarea detección al cambio	11
3.2.3 Tarea de antisacada	12
3.3 Procedimiento	13
3.4 Análisis de datos	13
4. Resultados	13
5. Discusión	20
6. Conclusiones	22
7. Referencias bibliográficas	24

Resumen

Para realizar de forma eficaz una tarea disponemos de mecanismos de control distintos. En este estudio nos hemos centrado en las estrategias de control reactivo y proactivo. La reactiva requiere mantener la representación del contexto cuando se necesita, de forma transitoria y está dirigida por el estímulo target, mientras que la proactiva requiere mantener las representaciones contextuales durante toda la tarea y está vinculada al estímulo previo. Diversos autores (Braver y cols., 2005) han explorado estos mecanismos duales de control mediante la tarea de atención continua AX-CPT en jóvenes, adultos y mayores con y sin patología. Los objetivos que nos planteamos fueron dos: (1) replicar los resultados obtenidos por Braver y su equipo (2005) en una versión modificada de la tarea AX-CPT, en un grupo de jóvenes adultos y un grupo de mayores sin deterioro cognitivo. (2) Explorar posibles diferencias en uso de distintas estrategias en función de su capacidad (alta vs baja) de la memoria de trabajo. Para ello, empleamos la tarea antisacada y detección de cambio. Los resultados mostraron una tendencia de los jóvenes a usar la estrategia de control proactivo, mientras que los mayores hacían más uso de la estrategia reactiva. No encontramos diferencias en cuanto a la capacidad de la memoria operativa y el empleo de uno u otro tipo de estrategia.

Abstract

In order to make an effective task, we have different control mechanisms. We have focused our study on the strategies of reactive and proactive control. The reactive required to maintain the context representation when it needed, transiently and it is controlled by the target stimulus, while the proactive required to maintain the contextual representations throughout the task and it is linked to the previous stimulus. Many authors (Braver and cols., 2005) have explored these dual mechanisms of control through the continued attention task AX-CPT in young people, adults and older people with and without pathology. The targets that we set were two: (1) Reply the Braver's results and his team (2005) in a modified version of the AX-CPT task, in a group of young adults and in a group of olders without cognitive impairment. (2) Explore possible differences with different strategies according to their capacity (High vs. low) of the working memory. To do this, we use the antisaccade task and the change detection. The results showed that the young people tend to use the proactive control

strategy, while the older people tend to use the reactive strategy. We did not find any differences in the working memory capacity and the use of one or other strategy.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Concepto de Memoria de Trabajo

Diversas investigaciones han puesto de manifiesto que a medida que se envejece las facultades cognitivas se ven afectadas, disminuyendo especialmente en aquellas tareas donde se requiere un gran esfuerzo cognitivo, como pueden ser las tareas de atención, de inhibición de respuestas o aquellas donde haya grandes interferencias. Estas tareas hacen gran uso de nuestra memoria de trabajo, un área donde ejecutamos, controlamos y organizamos nuestras acciones.

El modelo de los tres componentes de Baddeley y Hitch (1974) constituye la aproximación conceptual más ampliamente aceptada sobre la memoria operativa o memoria de trabajo. Este modelo se basa en una reestructuración del significado de la memoria a corto plazo (MCP), definida por Baddeley (1992) como un sistema que proporciona almacenamiento temporal y manipulación de la información necesaria para tareas cognitivas complejas, como la comprensión del lenguaje, el razonamiento y el aprendizaje. Es decir, este sistema es un mecanismo de almacenamiento activo y posee mecanismos especializados para manejar la información que se precisa en determinados momentos.

De esta forma pasamos del ámbito de memoria puramente estructural a una más funcional, donde ahora la MCP no es solo una memoria de retención provisional de información, sino que pasa a ser un mecanismo que manipula de forma activa la información para alcanzar los objetivos de la tarea. En este sentido, resulta más apropiada hablar de memoria de trabajo, como el componente más activo, y de memoria a corto plazo cuando se requiere almacenar de forma pasiva la información (sin ninguna manipulación activa).

La memoria de trabajo establece una dinámica funcional entre la percepción, la memoria a largo plazo y la acción. Según el modelo de Baddeley y Hitch, está compuesta por dos sistemas subsidiarios (el bucle fonológico y la agenda visuoespacial) y un componente atencional, el ejecutivo central, responsable de supervisar y coordinar a los otros dos componentes, el bucle fonológico, especializado en el almacenamiento verbal, y la agenda visuoespacial, especializada en el almacenamiento de información visual y espacial. El componente ejecutivo central es el encargado de la selección, del funcionamiento de las estrategias necesarias para una tarea, y de la atención requerida para los distintos estímulos, siendo todo esto proporcional a las necesidades del ambiente o demandas de la tarea. Además, este sistema ejecutivo es el encargado de procesos como la capacidad de focalización la atención en un aspecto y cambiar (alternar) a otro, así como de utilizar la memoria de trabajo para activar información de la memoria a largo plazo. Baddeley (1996) especifica 4 funciones del ejecutivo central:

1. La coordinación de tareas independientes.
2. Cambiar de tareas, estrategias de recuperación de las operaciones.
3. Asistir selectivamente a la información relevante e inhibir la información que no se requiere.
4. La activación y recuperación de información almacenada en la memoria de largo plazo.

1.2. Control proactivo y reactivo: distintas estrategias

En el presente estudio nos centraremos en la capacidad ejecutiva para generar y cambiar de estrategia cuando las demandas de la tarea lo requieren. En este sentido, diversos investigadores se han interesado por estudiar qué tipo de estrategias utilizamos para dar una respuesta, una acción que requiere en la mayoría de las ocasiones atender selectivamente a la información relevante, mientras se inhibe aquella distractora o no relevante para la tarea actual. Así, diferentes estudios destacan la necesidad de hacer una distinción en cuanto al tipo de estrategia que adoptamos para responder, lo cual puede llevarse a cabo mediante un modo de control cognitivo proactivo y un modo de control reactivo.

El **control proactivo** se conceptualiza como el mantenimiento de la información de objetivos relevantes en una tarea, para posteriormente preparar el sistema para dar una respuesta concreta, anticipada, que sucede durante el desarrollo de las condiciones. En comparación, el **control reactivo** se conceptualiza como un sistema que va sobre la marcha, tiene en cuenta la información de los objetivos relevantes para una tarea, pero en vez de prepararse anticipadamente para dar una respuesta, espera a que las condiciones se desarrollen para posteriormente dar una respuesta, este modo de control es más dependiente del contexto pasado (Braver y cols., 2007; 2009).

En algunos estudios recientes se ha explorado este modo dual de control cognitivo en personas diagnosticadas de esquizofrenia, sugiriendo que este tipo de pacientes utilizan más el sistema de control reactivo (que una estrategia proactiva) ante tareas que comprenden altas demandas cognitivas. Un ejemplo de esta situación altamente demandante lo proporciona la tarea AX-CPT de atención continua. Un ensayo experimental se compone de un par de letras que se muestran en secuencia. La primera letra constituye el estímulo previo, mientras que la secuencia sería el target. El par de letras se configura en 4 condiciones; AX, AY, BX, BY, siendo A+X la secuencia objetivo (que más se repite y) que el participante debe identificar. En concreto, se instruye a los participantes para que respondan continuamente a la letra previa. A continuación, se presenta la letra target a la que también deben responder, pulsando una tecla (p.e. el número 1) ante la secuencia objetivo, y pulsando otra tecla (p.e. el número 2) cuando la secuencia sea distinta. Los sujetos con esquizofrenia poseen una mejor ejecución en las condiciones donde se utiliza más el sistema reactivo (ensayos en los que la serie de estímulos previo y target era B+X, siendo “B” cualquier letra excepto la “A”), en comparación con las condiciones en la que hay uso del sistema proactivo (condiciones formadas por la serie A+Y, siendo “Y” cualquier letra excepto una “X”). Estas diferencias entre un control reactivo (vs. proactivo) suceden porque en la esquizofrenia se encuentran más afectados los sistemas neuronales que comprende el control proactivo (Pompei y cols., 2011; Solomon y cols., 2009; Strakowski y cols., 2005; Wagner y cols., 2006).

Otros autores, como Braver y sus colaboradores (2005), estudiaron las diferencias de procesamiento ejecutivo que se realizan bajo un contexto determinado,

con sujetos de distinta edad. La investigación se realizó sobre cuatro grupos; el primer grupo estaba compuesto por personas jóvenes con edad comprendida entre los 18 y 24 años; el segundo grupo compuesto por adultos jóvenes con edad comprendida entre los 66 y 75 años; el tercer grupo compuesto por adultos mayores entre los 76 y 92 años; y, por último, personas en la primera etapa de demencia, con edad comprendida entre los 66 y 98 años. Para ver las diferencias de los estilos de procesamiento entre los grupos, éstos debían desempeñar un trabajo de alta carga cognitiva y para ello se utilizó la “tarea AX-CPT” descrita anteriormente.

Los autores esperaban observar diferencias en la utilización de los sistemas proactivo y reactivo entre los grupos, especialmente, una diferencia más marcada en el grupo de personas que se encuentran en la primera etapa de demencia. Las condiciones clave para observar tales diferencias son A+Y (predominio del sistema proactivo) y B+X (predominio del sistema reactivo). Los resultados mostraron que los jóvenes ejecutaban peor la condición A+Y, en comparación con la condición B+X, esto es, hacían más uso de un control proactivo, dirigido por la aparición del estímulo previo, ya que al presentarse el estímulo previo, se ponen en marcha los mecanismos proactivos para preparar una respuesta anticipada y como el objetivo es una A seguida de una X los mecanismo proactivos ante el estímulo previo A programan la respuesta anticipada que por defecto es X. También observaron que a mayor edad existía mayor predominio de la estrategia de control reactivo durante toda la tarea, en detrimento del uso de la estrategia proactiva. En el caso de los mayores con demencia temprana mostraron un marcado uso del sistema reactivo en la tarea AX-CPT (al igual que los pacientes con esquizofrenia), es decir, realizaron peor la condición B+X que la A+Y. Los datos sugieren que en el sistema reactivo, los mecanismos, el modo en que se procede para dar respuesta y los sistemas neuronales que integra esta estrategia de control es diferente al mecanismo de control proactivo (Braver y cols., 2005).

2. OBJETIVOS

Según lo anterior, en el presente estudio nos planteamos dos objetivos:

(1) Tratar de replicar la investigación del grupo de Braver, esto es, comprobar la existencia de diferencias en cuanto a la utilización de estrategias proactivas o reactivas

mediante la tarea AX-CPT, entre un grupo de mayores sanos (sin la presencia de patologías o deterioro cognitivo), y un grupo de adultos jóvenes.

(2) Evaluar la capacidad (alta vs. baja) de memoria de trabajo y explorar su relación con el empleo de un tipo u otro de estrategia de control cognitivo. Para ello, ambos grupos de participantes realizaron dos tareas, antisacada y detección del cambio. La tarea antisacada es una tarea de atención sostenida en la que el sujeto debe cambiar el foco de atención de una localización hacia otra opuesta, por lo que mide la capacidad para inhibir una acción (movimientos sacádicos). Por su parte, la tarea de detección del cambio mide la capacidad de los sujetos para detectar rápidamente un cambio entre dos conjuntos de estímulos que se presentan secuencialmente. Para ello, el sujeto debe retener en la memoria de corto plazo el primer conjunto para posteriormente compararlo con el segundo conjunto y verificar si ha habido cambio.

Este último objetivo es novedoso e importante, ya que no sólo nos permitirá realizar comparaciones entre mayores y jóvenes en cuanto a la eficacia de la estrategia de control utilizada en la tarea AX-CPT, sino que también podremos explorar si existe alguna relación entre la capacidad (alta o baja) de la memoria de trabajo y la puesta en marcha de un tipo de estrategia de control u otra en ambos grupos.

De acuerdo con la literatura revisada, esperamos que los mayores utilicen más el sistema de control reactivo durante toda la tarea en general, dado que con la edad parece observarse un déficit en la puesta en marcha de los mecanismos de control proactivos, mientras que en los jóvenes esperamos observar una mejor ejecución en la condición que requiere control reactivo (B+X), en comparación con la condición A+Y que implica estrategias de control proactivo, si bien, este grupo haría uso de una u otra forma de control, de acuerdo con las demandas específicas de la tarea, por lo que también es posible que no se observen diferencias entre las condiciones clave.

3. MÉTODO

3.1. Participantes.

La muestra se compone de 56 personas en total divididos en dos grupos de edad, adultos mayores (n = 35 personas) y adultos jóvenes (n = 21 participantes). Los adultos mayores (15 hombres y 20 mujeres) tenían una edad comprendida entre los 65 y 70 años (edad media = 66) y todos pertenecientes a la universidad de mayores de Almería, por lo que poseían estudios superiores (número de años escolarizados superior a 12 años). Los participantes del grupo de jóvenes adultos (9 hombres y 12 mujeres) tenían una edad comprendida entre los 18 y 26 años (edad media = 21), y todos eran estudiantes de Psicología de la Universidad de Almería.

Como criterios de exclusión para participar en este estudio se tuvo en cuenta la puntuación del grupo de adultos mayores en 3 medidas, la escala de depresión de Yesavage (puntuación superior o igual a 2 indica depresión), el índice de Lawton y Brody, que mide la capacidad que las personas tienen para realizar actividades de su vida diaria (máxima puntuación 8, independencia total), y el Mini Examen Cognitivo Lobo, para descartar posible deterioro cognitivo (puntuación inferior a 24 puntos).

El estudio se realizó de acuerdo con el Consejo Directivo de la Comunidad Europea 2001/20/CE y la Declaración de Helsinki para la investigación biomédica con seres humanos. Los participantes fueron previamente informados de que iban a participar en un estudio sobre la memoria de trabajo y que eran totalmente libres de abandonar el experimento en cualquier momento. Las hipótesis de la investigación no fueron reveladas.

3.2. *Tareas y Materiales*

3.2.1. Tarea AX-CPT (Continuous Performance Test)

Tarea de atención sostenida que evalúa la capacidad de mantener la atención en una situación cognitivamente exigente. La tarea se estructura en 4 bloques de prácticas con 36 ensayos, para que el sujeto se adapte a la tarea y 4 bloques experimentales compuestos por ensayos, cada ensayo comprende una serie de letras que se muestran en pantalla, las condiciones se estructuran de la siguiente manera: AX, AY, BX, BY, siendo la serie objetivo “A+X”. Las letras A y B constituyen el estímulo previo, mientras que las X e Y son el estímulo target. Cada ensayo se compone de un punto de fijación (+) indicando el inicio, posteriormente aparece el estímulo previo (A o B) y

finalizamos con el estímulo target (X o Y). Se instruye a los participantes para que, una vez que aparezca en pantalla el estímulo previo presione la tecla 2 para fomentar una situación de atención y respuesta continua. Cuando aparece el estímulo target, el participante debe decidir presionar entre la tecla 1 o 2. Se presiona la tecla 1 si aparece la letra A como estímulo previo seguido de una X como estímulo target (secuencia objetivo, A+X), mientras que se presiona la tecla 2 ante todas aquellas combinaciones que no cumplan la serie objetivo (A+X).

El 70% del total de ensayos (144) estaba compuesto por series objetivos (AX), mientras que el 30% restante se distribuía por igual entre las demás condiciones (AY, BX y BY). Todas las condiciones se presentan siguiendo un patrón aleatorio. El intervalo entre ensayos puede ser de 1,5, 2,0 o 2,5 segundos. La Figura 1 muestra un ejemplo de la secuencia de la tarea para 3 tipos de ensayos. Primero aparece una letra previa de color blanco (las posibles letras son: E, A, P, G, R, S, V) durante 500 ms., y a continuación se presenta la letra target en color azul (letras que pueden aparecer: Q, F, X, J, M, U) durante 500 ms.

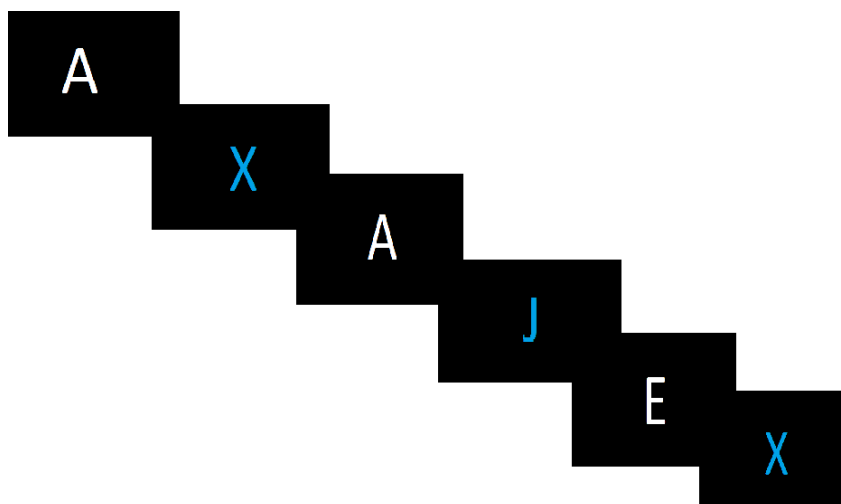
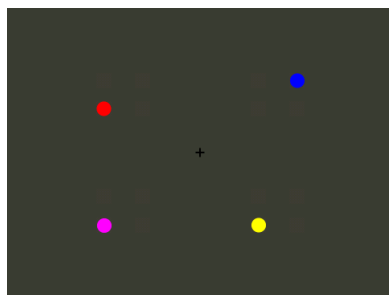


Figura1. Ejemplo de 3 tipos pares de secuencias de la tarea (AX, AJ, EX). En la primera secuencia (AX) el participante debe pulsar la tecla 2 ante la letra A, y después la tecla 1 ya que cumple la secuencia objetivo A+X. En la segunda secuencia (AJ) pulsa la tecla 2 ante la letra A, y de nuevo la tecla 2 ante el target, ya que no

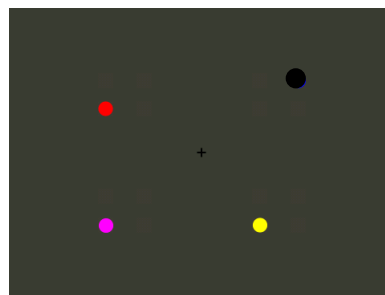
cumple la secuencia objetivo (A+X). En la tercera secuencia debe pulsar la tecla 2 ante las letras previa (E) y target (X).

3.2.2. Tarea de detección de cambio

Se desarrolló para estimar la capacidad de la memoria de trabajo visual. En esta tarea, 4 puntos de colores se presentan simultáneamente en torno a un punto de fijación central durante 300 ms. Cada punto se localiza en un lugar de cada cuadrante. Después de una demora de 900ms, aparece otra serie de 4 puntos de color en las mismas posiciones espaciales que los anteriores (véase Figura 2) que permanece en pantalla hasta que el participante responde. Ambos conjuntos difieren en una característica, esto es, uno de los cuadros de color no es igual que la serie previa. El sujeto debe indicar con el puntero del mouse, qué cuadro de color cambió.



2a. Conjunto previo



2b. Conjunto objetivo

Figura. 2 Ejemplo de una presentación previa (2a) y de una secuencia objetivo (2b) de un ensayo en el que el círculo del cuadrante derecho superior del eje de coordenadas cambió.

La tarea se compone de un bloque de prácticas de 16 ensayos y 2 bloques experimentales de 12 ensayos. El sujeto debe elegir el punto de color que ha cambiado, por lo tanto debe codificar el conjunto de puntos que se muestra. Los colores utilizados en esta tarea son rojo, azul, amarillo, negro, magenta, blanco, naranja y verde.

3.2.3. Tarea antisacada

Es una tarea de atención sostenida que evalúa la capacidad de la persona para inhibir un movimiento ocular predominante y “redirigirlo” hacia una localización opuesta. La tarea se estructura en 2 bloques, uno denominado antisacada y otro prosacada. En el bloque antisacada los sujetos tienen que inhibir sus movimientos oculares y reorientarlos hacia una localización opuesta al lugar de presentación de una señal, mientras que en el bloque prosacada deben dirigirlos hacia el mismo lugar en el que aparece la señal. Cada bloque se compone de 36 ensayos.

La secuencia experimental se estructura de la siguiente forma: primero aparece en pantalla un punto de fijación durante 500 ms. A continuación, se presentan 2 recuadros que se ubican uno en el lado derecho de la fijación y otro en el lado izquierdo y sobre uno de los cuales aparece un asterisco (*) de forma aleatoria durante 50 ms. A continuación, se presenta la letra objetivo (que puede ser una “O” o una “Q” durante 100 ms seguida de una máscara (\$\$\$) que queda fijada hasta respuesta. La tarea del sujeto consiste en detectar la letra objetivo, pulsando la tecla 1 cuando se trata de la letra “O” y la tecla 2 ante la letra “Q” (ver Figura 3).

En la condición prosacada, el asterisco indica que la letra objetivo va aparecer en ese mismo recuadro, mientras que en la condición antisacada el asterisco indica que el estímulo se presentará en el recuadro contrario (ver Figura 4).



Figura 3. Ejemplo de la secuencia de eventos para un ensayo prosacada.



Figura 4. Ejemplo de la secuencia de eventos para un ensayo de antisacada.

3.3. Procedimiento

Todos los participantes realizaron las 3 tareas (AX-CPT, detección del cambio y anti-sacada). El grupo de adultos mayores llevó a cabo las tareas en el aula que nos dispusieron para ello en la universidad de mayores de Almería, para facilitar el desplazamiento a la misma. Previo a la realización de las tareas experimentales, los mayores fueron evaluados mediante un pequeño protocolo de *screening* para descartar un posible deterioro cognitivo. De esta forma, cualquier diferencia en los resultados entre ambos grupos de edad podría atribuirse a diversos factores pero no a la presencia de un deterioro cognitivo. Cada prueba duraba una media de 15 minutos y todas las pruebas se administraron en 2 sesiones diferentes para evitar la fatiga y reducir la distracción. El grupo de adultos jóvenes realizó las 3 tareas en el laboratorio de Psicología Básica, de la universidad de Almería. Cada participante era ubicado en una cabina individual insonorizada y con condiciones lumínicas estándar.

3.4. Análisis de los datos

El análisis y comparación de los resultados se realizó mediante el programa estadístico SPSS versión 21. Antes del análisis de los datos, filtramos aquellos ensayos en los que los sujetos contestan por azar o por distracción, procediendo a eliminar aquellos ensayos donde el tiempo de reacción es menor que 200 ms y superior a 1.700 ms.

4. RESULTADOS

Tarea AX-CPT

La Tabla 1 resume los tiempos de reacción promedios para las 4 condiciones experimentales y los porcentajes de error promedio para cada grupo de edad (jóvenes - adultos mayores) en la prueba AX-CPT, junto con las desviaciones típicas y las medias

de error estándar. Se puede observar en la Tabla 1 las diferencias de puntuaciones y tiempo de respuesta entre grupos para cada condición. En los tiempos de reacción se muestra una marcada diferencia entre jóvenes y adultos, donde el grupo de los jóvenes poseen un menor tiempo de reacción. En los errores cometidos para cada condición el grupo de mayores posee una mayor tendencia de error en comparación con el grupo de jóvenes, exceptuando la condición AY, ya que la mayor tendencia de error la poseen los jóvenes.

Tabla 1. Tiempos de respuesta promedio y porcentaje de errores promedio para cada grupo de edad en las 4 condiciones experimentales de la tarea AX-CPT.

Grupo	Media edad	Condiciones		Media	Desviación estándar	Media de error estándar		
Mayores	65-67 años	AX	errores	0,0839	0,05915	0,01118		
			tiempo respuesta	502,0164	77,10758	14,57196		
		AY	errores	0,1786	0,16871	0,03188		
			tiempo respuesta	621,6382	83,95045	19,78731		
		BX	errores	0,2939	0,21634	0,04088		
			tiempo respuesta	566,3489	108,93181	20,58618		
		BY	errores	0,0875	0,20034	0,03786		
			tiempo respuesta	556,2079	67,42457	15,89212		
		Jóvenes	20-23 años	AX	errores	0,0739	0,04075	0,0096
					tiempo respuesta	399,455	53,02427	12,49794
AY	errores			0,2378	0,13623	0,03211		
	tiempo respuesta			491,3822	83,95045	19,78731		
BX	errores			0,1672	0,16051	0,03783		
	tiempo respuesta			359,6356	59,0439	13,91678		
BY	errores			0,0283	0,06947	0,01637		
	tiempo respuesta			368,46	67,42457	15,89212		

Por otro lado, las Figuras 5 y 6 representan gráficamente los tiempos de latencia de respuesta y los porcentajes de error cometidos por ambos grupos de edad en cada condición experimental.

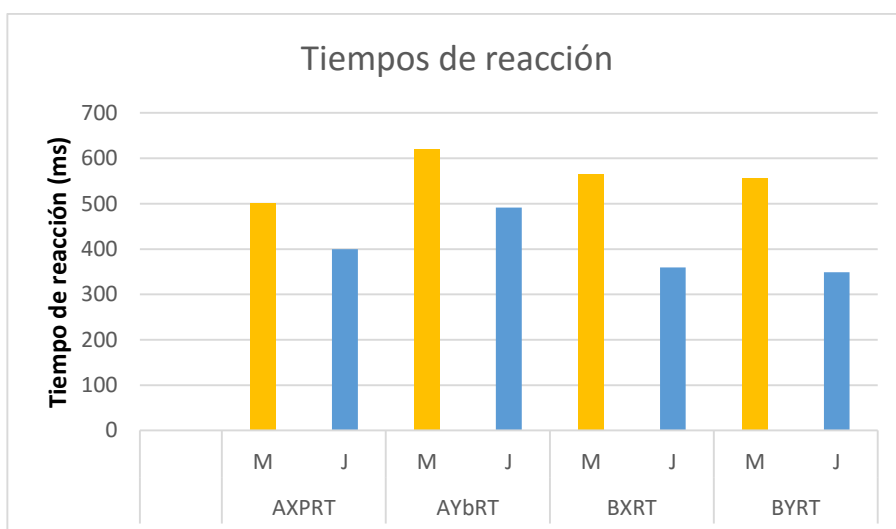


Figura 5. Tiempos de reacción promedio (en ms) para cada grupo en las 4 condiciones de la tarea. M= adultos mayores. J= jóvenes.

Como se aprecia en la Figura 5, los mayores muestran una mayor latencia de respuesta que los jóvenes en todas las condiciones, observándose un mayor tiempo de reacción en la condición A+Y, tanto para los mayores como para los jóvenes. En la Figura 6, se representa el porcentaje de error mostrado por los dos grupo de edad para cada condición, observándose en general que los jóvenes cometen menos errores que los mayores en todas las condiciones excepto en la condición A+Y, siendo “Y” una letra target distinta a la esperada X.

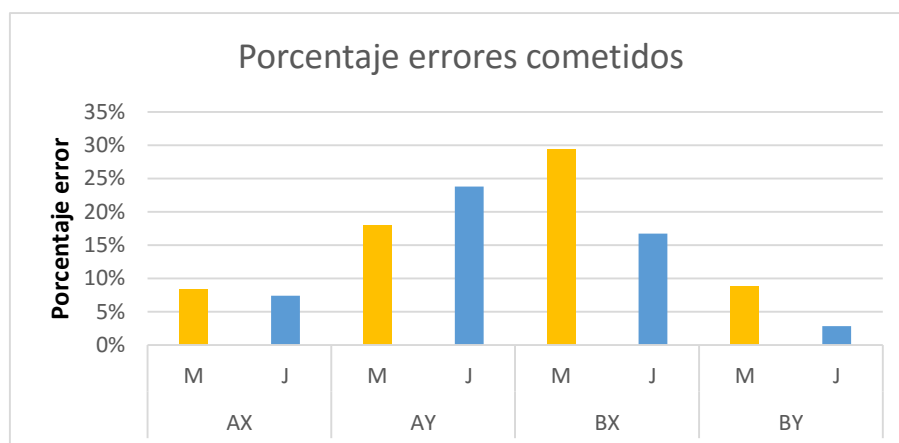


Figura 6. Porcentaje de errores cometidos en cada condición. M= adultos mayores. J= jóvenes.

Por otro lado, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con los tiempos de reacción y los porcentajes de error, 2 (Grupo: jóvenes vs mayores) x 4 (Condiciones Experimentales: AX, AY, BX, BY), siendo el Grupo la variable entregupos y las Condiciones Experimentales la variable manipulada intrasujeto.

El factor principal Condiciones Experimentales resultó significativo, $F(1, 54) = 110,34$; $p < 0.001$, ya que las distintas condiciones mostraron diferentes porcentajes de error, A+X (8%), A+Y (23%), B+X (25%) y B+Y (8%). La tendencia fue similar para ambos grupos de edad, observándose para los jóvenes, 7%, 23%, 20% y 4%, respectivamente, en comparación con los mayores que mostraron 8%, 22%, 28% y 11%, respectivamente. No obstante, la interacción Condiciones Experimentales x Grupo no resultó significativa ($p > 0.05$). Se llevó a cabo un análisis con la prueba T para muestras independientes, para comparar las medias de los porcentajes de error de cada condición entre los grupos de edad. Ninguna diferencia resultó significativa.

Sin embargo, examinando con más detalle los datos de cada participante observamos que algunos de ellos mostraban unas “puntuaciones anormales”, caracterizadas por tendencia a dar respuestas aleatorias, generando un porcentaje de error que no concuerda en las condiciones. Un ejemplo: se espera que en la condición A+X el porcentaje de error esté dentro de los mínimos establecidos para cada grupo, generalmente no más de un 10%. Sujetos que muestren un margen de error mayor del establecido quedan eliminados, ya que se puede observar con facilidad que la respuesta

ante las condiciones es aleatoria y no sigue el patrón de respuesta que se espera normalmente.

Por estos motivos, decidimos realizar un nuevo análisis sin tener en cuenta estos sujetos, quedándonos con un total de 28 en el grupo de mayores y 18 jóvenes, para explorar la existencia de diferencias entre las condiciones clave A+Y y B+X en ambos grupos. Recuérdese que en estas condiciones predomina un control cognitivo diferente, siendo reactivo en la condición B+X, y proactivo en la condición A+Y.

Realizamos la prueba T para verificar si hay diferencias significativas en las puntuaciones de los grupos (jóvenes y adultos mayores) en cada condición. Para los errores cometidos sólo obtuvimos diferencia significativa en la condición BX ($t(44) = 2.133$, $p=0.039$). En tiempo de reacción para todas las condiciones observamos diferencias significativas, AX ($t(44) = 4.934$, $p < 0.001$), AY ($t(44) = 5.528$, $p < 0.001$), BX ($t(44) = 7.366$, $p < 0.001$), BY ($t(44) = 7.022$, $p < 0.01$).

Estudiando las diferencias dentro del grupo de mayores, encontramos que existen diferencias significativas en los errores cometidos ($t(27) = -4.181$, $p < 0.001$) y en los tiempos de reacción ($t(27) = 2.809$, $p = 0.009$) para las condiciones AY y BX, siendo BX la condición con más errores cometidos y con un TR (tiempo de reacción) menor en comparación con la condición AY.

Igualmente para el grupo de los jóvenes comprobamos en las condiciones AY y BX que existen diferencias significativas en los errores cometidos ($t(17) = 2.477$, $p = 0.024$) y en los tiempos de reacción ($t(17) = 4.733$, $p < 0.001$). Teniendo la variable BX un TR menor que la condición AY y la condición AY posee mayor porcentaje de error que la condición BX.

Tarea de detección de cambio

La Tabla 2 recoge las estadísticas de grupo para la muestra utilizada. En la tarea de detección de cambio, empleada para identificar la capacidad (alta vs. baja) de memoria de trabajo que posee un sujeto, ejecutamos la prueba T para muestras independientes y encontramos diferencias significativas entre los grupos adultos mayores y jóvenes ($t(44) = -2.173$, $p = 0.023$), observándose una mayor capacidad para

los jóvenes (2.6) que para los mayores (2.2), si bien ambos grupos muestran una capacidad de memoria de trabajo media.

Tabla 2. Media de aciertos realizados por cada grupo. DC= Tarea detección de cambio. M= Adultos mayores. J= Jóvenes.

GRUPO		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
DC	M	28	2,1729	,73105	,13816
	J	18	2,6300	,63706	,15016

La Tabla 3, muestra las estadísticas de grupo para cada condición, prosacada y antisacada. Realizamos la prueba T en la tarea antisacada para los dos grupos (adultos mayores y jóvenes), y encontramos diferencias significativas: mayor número de aciertos en la condición antisacada para los jóvenes que los mayores, ($t(44) = -5.868$, $p < 0.001$), mayor porcentaje de aciertos en la condición prosacada a favor de los jóvenes ($t(44) = -3.708$, $p = 0.001$), un tiempo de latencia promedio menor en los jóvenes, tanto en la condición antisacada ($t(44) = 4.507$, $p < 0.001$), como prosacada ($t(44) = 4.054$, $p < 0.001$), con respecto a los mayores. En el estudio de cada grupo por separado, no se encontraron diferencias significativas en las tendencias de respuesta y tiempo de reacción.

GRUPO		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
ANTISACADA aciertos	M	28	,6175	,11787	,02228
	J	18	,7983	,06973	,01643
PROSACADA aciertos	M	28	,6696	,16015	,03027
	J	18	,8328	,11901	,02805

ANTISACADA tiempo respuesta	M	28	977,5911	346,53153	65,48830
	J	18	589,1217	141,17932	33,27629
PROSACADA Tiempo de respuesta	M	28	1004,4657	447,15328	84,50403
	J	18	551,5622	190,54036	44,91079

Tabla 3. Media de aciertos y tiempo de respuesta de cada grupo para cada condición de la tarea. M= adultos mayores. J= jóvenes

Por ultimo, efectuamos **correlaciones** entre los distintos grupos para las tareas de detección al cambio, antisacada y AX-CPT con el fin de entablar alguna relación entre las capacidades de memoria de trabajo que poseen y el estilo de control cognitivo utilizado. Las variables utilizadas para las correlaciones son:

- Tarea AX-CPT: solo tendremos en cuenta las variables AY y BX, errores y tiempo de respuesta, ya que en estas condiciones se refleja más los mecanismos de control proactivo y reactivo.
- Tarea detección al cambio: variable dependiente aciertos.
- Tarea antisacada: condiciones antisacada y prosacada

En el **grupo de mayores** los resultados que obtuvimos fueron los siguientes:

- Entre las condiciones AY y BX existe correlación significativa en errores ($r(17) = .739, p < 0.001$).
- Los errores cometidos en la condición BX correlacionan inversamente con los aciertos de la tarea de detección, ($r(17) = -.510, p = 0.006$), de manera que los sujetos que cometen más errores en la condición BX, aciertan menos en la detección de cambios. La primera variable también correlaciona de forma inversa con los aciertos de la variable antisacada ($r(17) = -.435, p = 0.021$) y la variable prosacada ($r(17) = -.385, p = 0.043$).
- Los aciertos de la tarea detección del cambio correlacionan significativamente con los aciertos de la condición antisacada ($r(17) = .433, p = 0.021$) y prosacada ($r(17) = .476, p = 0.010$).
- Los tiempos de reacción para las condiciones AY y BX correlacionan significativamente ($r(17) = .403, P = 0.034$).
- El tiempo de reacción de la condición AY correlaciona significativamente de forma inversa con las variables aciertos de la tarea de detección de cambio (r

(17) = -.522, $p = 0.004$) y con el tiempo de reacción de la variable prosacada ($r(17) = .475$, $p = 0.011$).

- El tiempo de reacción de la condición BX correlaciona significativamente con los tiempos de reacción en la condición prosacada ($r(17) = .388$, $p = 0.041$).
- Las condiciones prosacada y antisacada correlacionan significativamente ($r(17) = .620$, $p < 0.001$).

En el grupo de jóvenes los resultados fueron los siguientes:

- Encontramos una correlación significativa entre los errores de las condiciones AY y BX ($r(27) = .679$, $p = 0.002$).
- Igualmente, se halló una correlación significativa entre los tiempos de reacción de las condiciones prosacada y antisacada, ($r(27) = .787$, $p < 0.001$).
- Por último, existe una correlación significativamente inversa entre los tiempos de reacción en la condición antisacada y los aciertos de la tarea de detección de cambio ($r(27) = -.512$, $p = 0.030$).

Finalmente, se dividieron los grupos entre alta capacidad de memoria y baja capacidad de memoria en función de la variable k , es decir, de acuerdo con sus aciertos en la tarea de detección de cambio), siendo los grupos de baja capacidad cuando $k \leq 2$ y alta capacidad cuando $k \geq 3$. No se encontraron correlaciones significativas entre las diferentes tareas (antisacada, AX-CPT y tarea detección de cambio).

5. DISCUSIÓN

El primer objetivo de la investigación inicialmente fue replicar la investigación del grupo de Braver, esto es, comprobar la existencia de diferencias en cuanto a la utilización de estrategias proactivas o reactivas mediante la tarea AX-CPT, entre un grupo de mayores sanos (sin la presencia de patologías o deterioro cognitivo), y un grupo de adultos jóvenes. Analizando los datos encontramos que los mayores tienden a usar más la estrategia de control reactivo, en comparación con los jóvenes que son más proactivos al dar respuesta ante el estímulo, ya que se observó un patrón en porcentaje

de error $AY > BX$ en los jóvenes y un patrón opuesto en el grupo de mayores, $AY < BX$.

Como se comentó en la introducción, la condición A+Y induce la puesta en marcha de estrategias de control proactivo, un control modulado por el estímulo previo que requiere mantener las representaciones contextuales durante periodos de tiempo largo. En otras palabras, cuando aparece la letra previa A, el sujeto se prepara para responder a la secuencia objetivo (AX), y mantiene esta estrategia durante toda la tarea, lo que hace que aumente el error y el tiempo de respuesta cuando no aparece la letra X como target. Por tanto, si los jóvenes muestran más errores en la condición A+Y, significa que usan más una estrategia proactiva.

Por el contrario, la condición B+X induce un control de tipo reactivo dirigido por el estímulo target, es decir, se pone en marcha o se activa después del comienzo de un estímulo target. Este tipo de estrategia requiere mantener la representación del contexto cuando se necesita, de forma transitoria, hasta el siguiente ensayo. Esto significa que la función ejecutiva de “actualización” debe actuar para dejar preparada la memoria de trabajo para el siguiente ensayo. En estas operaciones, los jóvenes se muestran más eficaces que los mayores (Braver y cols., 2005). En nuestro caso, los mayores cometen más errores en la condición B+X, lo que significa que hacen más uso de la estrategia de control reactivo.

Estos resultados son coherentes con los obtenidos por el grupo de Braver, al comparar las puntuaciones obtenidas de la tarea AX-CPT, entre 3 grupos; uno de jóvenes, adultos mayores y adultos que se encuentran dentro de la primera etapa de demencia. Los autores demostraron diferencias significativas entre sus puntuaciones atribuyendo que existe un mayor uso del sistema reactivo entre los adultos mayores y adultos en la primera etapa de demencia en comparación con los jóvenes que son más proactivos (Braver y cols., 2005).

El segundo objetivo de la investigación consistía en explorar las posibles diferencias en cuanto al desarrollo de estrategias de control diferentes, de acuerdo con la capacidad de memoria de trabajo de los integrantes de ambos grupos de edad. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los subgrupos de alta vs. baja capacidad de memoria de trabajo entre jóvenes y mayores. Esto se debe, probablemente, a que la diferencia en capacidad alta y baja era mínima. Casi todos los participantes se

situaban en torno a una capacidad media, resultando complicado encontrar participantes cuyas puntuaciones se hallasen en los cuartiles extremos (primer y cuarto cuartil). Este hecho habría permitido maximizar las posibles diferencias entre ellos y podría haberse observado un patrón de ejecución diferencial en las condiciones A+Y y B+X. Además, al subdividir los grupos el tamaño de la muestra se reducía bastante, como para considerar significativos los datos observados.

6. CONCLUSIONES

1. Los datos del presente estudio sugieren que los jóvenes utilizan una estrategia de control proactiva pero también reactivo cuando las demandas de la tarea así lo requieren, mientras que los mayores tienden a poner en marcha y mantener una estrategia de control reactiva durante toda la tarea.
2. Lo anterior sugiere que existe una correlación entre la edad y el uso de diferentes mecanismos de control cognitivo (proactivo vs reactivo), de manera que con el paso del tiempo parece verse más afectado el control proactivo, puesto en marcha a partir de la presentación del estímulo previo. Esta estrategia requiere mantener a lo largo de la tarea las representaciones contextuales, para lo cual se requiere la activación de la corteza prefrontal, en concreto, de regiones laterales de esta región.
3. Con la edad la actividad de la corteza prefrontal también se ve comprometida. Por este motivo, quizá resulte más fácil mantener una estrategia reactiva, que requiere mantener las representaciones contextuales cuando se necesita, de forma transitoria, y no durante un periodo más sostenido.
4. Como posible mejora de la investigación se proponen las siguientes mejoras:
 - 4.1. Establecer mayor control de las condiciones ambientales donde se desarrolló el experimento, ya que no fueron las mismas para los jóvenes y los adultos.
 - 4.2. Contar con un mayor número de sujetos para cada grupo, ya que el tamaño actual se reduce cuando se dividen ambos grupos de edad en función de su capacidad de memoria de trabajo, y los resultados podrían no tener suficiente fuerza estadística.
 - 4.3. Incluir una respuesta al estímulo previo, para crear una situación de mayor demanda atencional continuada.

- 4.4. Manipular el intervalo entre la presentación del estímulo previo y el target (valor de SOA) a distintos niveles para comprobar la influencia del tiempo en la puesta en marcha de un tipo u otro de estrategia de control (reactivo vs proactivo).
- 4.5. Incluir una muestra de personas mayores con deterioro cognitivo y/o con presencia de demencia en estadios iniciales.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science, New Series*, 255 (5044), 556-559.
- Baddeley, A. (1996). The fractionation of working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 26 (93), 13468-72.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.
- Braver, T. S., Satpute, A. B., Rush, B. K., Racine, C. A., & Barch, D. M. (2005). Context processing and context maintenance in healthy aging and early-stage dementia of the Alzheimer's type. *Psychology & Aging*, 20, 33-46
- Braver, T. S., Gray, J. R., & Burgess G. C. (2007). “Explaining the many varieties of working memory variation: dual mechanisms of cognitive control,” in *Variation in Working Memory* eds Conway A. R. A., Jarrold C., Kane M. J., Miyake A., Towse J. N., editors. (Oxford: Oxford University Press) 76–106
- Braver, T. S., Paxton, J. L., Locke, H. S., & Barch, D. M. (2009). Flexible neural mechanisms of cognitive control within human prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 7351-7356.
- Lawton, M.P., & Brody, E.M. (1969). Assessment of older people: self-maintaining, and instrumental activities of daily living. *Gerontologist*, 9, 179-86.
- Lobo, A., Ezquerra, J., Burgada, F. G., Sala, A. M., & Seva, A. (1979). El “Mini-Examen cognoscitivo”. Un test sencillo, práctico, para detectar alteraciones intelectuales en pacientes médicos. *Actas Luso Españolas de Neurología y Psiquiatry*, 7, 189-202.
- Pompei, F., Jogia, J., Tatarelli, R., Girardi, P., Rubia, K., Kumari V., & Frangou, S. (2011). Familial and disease specific abnormalities in the neural correlates of the Stroop Task in Bipolar Disorder. *NeuroImage*, 56, 1677–1684.
- Solomon, M., Ozonoff, S. J., Ursu, S., Ravizza, S., Cummings, N., Ly, S., & Carter, C. S. (2009). The neural substrates of cognitive control deficits in autism spectrum disorders. *Neuropsychologia*, 47, 2515–2526.
- Strakowski, S. M., Delbello, M. P., Adler, C. M. (2005). The functional neuroanatomy of bipolar disorder: a review of neuroimaging findings. *Molecular Psychiatry*, 10, 105–116.
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., & Rose, T. L. (1983). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *Journal of Psychiatry Research*, 173, 37-49.

Wagner, G., Sinsel, E., Sobanski, T., Kohler, S., Marinou, V., Mentzel, H. J., Sauer, H., & Schlosser, R. G. (2006). Cortical inefficiency in patients with unipolar depression: an event-related fMRI study with the Stroop task. *Biological Psychiatry*, 59, 958–965.