



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
Facultad de Psicología

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



FACULTAD DE PSICOLOGÍA



Trabajo Fin de Grado en Psicología

Convocatoria Julio 2017

**ESTUDIO DEL DIMORFISMO SEXUAL EN LA EJECUCIÓN DE UNA TAREA DE
MEMORIA EN EL ESPACIO PERSONAL Y EXTRAPERSONAL**

**STUDY OF SEXUAL DIMORPHISM IN THE EXECUTION OF A MEMORY TASK
IN PERSONAL AND EXTRAPERSONAL SPACE**

Autor/a: M^a Carmen García Arco

Tutor/a: José Manuel Cimadevilla Redondo, Laura Tascón Mille

ÍNDICE

1. Resumen.....	pág. 1
2. Introducción.....	pág. 2
3. Método.....	pág. 5
3.1. Participantes.....	pág. 5
3.2. Materiales.....	pág. 5
3.3. Procedimiento.....	pág. 6
3.4. Análisis Estadístico.....	pág. 7
4. Resultados.....	pág. 8
5. Discusión.....	pág. 14
6. Conclusiones.....	pág. 16
7. Referencias bibliográficas.....	pág. 17

1. RESUMEN

La memoria espacial es la habilidad que casi todos los seres dotados de movimiento empleamos para recordar información sobre el espacio que nos rodea y orientarnos en nuestra vida diaria. Durante los últimos años se ha evaluado mediante distintas tareas de realidad virtual. Éstas permiten la creación de diferentes entornos y adecuarse a las necesidades de cada grupo muestral. Actualmente en términos de espacios se diferencia un espacio extrapersonal, que requiere que el sujeto se desplace para alcanzar el objetivo y un espacio peripersonal, en el que el sujeto tiene al alcance de la mano su objetivo.

Sabido que la memoria espacial es una habilidad dimórfica, el objetivo de la presente investigación es estudiar el posible dimorfismo sexual en la ejecución de una tarea de memoria espacial en diferentes condiciones: en el espacio extrapersonal (EE) y en el espacio peripersonal (EP). Para valorar la memoria espacial en el espacio extrapersonal se utilizó la clásica versión de la tarea de la Sala de las cajas (Cánovas, Espínola, Iribarne y Cimadevilla, 2008) y para valorar la memoria espacial en el espacio peripersonal una nueva versión de la misma. En cada una de las condiciones han participado un total de 28 personas equilibrados en cuanto a género.

En ambas condiciones se aplicaron varios niveles de dificultad: bajo (donde el participante debía memorizar la localización de tres cajas verdes), medio (donde debía memorizar cinco cajas verdes) y alto (donde debía memorizar siete).

En el estudio, se han encontrado diferencias de género únicamente en la condición EE, dándose una ejecución más rápida de los varones acompañada de un aprendizaje más temprano de estos con respecto de las mujeres. Además, los resultados obtenidos hacen pensar que la experiencia en la condición de tres cajas ayuda a que el aprendizaje en las condiciones más difíciles se produzca antes. Lo cual afirma que la experiencia previa proporciona una mejor ejecución de la tarea aun cuando se aumente la dificultad de los ensayos.

ABSTRACT

Spatial memory is the ability that almost all beings with movement use to remember information about the space that surrounds us and guide us in our daily life. During the last years it has been evaluated through different tasks of virtual reality. These allow the

creation of different environments and adapt to the needs of each sample group. Currently in terms of spaces an extrapersonal space is differentiated, which requires that the subject moves to reach the goal and a peripersonal space, in which the subject has within reach of his goal.

It is known that spatial memory is a dimorphic ability, the aim of the present investigation is to study the possible sexual dimorphism in the execution of a spatial memory task under different conditions: in extrapersonal space (EE) and peripersonal space (PE). In order to evaluate spatial memory in extrapersonal space, the classic version of the task of the Box room (Cánovas, Espínola, Iribarne & Cimadevilla, 2008) was used to evaluate the spatial memory in the peripersonal space, a new version of it. In each of the conditions have involved a total of 28 people balanced gender.

In both conditions, various levels of difficulty were applied: low (where participants had to memorize the location of three green boxes), medium (where they had to memorize five green boxes) and high (where they had to memorize a total of seven).

In the study, gender differences were found only in the EE condition, with a faster execution of the males accompanied by an earlier learning of these with respect to the females. In addition, the results obtained suggest that the experience in the condition of three boxes helps to make learning in the most difficult conditions occur earlier. Confirming, that the previous experience favors a better execution of the task even when the difficulty of the tests increases.

2. INTRODUCCIÓN

La memoria espacial constituye una actividad cognitiva compleja basada en la habilidad para recordar información referente a localizaciones y la configuración del entorno (Castree, Kitchin y Rogers, 2013).

Toda persona necesita de la memoria espacial a diario para recordar información de nuestro alrededor o para orientarse y explorar espacios nuevos o desconocidos. La usamos para orientarnos en nuestra casa, nuestro barrio, para ir al trabajo, cuando viajamos a una ciudad nueva, cuando conducimos nuestro coche etc. De hecho, es la razón por la que

llegamos a nuestro destino a tiempo todos los días sin estar completamente perdidos, puesto que nos ayuda a recordar el viaje, el entorno y los puntos clave en el camino.

A lo largo de los años, muchos estudios han subrayado el papel crucial del hipocampo en la memoria espacial, tanto en humanos como en animales (O'Keefe y Nadel, 1978). Es ampliamente conocido que sin un hipocampo plenamente funcional no es posible orientarse en un entorno dado. Por ejemplo, se ha encontrado que pacientes con lesiones hipocámpales presentan graves dificultades para encontrar la plataforma en un test virtual del laberinto de agua de Morris (Astur, Taylor, Mamelak, Philpott y Sutherland, 2002). Estudios de enfermedades con afectación del hipocampo como la epilepsia han mostrado que esta enfermedad produce una alteración de la memoria espacial en diferentes tareas (Cánovas, León, Serrano, Roldán y Cimadevilla, 2011; Weniger, Rhuleder, Lange e Irle, 2012; Rosas, Parrón, Serrano y Cimadevilla, 2013). Otras pruebas a favor de la importancia del hipocampo en memoria espacial nos la ofrecen las técnicas de neuroimagen. Estos estudios nos muestran que las personas tienen un hipocampo más activo cuando se orientan correctamente, como se ha demostrado en estudios donde se observó activación del hipocampo durante la ejecución tareas de orientación en un entorno virtual (Maguire y col., 1998).

Está demostrado que la habilidad para orientar y dirigir el movimiento en el espacio es esencial para la supervivencia de cualquier ser vivo, pero no todas las personas procesan la información espacial de la misma forma: por un lado puede existir un procesamiento del espacio de tipo egocéntrico, en el cual se ubican los estímulos periféricos o landmarks en referencia al propio cuerpo (por ejemplo indicaciones derecha/izquierda); por otro lado se puede realizar un procesamiento del espacio de tipo allocéntrico, en el que se determina la posición de los landmarks haciendo uso de información métrica y sistemas de coordenadas, que son independientes del observador (que se observan en expresiones como “a 100 metros” o “al norte”) (Burgess, 2006).

En lo relativo a espacios, podemos encontrar dos espacios diferentes: el espacio extrapersonal y en el espacio peripersonal. Cuando se habla de espacio peripersonal se refiere al área espacial que rodea nuestro cuerpo y extremidades (por ejemplo, el área dentro del alcance del brazo) mediante la cual podemos interactuar eficazmente con los objetos de nuestro entorno. El espacio extrapersonal es aquel que va más allá del alcance del brazo (Previc, 1998).

En lo que respecta a la investigación sobre memoria espacial, los avances en realidad virtual han posibilitado el desarrollo de tareas con las que poder estudiar el comportamiento espacial humano en una amplia gama de escenarios muy diferentes como ciudades, edificios o incluso laberintos donde los participantes tienen que encontrar o evitar lugares (Antonova y col., 2011; Astur, Ortiz y Sutherland, 1998; Cánovas y col., 2008; Maguire, Nannery y Spires, 2006).

Una de las cuestiones relacionadas con la memoria espacial más estudiadas por los investigadores, ha sido la existencia o no de dimorfismo sexual en sujetos de todas las edades. Muchos de los estudios de navegación llevados a cabo en humanos apuntan a una mayor capacidad en varones. Éstos se orientan de manera más rápida y más efectiva que las mujeres en tareas que implican navegar en entornos virtuales (Astur y col., 1998; Astur, Tropp, Sava, Constable y Markus, 2004; Parsons y col., 2004; Rahman y Koerting, 2008; Kober & Neuper, 2011) y en otras adaptaciones de paradigmas de aprendizaje espacial en roedores (Monfort, Gómez-Giménez, Llansola y Felipo, 2015).

Sin embargo, no siempre existen tales diferencias entre géneros en memoria espacial. Una condición para el descubrimiento de dichas diferencias es un nivel adecuado de dificultad de la tarea. Estudios han demostrado que, en niveles bajos de dificultad, los grupos no difirieron en su desempeño al igual que tampoco lo hicieron en las demandas de tareas de memoria espacial muy altas. Sin embargo, cuando el nivel de dificultad fue medio, los hombres superaron a las mujeres (Cánovas y col., 2008).

En la presente investigación se han estudiado las diferencias de género en la ejecución de diferentes tareas de memoria espacial que evalúan su ejecución en el espacio extrapersonal (EE) y en el espacio peripersonal (EP). Para ello se utilizaron la tarea virtual de la “Sala de las cajas” (Cánovas y col. 2008; Cánovas, Fernández y Cimadevilla, 2011) como condición EE y una nueva versión de la misma para la condición EP. Nuestro objetivo es conocer si el manejo del espacio en varones y mujeres es similar en ambos tipos de espacio, extrapersonal y peripersonal. A sabiendas de que el dimorfismo aparece en determinados niveles de dificultad, hipotetizamos que no existirán diferencias de género en la ejecución de ambas condiciones en niveles de dificultad bajos y altos, apareciendo las diferencias en niveles medios de dificultad, donde los hombres mostrarán una ejecución superior a la de las mujeres.

3. MÉTODO

3.1. PARTICIPANTES

En el estudio han participado un total de 56 sujetos (28 mujeres y 28 hombres en cada condición experimental) de edades comprendidas entre 18 y 30 años (ver Tabla 1). Ninguno de ellos presentaba problemas de salud de tipo sensorial, psicológico o neuropsicológico que pudieran afectar al desarrollo de las diferentes tareas.

Previamente, se les informó de qué consistía el estudio y se les solicitó que firmasen un consentimiento informado en el cual nos comprometíamos a proteger sus datos.

El estudio fue desarrollado bajo la Directiva del Consejo de la Comunidad Europea, 2001/20/EC para investigación biomédica en humanos.

Tabla 1. Distribución de los participantes según edad y género en las dos condiciones de la tarea espacial.

Condición Extrapersonal n = 28	Hombres	n = 14 Edad media = 23	N= 56 Edad media = 20.95
	Mujeres	n = 14 Edad media = 19.62	
Condición Peripersonal n =28	Hombres	n = 14 Edad media = 21.03	
	Mujeres	n = 14 Edad media = 20.16	

3.2. MATERIALES

Para la aplicación de las tareas virtuales se hizo uso de un ordenador portátil Hewlett Packard 2600-MHz equipado con 3GB de RAM y un Thin Film Transistor (TFT) color screen (1920x1200 pixels).

Para la condición EE se utilizó un joystick para poder desplazarse virtualmente por la sala y para la condición EP fue necesario el uso de un ratón inalámbrico.

3.3. PROCEDIMIENTO

En ambas condiciones a los participantes se les facilitó unas instrucciones escritas sobre cómo debían proceder en cada caso. En el caso de la condición EE se les explicaba de forma oral y antes de comenzar la tarea, cómo debían utilizar el joystick.

Tarea de la sala de las cajas: condición Espacio Extrapersonal

La tarea “Sala de las cajas” descrita por Cánovas y col. (2008), consiste en la sala de un museo virtual de forma cuadrada en la cual se han distribuido simétricamente sobre el suelo un total de 16 cajas de color marrón. En dicha sala encontramos diversos estímulos con distintas ubicaciones espaciales, entre los que se incluyen una puerta, una ventana y varios cuadros colgados en las paredes de la habitación.

Para la realización de esta condición la persona debía desplazarse por la sala usando un joystick. Una vez situada junto a una de las cajas, ésta adquiría un tono azul. Esto indicaba que el participante, si lo deseaba, podía presionar uno de los botones del joystick para que la caja cambiara de color. Dicha caja podía cambiar su color a verde, lo cual significaba que la caja era la correcta y que, por tanto, debía memorizar su localización. Por el contrario, la caja seleccionada también podía cambiar su color a rojo, lo cual significaba que la caja era incorrecta y, por tanto, debía evitarse volver a abrirla en ensayos posteriores. La tarea del participante consistía en encontrar las cajas verdes evitando seleccionar las rojas. Una vez encontrada todas las cajas verdes se pasaba al siguiente ensayo, donde de nuevo se podía ver la misma habitación con todas las cajas de color marrón. Las cajas verdes siempre permanecían en el mismo lugar a lo largo de todos los ensayos y el participante debía aprovechar el conocimiento de cada uno para mejorar en el siguiente.

La prueba estaba formada por un total de 10 ensayos. Para realizar cada ensayo los participantes tenían un máximo de 150 segundos. Cada ensayo finalizaba cuando el participante había encontrado todas las cajas verdes o habían transcurrido los 150 segundos. Añadir también que cada ensayo comenzaba desde una pared diferente para evitar una resolución de la tarea de tipo egocéntrica, es decir no hipocampal.

Se aplicaron tres niveles de dificultad en orden creciente. En una primera aplicación los participantes debían memorizar la localización de un total de tres cajas; después debían

realizar de nuevo la tarea teniendo que memorizar un total de cinco localizaciones; y, por último, debían memorizar siete localizaciones.

Tarea de la sala de las cajas con una visión en planta y sin navegación: condición Espacio Peripersonal

En esta condición se les aplicó a los participantes una nueva versión de la tarea “Sala de cajas”. En cada ensayo se mostraba una visión en planta de la misma habitación presentada en la condición EE (igual distribución de las cajas y ubicaciones espaciales de los estímulos). La diferencia entre esta tarea y la anterior es que no se permitía navegar dentro de la habitación ni girar la imagen mostrada. En cada ensayo sólo podían ver tres de sus paredes. La única no mostrada era la pared desde la que se mostraba la perspectiva del resto de la sala. En este caso las cajas se seleccionaban pinchando con el cursor del ratón encima de ellas. En ese momento la caja cambiaba su color a rojo o verde. Al igual que en la condición EE, el participante debía memorizar la localización únicamente de las cajas verdes evitando también abrir las rojas. Las cajas verdes estaban localizadas en el mismo lugar que en la condición EE y tampoco cambiaban de sitio a lo largo de todos los ensayos, para así igualar lo máximo posible las características de ambas tareas.

Esta tarea constaba del mismo número de ensayos y se aplicaron los mismos niveles de dificultad que en la tarea previa. La única diferencia que había era que se les daba un máximo de 60 segundos para completar cada ensayo, tiempo suficiente para terminar la tarea. También en esta tarea el participante comenzaba cada ensayo desde una pared diferente.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en la tarea de memoria espacial, no se tuvieron en cuenta las medidas del primer ensayo, por ser una ejecución al azar. Las variables independientes que se analizaron fueron Género (mujer u hombre), Dificultad (dificultad baja, con 3 cajas verdes; dificultad media, con 5 cajas; y dificultad alta, con 7 cajas) y la tarea, que la llamaremos extrapersonal (EE) y peripersonal (EP). Las variables dependientes fueron: Tiempo invertido en segundos y Errores cometidos por los participantes en cada uno de los ensayos.

La variable Tiempo fue analizada de forma independiente en ambas condiciones mediante un ANOVA de tres factores (Género x Dificultad x Ensayo, con medidas repetidas en las dos últimas variables). La variable Errores se analizó conjuntamente en las dos condiciones. Para su análisis se aplicó un ANOVA de cuatro factores (Género x Tarea x Dificultad x Errores, con medidas repetidas en las dos últimas variables). Para análisis post hoc se utilizó el Test de Tukey. Las diferencias se consideraron significativas con una $p < 0.05$.

Los análisis se han llevado a cabo con el programa STATISTICA (Versión 12).

4. RESULTADOS

Condición Espacio Extrapersonal: Tiempo

El ANOVA de tres factores (Género x Dificultad x Ensayo, con medidas repetidas en las dos últimas variables) mostró diferencias en la variable Género ($F_{(1,24)} = 10.67$; $p < 0.001$) al igual que en la variable Ensayo ($F_{(8,192)} = 33.49$; $p < 0.001$). También revelaron diferencias en la interacción Dificultad x Ensayo ($F_{(16,384)} = 4.04$; $p < 0.001$). Sin embargo no hubo diferencias en la variable Dificultad ($F_{(2,48)} = 0.06$; $p > 0.05$). Asimismo, tampoco existieron diferencias en la interacción Ensayo x Género ($F_{(8,192)} = 0.32$; $p > 0.05$), en la interacción Dificultad x Género ($F_{(2,48)} = 2.1$; $p > 0.05$) ni en la interacción Ensayo x Dificultad x Género ($F_{(16,384)} = 1.13$; $p > 0.05$).

Respecto a las diferencias de género, se observa que las mujeres obtienen una media de tiempo mayor que los varones. Concretamente la media de tiempo en mujeres es de 28.91 segundos por ensayo y en hombres es de 21.32 segundos por ensayo [ver Figura 1].

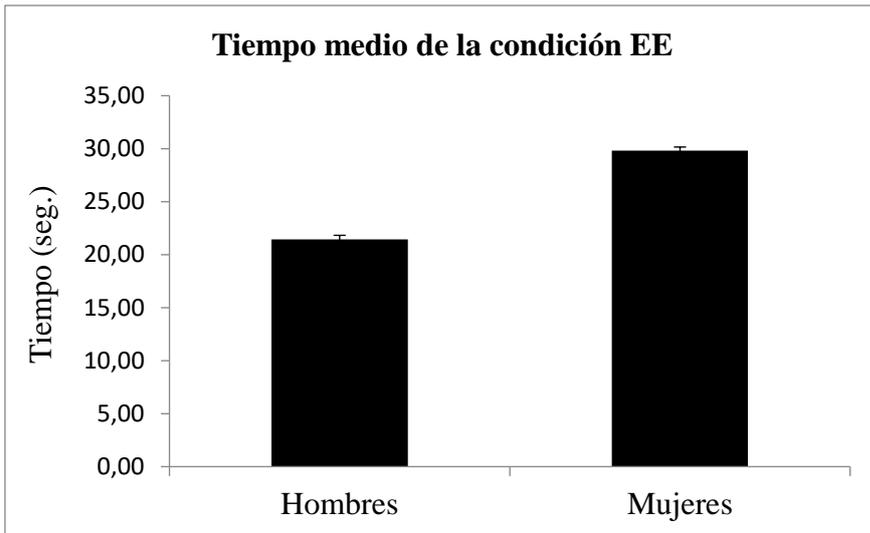


Figura 1. Media del tiempo de hombres y mujeres en la condición EE. Media + SEM.

El análisis post hoc de la interacción Dificultad x Ensayo nos indicó que el nivel asintótico de los sujetos en la condición de tres cajas se alcanzó en el quinto ensayo, por lo que a partir de este ensayo se observa aprendizaje. Nos muestra además que el nivel asintótico de los participantes en la tarea de cinco cajas se alcanzó en el tercer ensayo y en la tarea de siete cajas en el cuarto ensayo [ver Figura 2].

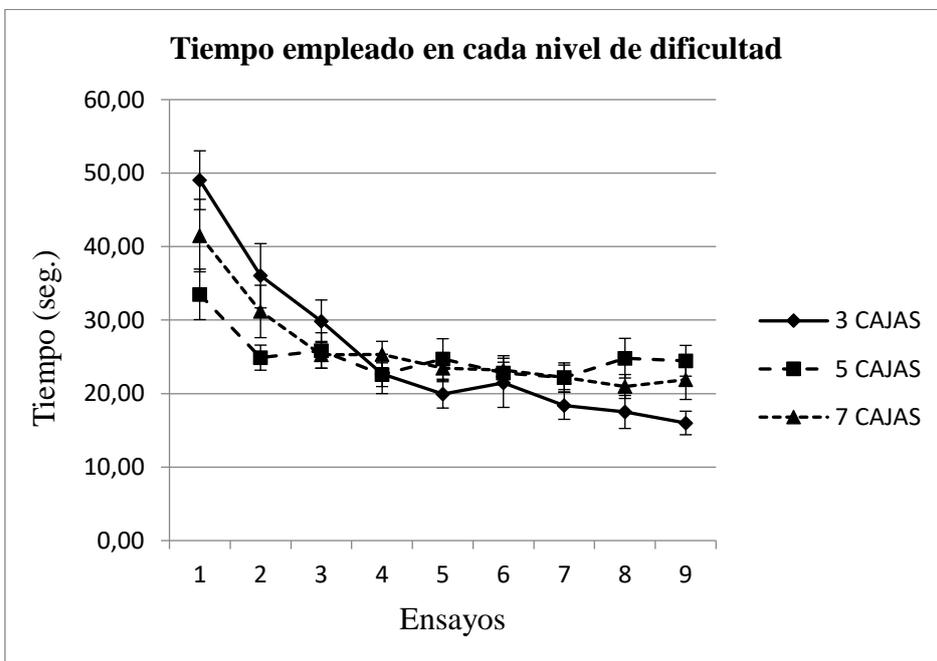


Figura 2. Tiempo empleado por los participantes en completar los ensayos en los tres niveles de dificultad de la condición EE. Media + SEM.

Condición Espacio Peripersonal: Tiempo

Un ANOVA de tres factores (Género x Dificultad x Ensayo, con medidas repetidas en las dos últimas variables mostró diferencias en la variable Ensayo ($F_{(8,2018)} = 16.98$; $p < 0.001$). Por el contrario, no se han encontrado diferencias en la variable Género ($F_{(1,26)} = 2.37$; $p > 0.05$), Dificultad ($F_{(2,52)} = 2.25$; $p > 0.05$). Tampoco reveló diferencias en las interacciones Dificultad x Ensayo ($F_{(16,416)} = 0.59$; $p > 0.05$), Ensayo x Género ($F_{(8,208)} = 16.98$; $p > 0.05$), Dificultad x Género ($F_{(2,52)} = 0.88$; $p > 0.05$), ni en Dificultad x Ensayo x Género ($F_{(16,416)} = 1.25$; $p > 0.05$).

El análisis post hoc de la variable Ensayo ha revelado que el nivel asintótico se alcanzó en el ensayo siete [ver Figura 3].

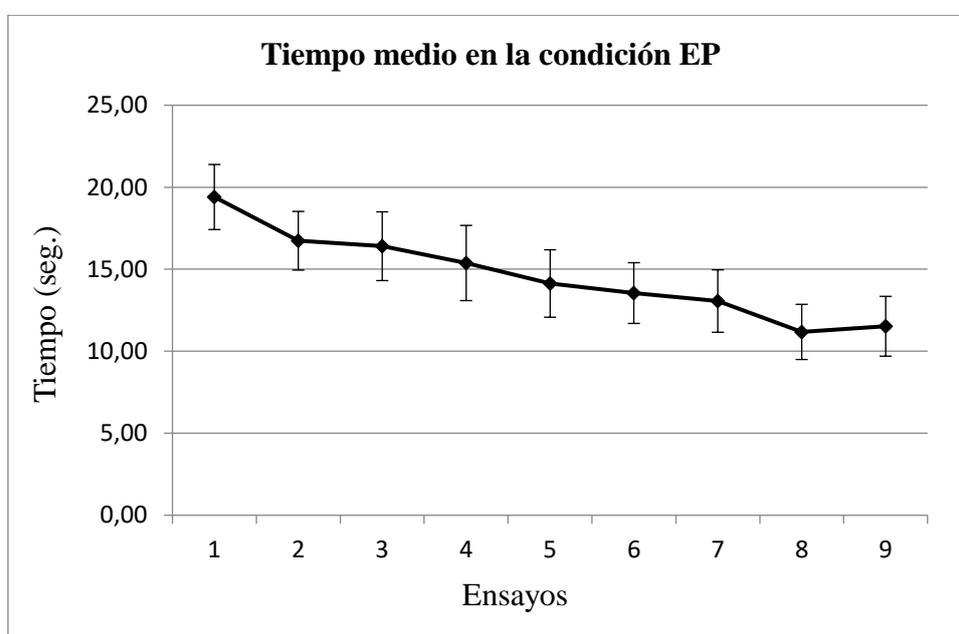


Figura 3. Tiempo medio de los sujetos en cada ensayo de la condición EE.

Errores en EE y EP

Un ANOVA de cuatro factores (Género x Tarea x Dificultad x Errores, con medidas repetidas en las dos últimas variables mostró diferencias estadísticamente significativas en las variables Tarea ($F_{(1,152)} = 14.06$; $p < 0.001$), Dificultad ($F_{(2,104)} = 22.54$; $p < 0.001$) y Ensayo ($F_{(8,416)} = 46.03$; $p < 0.001$). Además, reveló diferencias estadísticamente significativas en las interacciones Ensayo x Tarea x Género ($F_{(8,416)} = 3.9$; $p < 0.001$), Dificultad x Ensayo ($F_{(16,832)} = 5.28$; $p < 0.001$), Dificultad x Tarea ($F_{(2,104)} = 3.56$, $p < 0.05$)

y en la interacción Dificultad x Tarea x Género ($F_{(2,104)} = 4.72$, $p < 0.05$). Por el contrario, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la variable Género ($F_{(1,52)} = 0.62$; $p > 0.05$), ni en las interacciones Dificultad x Género ($F_{(2,104)} = 1.33$; $p > 0.05$, Ensayo x Tarea x Género ($F_{(1,52)} = 2.59$; $p > 0.05$), Errores x Tarea ($F_{(8,416)} = 1.69$; $p > 0.05$), Ensayo x Género ($F_{(9,416)} = 1.08$; $p > 0.05$, Dificultad x Ensayo x Tarea $F_{(16,832)} = 1.41$, $p > 0.05$, Dificultad x Ensayo x Género $F_{(16,832)} = 0.94$, $p > 0.05$ ni en Dificultad x Ensayo x Tarea x Género $F_{(16,832)} = 3.4$, $p > 0.05$.

El post hoc de Dificultad x Ensayo reveló que el nivel asintótico de la condición con tres cajas se alcanzó en el ensayo sexto, mientras que en las condiciones de cinco y siete cajas se alcanzó en el ensayo cuarto. Comparando niveles de dificultad, encontramos que la media de errores es menor en cinco cajas en comparación con la condición de tres cajas en los ensayos segundo (media de errores en la condición de tres cajas = 6.67; media en la condición de cinco cajas = 3.48) y tercero (media en la condición de tres cajas = 4.35; media en la condición de cinco cajas = 3.03). Por otro lado, también se observó que la media de errores con tres cajas era también mayor que con siete en los ensayos segundo (media de errores en tres cajas = 6.67; media de errores de cinco cajas = 2.67), tercero (media en tres cajas = 4.35; media en siete cajas = 2.69); cuarto (media en tres cajas = 3.71; media en siete cajas = 1.75) y quinto (media en la condición de tres cajas = 3.2; media en la de siete cajas = 1.51) [ver Figura 4].

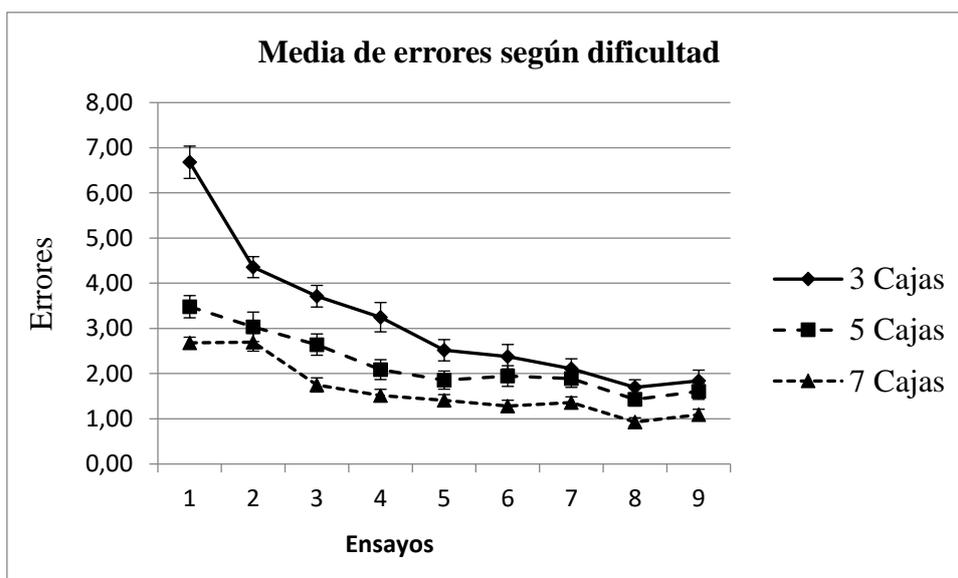


Figura 4. Número de errores cometidos en cada nivel de dificultad. La media de errores desciende más rápidamente en las condiciones de 5 y 7 cajas en comparación con la de 3

cajas. Durante toda la tarea el número de errores de la condición más fácil (3 cajas) es superior al número de errores de las más difíciles.

El análisis post hoc de la interacción Dificultad x Tarea x Género reveló que los hombres muestran diferencias entre las condiciones EE y EP (diferencias no existentes en el caso de las mujeres). La media de errores en tres cajas de la condición EE fue más baja (1.07) que la media de la condición EP (5.24). También se observó que la media de errores en cinco cajas de la condición EE fue menor que en la condición EP (media de errores en EE= 0.32 y media de errores en EP = 3.4). Por otro lado, se observó que la media de errores en hombres de la condición EP iba en disminución según se iba incrementando la dificultad (media en la condición tres cajas= 5.24; media en la condición cinco cajas= 3.4; y en siete cajas= 2.31).

Un análisis post hoc de Ensayo x Tarea x Género mostró que en la condición EE los hombres alcanzaron el nivel asintótico en el ensayo tres, mientras que en las mujeres se alcanzó en el quinto. En la condición EP los hombres lo alcanzaron en el ensayo seis y las mujeres en el cuarto [ver Figura 5]. Referente a las diferencias entre condiciones EE y EP, los hombres mostraron diferencias en los ensayos segundo (media en EE= 2.4; media en EP= 6.21) y tercero (media en EE= 1.04; media en EP= 4.95). En relación a las diferencias de género, se encontró que los hombres y mujeres de la condición EE mostraron diferencias en el segundo ensayo (media de hombres = 2.4; media de mujeres = 4.5) y el tercero (media de los hombres = 1.04; media de las mujeres= 2.95).

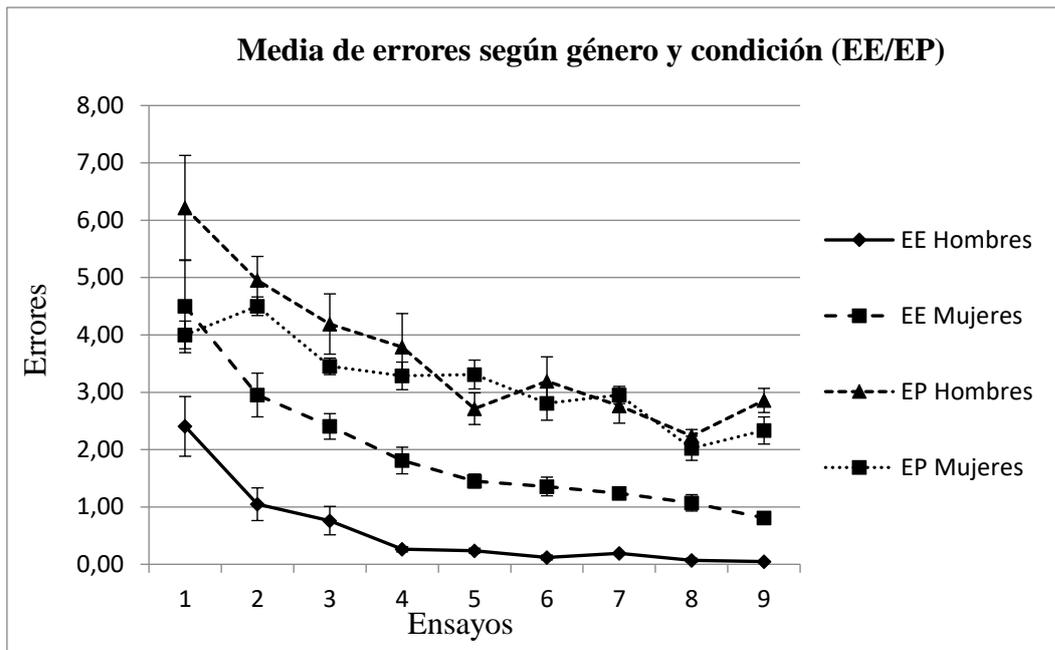


Figura 5. Media de errores cometidos por hombres y mujeres en las condiciones EE y EP. Media + SEM

La ejecución tanto de hombres como de mujeres es mejor en la condición EE, aunque es más acentuada en el caso de los hombres. Existen también diferencias de género en los primeros ensayos de la condición EE.

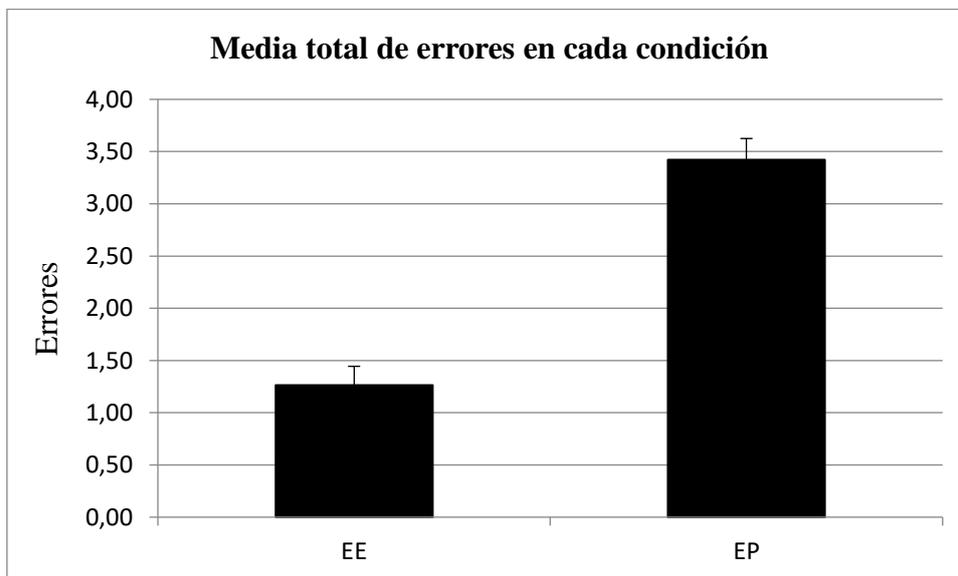


Figura 6. Media de errores de los participantes en ambas condiciones independientemente de la variable Dificultad. Se observa una mejor ejecución en la condición EE que en la condición EP. Media + SEM.

5. DISCUSIÓN

El presente estudio se ha servido de dos entornos de realidad virtual para la evaluación de la memoria espacial de 58 jóvenes. Para ello, se han utilizado dos versiones de la tarea “Sala de cajas” que permiten regular el nivel de dificultad. Esto nos ha permitido evaluar la memoria espacial de todos los participantes, pudiendo hacer comparaciones entre la ejecución de los hombres y las mujeres.

En este estudio se demuestra que existe una mejor ejecución de los participantes en la condición EE respecto a la condición EP, destacando las diferencias en la ejecución de los hombres de una y otra condición. Se han encontrado diferencias de género únicamente en la condición EE, dándose una ejecución más rápida de los varones además de un aprendizaje más temprano de éstos con respecto a las mujeres.

En lo relativo al tiempo de la condición EE, se observa que las mujeres tardan más en completar la tarea en el espacio extrapersonal. En este sentido sí existe una superioridad masculina en este tipo de tareas de memoria espacial. Numerosos estudios en seres humanos y otras especies han descrito esta superioridad (Astur y col., 1998; Cimadevilla y col., 1999; Dawson, 1972; Ge, Qi, Qiao, Wang, y Zhou, 2013; Lövdén y col., 2007; Coluccia y Louse, 2004; Lawton, 2010). El tiempo de esta condición varía en función del nivel de dificultad. Inicialmente, la ejecución es más rápida en las tareas más difíciles que en la más fácil. Esto se debe a que en la tarea de tres cajas el participante desconoce la habitación, por lo que invierte un mayor tiempo en completar los primeros ensayos. En la tarea de 5 cajas la ejecución es más rápida puesto que el participante conoce la habitación gracias a la experiencia previa. Mientras que la tarea de siete cajas es más rápida que la tarea de tres cajas, pero menos que la de cinco puesto que, aunque ha tenido un aprendizaje previo, es una tarea más difícil. Sin embargo, en ensayos posteriores esto se invierte. Es decir, se tarda más en completar las tareas con cinco y siete cajas que con tres. Esto ocurre porque, una vez se ha aprendido a realizar la tarea, se tarda más en completar aquellas con un mayor número de cajas verdes.

En lo que se refiere al tiempo en la condición EP, se ha demostrado que se tarda más en aprender a completar las tareas del espacio peripersonal que las tareas del espacio extrapersonal. Esto puede deberse a las diferencias existentes entre las dos condiciones. En la condición EP, los participantes se encontraban una tarea que no les permitía ver

todos los elementos de la habitación. Sin embargo, la condición EE permite un visionado al completo de la sala, lo cual facilita el aprendizaje de esta. Además, la condición EE permite una navegación por la habitación mediante el joystick mientras que la condición EP no la permite. Esa es la razón por la que el tiempo en realizar las condiciones es diferente. Ya que el hecho de tener que navegar por la habitación hace que el ensayo sea más lento de completar. Por otro lado, ambas condiciones cambian de pared de salida para evitar una solución egocéntrica, que no depende del hipocampo (por ejemplo, pensar: “voy para adelante y la segunda fila de cajas a la derecha”). Un hecho probado que favorece al mejor rendimiento en esta tarea, concretamente a la hora de facilitar la formación de mapas cognitivos, es la locomoción. Estudios han demostrado que los niños realizaban mejor una tarea de memoria espacial en una condición de locomoción que en una de imaginación (Rieser, Garing y Young, 1994). Como sabemos, el hecho de manejarse por la sala, dirigiendo el joystick hace que la tarea permita un visionado similar al que experimentamos al andar, es decir, un visionado del espacio extrapersonal. Mientras que en la condición EP la visión de la habitación es totalmente estática, limitándose a un espacio peripersonal.

En relación al número de errores, se ha comprobado que los participantes de las dos condiciones aprenden antes en las tareas más difíciles que en las más fáciles (ver Figura 4). Es decir, los errores descienden más rápidamente en las tareas más difíciles que en las más fáciles. Se observa que a medida que aumenta la dificultad, hay una menor media de errores en las tareas (dándose una mayor diferencia entre las tareas de siete y tres cajas que entre las tareas de cinco y tres cajas). Los resultados obtenidos hacen pensar que la experiencia en las condiciones previas, ayuda a que el aprendizaje en las condiciones más difíciles o posteriores se produzca antes. Por lo que podemos decir que la experiencia previa nos proporciona una mejor ejecución de la tarea aun cuando se aumente la dificultad de los ensayos.

Uno de los resultados más interesantes ha sido las diferencias encontradas en hombres entre el aprendizaje en la condición EE y la condición EP (diferencias que no existen en las mujeres). Se observa que el aprendizaje en la condición EP aparece más tarde que en la condición EE, existiendo además un mayor número de errores en EP. Podría ser porque en esta condición, solo ven tres paredes y en cada ensayo varían la perspectiva. Perspectiva que no pueden cambiar. Sin embargo, en la versión EE aunque partan de

paredes distintas pueden situarse en la posición de la sala que mejor conocen para determinar la posición de las cajas correctas.

Es necesario indicar que, durante la presentación del experimento en el laboratorio, se observó una mayor motivación de los participantes que realizaron la condición EE. Era más interesante para ellos puesto que implicaba la navegación por la habitación, llegando a parecer que estaban allí mismo. Podemos sugerir que cuanto más realista parezca la tarea de realidad virtual, más implicación obtendremos por parte de los sujetos, sobre todo si se trata de personas jóvenes. Puede ser que la motivación no tenga relación con el tiempo que invierten los sujetos en la tarea, pero si está relacionado con el número de errores cometidos.

Con respecto a las diferencias de género en los errores, solamente se han encontrado dimorfismo sexual en la condición EE. Concretamente, en los primeros ensayos (ensayos 2 y 3) de la condición EE, donde los hombres muestran una media de errores bastante inferior a las mujeres. Se puede decir entonces que, en esta condición, el aprendizaje en varones se produce antes. Asimismo, se ha visto que las mujeres aprenden antes en la condición EP a pesar de que no existan diferencias entre estas y los hombres. Esto podría estar indicando que quizás, dependiendo de la condición de la tarea espacial, las mujeres pueden mostrar una ejecución igual o mejor que los hombres, como han demostrado algunos estudios con diferentes tareas de memoria espacial (McBurney, Gaulin, Devineni y Adams, 1997; Tottenham, Saucier, Elias y Gutwin, 2003). Resulta necesario destacar que se han observado diferencias de género, pero no dependientes de la dificultad como aparecen en múltiples estudios (Cánovas y col., 2008). Aunque cabe decir que en este caso se tomaron diferentes grupos de sujetos para cada nivel de dificultad. Nuestros resultados, podrían deberse a que en la condición EP es difícil de aprender para ambos géneros, no destacando así la superioridad del varón en este tipo de tareas.

6. CONCLUSIONES

Como se observa, no se han cumplido las hipótesis iniciales. No existen diferencias en la ejecución de ninguna de las dos tareas bajo niveles de dificultad medios. Sin embargo, se ha afirmado la existencia de dimorfismo sexual en tareas de memoria espacial, apareciendo una superioridad de los varones con respecto a las mujeres.

No cabe duda que este tipo de tareas son una gran ayuda para estudiar la existencia de dimorfismo y las habilidades de orientación entre hombres y mujeres. Estas nos han permitido comprobar la superioridad masculina en distintas tareas de memoria espacial y saber bajo qué condiciones ocurren esas diferencias. Igualmente, son una fuente de información ante la posible presencia de daño en el hipocampo en personas de todas las edades, pudiendo informar de la aparición de enfermedades crónicas como el Alzheimer. No obstante, esto no quiere decir que una pobre ejecución en este tipo de tareas se deba exclusivamente a la presencia de un daño en el hipocampo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonova, E., Parslow, D., Brammer, M., Simmons, A., Williams, S., Dawson, G. R. y Morris, R. (2011). Scopolamine disrupts hippocampal activity during allocentric spatial memory in humans: An fMRI study using a virtual analogue of the Morris water maze. *Journal of Psychopharmacology*, 25(9), 1256–1265.
- Astur, R.S., Ortiz, M.L. y Sutherland, R.J. (1998). A characterization of performance by men and women in a virtual Morris water task: A large and reliable sex difference. *Behavioural Brain Research*, 93(1–2), 185–190.
- Astur, R. S., Taylor, L. B., Mamelak, A. N., Philpott, L. y Sutherland, R. J. (2002). Humans with hippocampus damage display severe spatial memory impairments in a virtual Morris water task. *Behavioural Brain Research*, 132, 77–84.
- Astur, R.S., Tropp, J., Sava, S., Constable, R.T. y Markus, E.J. (2002). Sex differences and correlations in a virtual Morris water task, a virtual radial arm maze, and mental rotation. *Behavioural Brain Research*, 151, 103–115.
- Burgess, N., (2006). Spatial memory: How egocentric and allocentric combine. *Science Direct*. 10(12), PAGINAS.
- Cánovas, R., Espínola, M., Iribarne, L. y Cimadevilla, J.M. (2008). A new virtual task to evaluate human place learning. *Behavioural Brain Research*, 190, 112-118.
- Cánovas, R., Fernández, R. y Cimadevilla, J.M., (2011). Effect of reference frames and number of cues available on the spatial orientation of males and females in a virtual memory task. *Behavioural Brain Research*, 216, 116–121.

- Cánovas, R., León, I., Serrano, P., Roldán, M. D., y Cimadevilla, J. M., (2011). Spatial navigation impairment in patients with refractory temporal lobe epilepsy: Evidence from a new virtual reality-based task. *Epilepsy and Behavior*, 22(2), 364-369.
- Castree, N., Kitchin, R. y Rogers, A. (2013). A Dictionary of Human Geography. *Oxford University Press*. ISBN: 9780191758065 [En línea] <http://0-www.oxfordreference.com.almirez.ual.es/view/10.1093/acref/9780199599868.001.0001/acref-9780199599868-e-1774?rskey=d3bwfA&result=1773> [Consulta 15 Mayo 2017].
- Cimadevilla, J.M., González-Pardo, H., López, L., Díaz, F., Cueto, E.G., García-Moreno, L.M. y Arias, J.L. (1999). Sex-related differences in spatial learning during the early postnatal development of the rat. *Behavioural Processes*, 46(2), 159–171.
- Coluccia, E. y Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of Environmental Psychology*, 24(3), 329–340.
- Dawson, J.L. (1972). Effects of sex hormones on cognitive style in rats and men. *Behavior Genetics*, 2(1), 21–42.
- Ge, J.F., Qi, C.C., Qiao, J.P., Wang, C.W. y Zhou, J. N. (2013). Sex differences in ICR mice in the Morris water maze task. *Physiological Research*, 62(1), 107–117.
- Kober, S.E. y Neuper, C. (2011). Sex differences in human EEG theta oscillations during spatial navigation in virtual reality. *International Journal of Psychophysiology*, 79, 347–355.
- Lawton, C. A. (2010). Gender, spatial abilities and wayfinding. In J. C. Chrisler, & D. R. McGreary (Eds.), *Handbook of gender research in psychology. Gender Research in General and Experimental Psychology*, vol. 1. 317–341.
- Lövdén, M., Herlitz, A., Schellenbach, M., Grossman-Hutter, B., Krüger, A., y Lindenberger, U. (2007). Quantitative and qualitative sex differences in spatial navigation. *Scandinavian Journal of Psychology*, 48(5), 353–358.
- McBurney, D.H., Gaulin, S.J.C., Devineni, T. y Adams, C., (1997). Superior spatial memory of women: stronger evidence for the gathering hypothesis. *Evolution and Human Behavior*. 18, 165–174.

- Maguire, E. A., Burgess, N., Donnett, J. G., Frackowiak, R. S., Frith, C. D. y O'Keefe, J. (1998). Knowing where and getting there: A human navigation network. *Science*, *280*, 921–924.
- Maguire, E.A., Nannery, R. y Spiers, H.J. (2006). Navigation around London by a taxi driver with bilateral hippocampal lesions. *Brain* *129*, 2894–2907.
- Monfort, P., Gomez-Gimenez, B, Llansola, M y Felipo, V. (2015). Gender differences in spatial learning, synaptic activity, and long-term potentiation in the hippocampus in rats: molecular mechanisms. *ACS Chemical Neuroscience*. *6*(8), 1420-1427.
- O'Keefe, J. y Nadel, L. (1978). The hippocampus as a cognitive map. *Oxford University Press*. ISBN 0-19-857206-9.
- Parsons, T.D., Larson, P., Kratz, K., Thiebaut, M., Bluestein, B., Galen, J.G. y Rizzo, A.A. (2004). Sex differences in mental rotation and spatial rotation in a virtual environment. *Neuropsychologia*, *42*, 555–562.
- Previc, F.H. (1998). The neuropsychology of 3-D space. *Psychological Bulletin*, *124*, 123-163.
- Rahman, Q. y Koerting, J. (2008). Sexual orientation-related differences in allocentric spatial memory tasks. *Hippocampus*, *18*, 55–63.
- Rieser, J.J, Garing, A.E y Young, M.F. (1994). Imagery, action and young children's spatial orientation: It's not being there that counts, it's what one has in mind. *Child Development*, *65*, 1262–78.
- Rosas, K., Parrón, I., Serrano, P., y Cimadevilla, J.M. (2013). Spatial cognition memory in a virtual reality task is altered in refractory temporal lobe epilepsy. *Epilepsy and Behavior*, *28*(2), 227–231.
- Tottenham, L.S., Saucier, D., Elias, L. y Gutwin, C., (2003). Female advantage for spatial location memory in both static and dynamic environments. *Brain and Cognition*. *53*, 381–383.
- Weniger G, Rhuleder M, Lange C, Irle E., (2012). Impaired egocentric memory and reduced somatosensory cortex size in temporal lobe epilepsy with hippocampal sclerosis. *Behavioural Brain Research*. *227*, 116-24.