

INFLUENCIA DEL SEXO EN LA INTERFERENCIA Y RENOVACIÓN CONTEXTUAL DEL APRENDIZAJE ESPACIAL EN HUMANOS

INFLUENCE OF SEX ON INTERFERENCE AND CONTEXTUAL RENEWAL OF HUMAN SPATIAL LEARNING

David Luna
Angélica Alvarado
Javier Vila

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad
de Estudios Superiores Iztacala, Estado de México,
México.

Recibido: Julio 04, 2012
Revisado: Octubre 12, 2012
Aprobado: Enero 09, 2013

Esta investigación fue apoyada por el financiamiento DGAPA-UNAM (IN302910). Resultados preliminares de este estudio fueron presentados en el XXI Congreso Mexicano de Análisis de la Conducta (agosto-septiembre, 2011), México, y en el XXIII Congreso de la Sociedad Española de Psicología Comparada (septiembre, 2011), España. El primer autor agradece a los coautores, a los participantes, y a Alberto Monroy Olvera por su colaboración en este estudio. La correspondencia en relación con este artículo debe dirigirse a David Luna, División de Investigación y Posgrado Facultad de Estudios Superiores, Iztacala Universidad Nacional Autónoma de México. correo electrónico: xeurop@hotmail.com.

Resumen

Se investigó si la ejecución en un segundo aprendizaje espacial (i.e. interferencia) y la renovación contextual de uno previo presentaban diferencias entre sexos. Dos grupos de hombres y dos de mujeres debieron localizar un llavero oculto en un anaquel virtual. El entrenamiento comprendió dos fases y el contexto presente en la segunda fase podía ser igual o diferente al de la primera; adicionalmente, en cada fase la meta se ubicó en un sitio diferente. Posteriormente se realizó una prueba en la que se omitió la meta y que fue conducida en el mismo contexto de la primera fase del entrenamiento. Los resultados mostraron una menor latencia para encontrar la meta durante la primera fase del entrenamiento y el ensayo inicial de la segunda en hombres, el cual presentó también una diferencia entre sexos en la distribución de respuestas de búsqueda. La prueba mostró un efecto de interferencia o de renovación contextual del aprendizaje espacial dependiendo de si el contexto fue siempre el mismo o cambió a lo largo del entrenamiento, sin diferencias entre sexos. Estos resultados demuestran diferencias entre sexos en un segundo aprendizaje espacial y en sus estrategias de búsqueda, pero no en la renovación contextual de uno previo.

Palabras clave: Tarea virtual, aprendizaje espacial, estrategias de búsqueda, diferencias entre sexos.

Abstract

Sex differences in the performance of a second spatial learning (i.e. interference) and in the context renewal of a previous one was researched. Two groups of men and women had to find a hidden key ring in a virtual shelf. Training included two phases, in the second phase the context could be the same or different from the first phase and in each one of them the goal location was different. Testing was conducted in the same context of the first phase of training with the difference that goal was omitted. Results showed that men had lower latencies to find the goal during the first phase and during the initial trial of the second phase; which also showed sex differences in the distribution of search responses. In the testing phase an interference effect or context renewal of spatial learning was observed respectively if the context was always the same or if it changes through training, without sex differences. These results demonstrate the presence of sex differences in a second spatial learning and in their search strategies, but not in the contextual renewal of a previous one. *Keywords:* Virtual task, spatial learning, search strategies, sex differences.

Introducción

Hombres y mujeres difieren en diversas habilidades cognitivas y de aprendizaje (Andreano & Cahill, 2009) siendo un caso concreto el del aprendizaje espacial (para una revisión ver Coluccia & Louse, 2004). El aprendizaje espacial permite a los organismos aprender y utilizar rutas para localizar metas en forma eficiente (Hampson, 1995) y así resolver diversos problemas adaptativos (e.g. localización de alimento, Shettleworth, 2010). Las diferencias entre sexos en este tipo de aprendizaje pueden expresarse en variables cuantitativas como la latencia, número de errores y distancia recorrida para localizar una meta, las cuales se han demostrado ser sistemáticamente menores en hombres respecto a mujeres (e.g. Astur, Ortiz & Sutherland, 1998; Astur, Tropp, Sava, Constable & Markus, 2004; Cánovas, Espínola, Iribarne & Cimadevilla, 2008; Ross, Skelton & Mueller, 2006; para resultados similares con ratas ver: Saucier, Shultz, Keller Cook & Binsted, 2008), aunque también en las estrategias de búsqueda empleadas. Para esto último, existe evidencia de que los hombres generalmente se apoyan en información de tipo euclidiana (i.e. geometría, métrica del entorno y puntos cardinales), mientras que las mujeres se apoyan en marcadores individuales (e.g. Sandstrom, Kauffman & Huettel, 1998; Saucier, et al., 2002). También se ha demostrado la búsqueda de una meta que abarca puntos más distantes respecto al sitio de origen en hombres pero no en mujeres (i.e. estrategia global vs. local; Brand-

ner, 2007; Pacheco-Cobos, Rosetti, Cuatianquiz & Hudson, 2010).

Si bien tales diferencias entre sexos han sido detectadas durante la adquisición de un aprendizaje espacial original, existe poca información acerca de si éstas persisten o desaparecen durante la adquisición de un segundo aprendizaje de esta misma naturaleza (pero ver Luna, Alvarado, López & Vila, 2012) o en la recuperación del primero. Si las diferencias entre sexos al resolver una tarea espacial se presentaran durante un primer aprendizaje pero no en el segundo, sería válido suponer que un proceso de adquisición que fue originalmente diferente podría posteriormente homogenizarse posiblemente en función de la experiencia; en cambio, si tanto la primera como la segunda adquisición de un aprendizaje espacial fueran distintas entre sexos, esto indicaría que procesos diferentes se mantienen así a través de múltiples adquisiciones. Para la recuperación de un aprendizaje espacial original, la ausencia o presencia de diferencias entre sexos sugeriría respectivamente que los procesos por los cuales se recupera la información espacial son equivalentes o distintos entre hombres y mujeres.

Una estrategia para abordar estas cuestiones es a través del estudio de los efectos de interferencia y recuperación (e.g. renovación contextual y recuperación espontánea) en el aprendizaje espacial. La interferencia se refiere al hecho por el cual la adquisición de un aprendizaje en un momento dificulta la recuperación de otro

adquirido en un momento distinto (Luque, Cobos & López, 2005). La teoría de la interferencia de Bouton (1993) propone que si una clave es seguida por distintas consecuencias en fases sucesivas, se formarán distintas asociaciones clave-consecuencia. Así, un EC que ha sido condicionado y posteriormente recibe una fase de extinción desarrollará dos significados distintos y por tanto generará ambigüedad, en base a lo cual esta aproximación supone que la conducta predominante en una prueba dependerá de las claves que reduzcan la interferencia. Entonces, una RC extinguida se recuperará cuando el contexto de prueba sea distinto del contexto presente durante la fase de extinción (renovación contextual) o cuando la prueba sea realizada después de un intervalo de tiempo posterior al final de la extinción (recuperación espontánea). De esta manera, la recuperación es dependiente de la interferencia y propone al olvido como la dificultad en la recuperación de un aprendizaje más que su destrucción (Bouton, 1993).

La interferencia, la renovación contextual, y la recuperación espontánea han sido demostrados en el aprendizaje espacial en humanos (Alvarado, López-Romero, Strempler-Rubio, Tamayo & Vila, 2010; Alvarado, Vila, Strempler-Rubio & López-Romero, 2011) y en roedores (Prados, Manteiga & Sansa, 2003). Alvarado et al. (2010) emplearon una tarea virtual bidimensional en la que dos grupos de participantes tenían que localizar una meta oculta en un área de búsqueda dividida en cuatro cuadrantes. El entrenamiento en la tarea comprendió dos fases y el contexto presente en la segunda fase fue igual o diferente al de la primera; además, en cada fase la meta se ubicó en un cuadrante diferente aunque en el mismo sitio del cuadrante correspondiente. En seguida, se realizó una prueba en la que se omitió la meta y que fue conducida siempre en el mismo contexto de la primera fase del entrenamiento. Aunque ambos grupos aprendieron la tarea, cuando el contexto fue el mismo tanto en el entrenamiento como en la prueba, los participantes continuaron buscando la meta en el último cuadrante en que se ubicó (i.e. efecto de interferencia); en cambio, cuando existió un cambio entre el contexto de la segunda fase del entrenamiento y el de la prueba, los participantes buscaron la meta preferente-

mente al primer cuadrante que la contuvo (i.e. efecto de renovación contextual). En otro estudio, Alvarado et al. (2011) entrenaron a dos grupos de participantes en un laberinto virtual de agua para localizar una plataforma escondida cuya ubicación era señalada en fases diferentes del entrenamiento por un par de marcadores distintos (i.e. AB ó CD). En la primera fase la plataforma se ocultó cerca de AB mientras que en la segunda se ocultó cerca de CD. Posteriormente se presentó una prueba en un grupo a las 0h y en otro a las 24h. En el grupo 0h, la búsqueda de la plataforma se realizó exclusivamente a partir del último par de marcadores que la señalaron su ubicación (i.e. efecto de interferencia); en cambio, en el grupo 24h la búsqueda fue realizada a partir de ambos pares de marcadores (i.e. recuperación espontánea). Finalmente, Prados et al. (2003) entrenaron a ratas a localizar una plataforma oculta en el laberinto de agua. Una vez aprendida la tarea, los animales fueron expuestos a una fase de extinción sin plataforma la cual continuó hasta que su ejecución alcanzó el nivel del azar y entonces fueron probados. Cuando la prueba se realizó enseguida de la fase de extinción y en el mismo contexto, la ejecución en la tarea se mantuvo al nivel del azar (i.e. efecto de interferencia). Pero, si entre la fase de extinción y la prueba se presentaba un intervalo de retención o un cambio físico del contexto, los animales recuperaban la conducta de nado dirigido originalmente aprendido (i.e. recuperación espontánea y renovación contextual respectivamente).

Recientemente Luna et al. (2012) demostraron que al evaluar la latencia para localizar una meta en una tarea virtual (c.f. Alvarado et al., 2010), tanto el primer aprendizaje espacial como el segundo presentó diferencias entre sexos. Al ser expuestos siempre al mismo contexto a través de un entrenamiento en dos fases, un grupo de hombres registró una menor latencia para localizar la meta en los ensayos intermedios de la primera respecto a un grupo de mujeres. Esto indica que si bien hombres y mujeres comenzaron la primera fase del entrenamiento con el mismo grado de desconocimiento sobre la localización de la meta y lo terminaron con un aprendizaje sobre ésta que fue equivalente, el proceso de adquisición difirió entre sexos. Esta

misma diferencia entre hombres y mujeres en la latencia para localizar la meta sucedió en la segunda fase del entrenamiento pero sólo en el ensayo inicial y en el cual, de forma inesperada, el número de errores (i.e. respuestas dadas en sitios que no contenían la meta) fue equivalente entre sexos. Lo anterior sugiere que a diferencia del primer aprendizaje espacial en el que las diferencias entre sexos emergen en el curso del entrenamiento para desaparecer a su final, en el segundo éstas emergen sólo al inicio. Adicionalmente, la diferencia en la latencia pero no en el número de errores cometidos sugiere una estrategia de búsqueda de la meta distinta entre hombres y mujeres, la cual posiblemente esté basada en una distribución de respuestas específica al sexo del participante. No obstante, Luna et al. (2012) no ofrecieron evidencia que apoyara o refutara esta última hipótesis.

Si bien en el trabajo de Luna et al. (2012) se demuestra una diferencia entre sexos en un segundo aprendizaje espacial, aún quedan algunas cuestiones por investigar, mismas que en el experimento que a continuación se reporta fueron abordadas. La primera de ellas fue confirmar, empleando su misma tarea, la diferencia entre sexos en la latencia para localizar una meta tanto en el primer como en el segundo aprendizaje espacial. En segundo lugar, se investigó si la diferencia entre sexos en el segundo aprendizaje ocurre al inicio y de ser así, si esta diferencia se acompaña de una distribución de respuestas distinta que pudiera sugerir el uso de una estrategia de búsqueda específica a cada sexo. Finalmente, en el estudio reportado por estos autores, todos los participantes resolvieron la tarea experimental en el mismo contexto, lo cual impide evaluar si un cambio de contexto físico después del segundo aprendizaje puede producir un efecto de renovación contextual (c.f. Alvarado et al. 2010) y si esta recuperación de lo aprendido presenta una diferencia entre sexos. Esta última cuestión también será abordada.

Método

Participantes

Participaron de manera voluntaria e informada y siguiendo los lineamientos éticos para la in-

vestigación con humanos de la FES Iztacala 64 estudiantes universitarios de ambos sexos, 32 mujeres y 32 hombres, con un rango de edad de 18 a 29 años ($m = 20.8$ y $d.e. = 2.7$), provenientes de universidades públicas y privadas de la Ciudad de México. Todos ellos fueron ingenuos en la tarea experimental y en los objetivos del estudio, con vista normal o corregida, y libres de medicamentos o sustancias que afectaran su desempeño cognitivo o motor. Con ellos se conformaron cuatro grupos de 16 integrantes del mismo sexo cada uno, y un grupo de cada sexo fue asignado a la condición AAA y ABA respectivamente (ver sección de Diseño).

Situación experimental

El estudio fue conducido en cubículos individuales de aproximadamente 2 m², libres de distractores y amueblados con una silla y una mesa. Una vez sentados, la vista de los participantes estuvo en línea recta al monitor de una computadora a una distancia aproximada de 60 cm.

Aparatos y materiales

En el diseño y desarrollo de la tarea experimental se empleó el programa SuperLab v. 4.0.8 (Cedrus Co.) implementado en un ordenador Dell Inspiron mini 10 Windows 7 Starter, conectado a un monitor de 14 plg. a color y equipado con un ratón óptico.

Tarea Experimental

Se empleó una tarea similar a la empleada por Luna et al. (2012) que consistió en la búsqueda de un llavero oculto en un cajón de un anaquel virtual bidimensional conformado por 120 cajones agrupados en cuatro cuadrantes de cinco renglones y seis columnas de cajones cada uno (Figura 1, izquierda). Esta división del área de búsqueda en cuadrantes permitió definir áreas de búsqueda específicas que fueran equivalentes entre sí y que en su conjunto conformaran un área de búsqueda mayor. Los cajones podían ser explorados al colocar el puntero del ratón sobre uno de ellos y presionar el botón izquierdo. Si el cajón contenía la meta aparecía por 3 s una pantalla con la foto de un llavero. No había consecuencia por explorar cajones que no contuvieran la meta. Los ensayos de entrenamiento fueron

programados para iniciar cuando el participante presionara la barra espaciadora del teclado de la computadora y para terminar al encontrar la meta o luego de un lapso de 90 s, lo que pasara primero. Se programó un ensayo de prueba de 60 s sin retroalimentación. Las instrucciones y la declaración de ética fueron presentadas al inicio de la tarea. Durante el entrenamiento las variables dependientes fueron la latencia y el número de exploraciones. La primera se refiere al tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo hasta la localización de la meta, mientras que la segunda consistió en el número de presiones

del ratón (i.e. respuestas) en lugares diferentes a donde se encontraba la meta. Adicionalmente se consideró la distribución de las respuestas de exploración sólo para el primer ensayo de la segunda fase del entrenamiento. En el ensayo se prueba se analizaron sólo los primeros 10 s y como variable dependiente se consideró la proporción de respuestas dadas en el cuadrante reforzado durante la primera fase del entrenamiento. Los contextos utilizados fueron la imagen de una cocina y la de un dormitorio y la tarea se presentaba en cualquiera de ellos dependiendo de la fase del diseño experimental (ver Figura 1).



Figura 1. Muestra el área total de búsqueda y su división en cuadrantes (izquierda) a la que eran expuestos los participantes durante la tarea experimental, las imágenes al fondo corresponden a los contextos en los que ésta fue presentada. Izquierda: Dormitorio. Derecha: Cocina.

Diseño

Se empleó un diseño mixto en el cual dos grupos de hombres y dos de mujeres, de 16 participantes cada uno, debían localizar una meta oculta en uno de varios sitios que conformaban el área de búsqueda, la cual podía ser presentada en el mismo o en diferentes contextos (ver Figura 1). Tras una fase de pre-exposición a los contextos comenzó el entrenamiento, mismo que incluyó una fase de adquisición y una fase de interferencia con seis ensayos cada una, para posteriormente presentarse un ensayo de prueba. Un grupo de cada sexo realizó la tarea siempre en el mismo contexto (i.e. condición AAA), mientras que los restantes realizaron la prueba en un contexto diferente respecto al presentado durante la

fase de interferencia (i.e. condición ABA). En cada condición los contextos fueron contrabalanceados de tal forma que para la mitad de los participantes el contexto A fuera la cocina y el contexto B el dormitorio, mientras que para el resto de ellos las condiciones fueron inversas.

Procedimiento

El estudio comprendió una sesión de aproximadamente 15 min de duración. Un investigador condujo a los participantes al ambiente experimental, les pidió sentarse en la silla frente al monitor de la computadora y que leyeran la declaración de ética y confidencialidad de los datos presentada en la pantalla, así como las instrucciones de la

tarea experimental. Posteriormente el investigador se retiraba. Al presionar la barra espaciadora del teclado de la computadora iniciaba la fase de pre-exposición, durante la cual cada contexto a emplear se presentó por un lapso de 30 s. Durante esta fase el participante no debía emitir respuesta alguna, y el orden de presentación de los contextos fue aleatorio. Concluida la pre-exposición se presentó el entrenamiento en la tarea. Para la fase de adquisición el llavero se ubicó en un cajón de la esquina superior derecha y para la fase de interferencia éste fue colocado en un cajón de la esquina inferior izquierda; dicha ubicación permaneció constante durante los ensayos correspondientes a cada fase. Esto fue así para la mitad de los participantes en cada grupo en ambas condiciones y fue contrabalanceado para el resto. Posteriormente se presentaba el ensayo de prueba, a cuyo término se daba por concluido el estudio.

Resultados

El aprendizaje de cada grupo en la tarea fue analizado a través del cambio en la latencia y el número de exploraciones requeridas para localizar la meta (i.e. llavero) a través de los ensayos de entrenamiento en cada fase (i.e. adquisición e interferencia). La gráfica de la izquierda en la Figura 2 muestra en datos agrupados por sexo

la latencia promedio de los participantes para encontrar la meta, misma que disminuyó sistemáticamente en función del transcurso de los ensayos de cada fase tanto en hombres como en mujeres. Lo anterior indica que los participantes de ambos sexos aprendieron la tarea. Un ANOVA $2 \times 2 \times (6)$ con los factores sexo (hombres vs. mujeres), fase (adquisición vs. interferencia) y ensayos (1-6) reveló un efecto principal para cada uno de ellos, $F(1, 124) = 28.01$, $F(1, 124) = 58.23$, $F(5, 620) = 176.85$, $p < .001$, respectivamente, así como la interacción Ensayos $\times$ Sexo $\times$ Fase, $F(5, 620) = 2.55$, $p < .05$. El análisis de esta triple interacción se llevó a cabo a partir de dos ANOVAS $2 \times (6)$ con los factores sexo y ensayos, uno para cada fase del entrenamiento (i.e. adquisición e interferencia). El análisis realizado para la fase de adquisición reveló un efecto principal para ambos factores, sexo, $F(1, 62) = 15.66$, ensayos, $F(5, 310) = 96.56$, $p < .001$, así como su interacción, Ensayos $\times$ Sexo, $F(5, 310) = 3.45$, $p < .01$; para la fase de interferencia también se detectó un efecto principal en ambos factores, sexo, $F(1, 62) = 13.06$, ensayos, $F(5, 310) = 95.23$, y su interacción, Ensayos $\times$ Sexo, $F(5, 310) = 5.04$, en todos los casos con una $p < .001$. La interacción de los factores Ensayos $\times$ Sexo en ambas fases del entrenamiento sugiere que la ejecución de los participantes a través de los ensayos dependió de su sexo, siendo los hombres quienes localizaron la meta en un

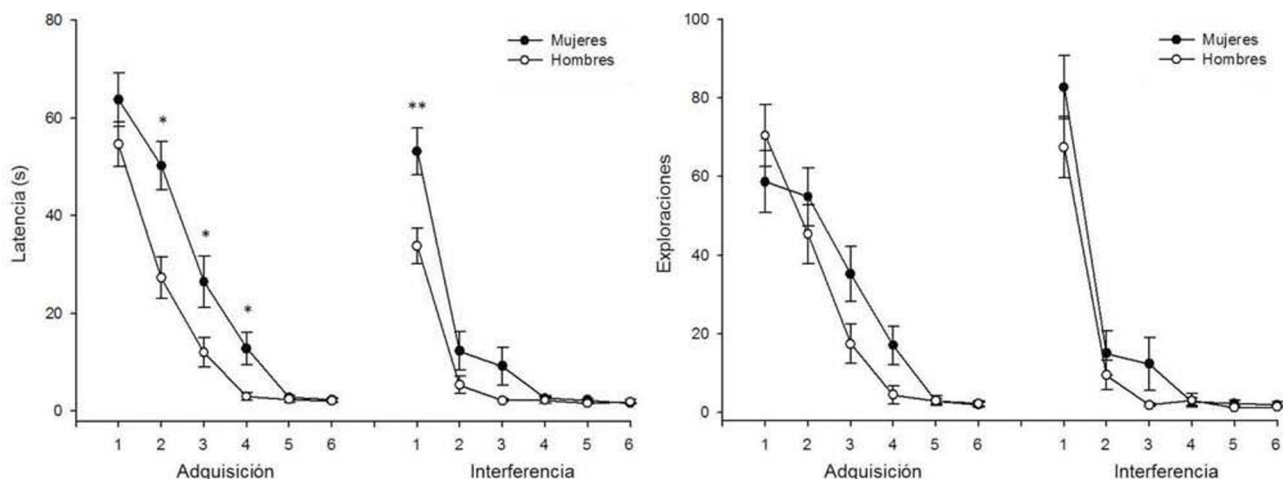


Figura 2. Izquierda: Latencia para localizar la meta en ambas fases del entrenamiento. Derecha: Exploraciones realizadas en el área de búsqueda durante ambas fases del entrenamiento. La barra de error indica el error estándar de la media. * $p < .05$. ** $p < .01$.

tiempo menor en comparación a las mujeres. Subsecuentes comparaciones planeadas entre sexos a través de pruebas *t* de una cola para grupos independientes con ajuste de Bonferroni confirmaron este resultado en los ensayos 2, 3, y 4 de la fase de adquisición, $t(62) = 3.54, 2.37, 2.84$, y $p < .05$, respectivamente, y en el Ensayo 1 de la fase de interferencia, $t(62) = 3.22, p < .01$.

El número de exploraciones requeridas por los participantes de ambos sexos para localizar la meta en los ensayos en cada fase del entrenamiento se muestra en la gráfica derecha de la Figura 2. La disminución sistemática mostrada por los participantes de ambos sexos en cada fase del entrenamiento es consistente con la reducción en su latencia para localizar la meta, y es también un indicador de aprendizaje en la tarea. El análisis de esta variable fue realizado a través de un ANOVA 2 x (5) con los factores sexo (hombres vs. mujeres) y ensayos (2-4, y 1, 2 de la fase de adquisición e interferencia respectivamente), y se consideraron sólo éstos ya que en el Ensayo 1 de la primera fase los participantes no contaban con información sobre la ubicación de la meta y para los ensayos 5 y 6 de esta misma y los ensayos 3-6 de la fase siguiente ya habían alcanzado el nivel asintótico (c.f. Luna et al., 2012; Cánovas et al., 2008). Este análisis reveló un efecto principal para los factores sexo, $F(1, 62) = 10.98$, y ensayos, $F(4, 248) = 37.81, p < .001$, pero no para su interacción, $p > .05$. Lo anterior indica que si bien en los todos los participantes el número de exploraciones requeridas para localizar la meta disminuyó en función de los ensayos considerados, con un incremento esperado en el Ensayo 1 de la fase de interferencia, no hubo diferencias entre sexos en esta variable.

Un análisis de la distribución de respuestas de exploración en el Ensayo 1 de la fase de interferencia fue conducido a fin de identificar si la diferencia entre sexos en la latencia para encontrar la meta pero no en el número de exploraciones para hacer esto fue debida una estrategia de búsqueda distinta empleada por hombres y mujeres. Este mismo análisis fue conducido también para el Ensayo 1 de la fase de adquisición con el objetivo de comparar la estrategia de búsqueda empleada en la primera y en la segunda ocasión en que los participantes de cada sexo debían localizar la meta

sin conocimiento previo sobre su ubicación (i.e. ensayo inicial en cada fase). Para ello, se definió el área total de búsqueda (i.e. los 4 cuadrantes en el anaquel) en tres zonas de respuesta: C1+ y C2+, que fueron los cuadrantes que contuvieron la meta en las fases de adquisición e interferencia respectivamente; y C-, la fusión de los dos cuadrantes que nunca fueron reforzados. Para las dos primeras zonas se consideró el número de exploraciones realizadas en cada una de ellas, mientras que para la última se consideró el promedio de exploraciones de los dos cuadrantes que ésta abarcó.

Bajo las consideraciones antes descritas, la distribución de respuestas de exploración para el Ensayo 1 de cada fase del entrenamiento fue analizada a través de un ANOVA 2 x 3 con los factores sexo (hombres vs. mujeres) y zona de respuesta (C1+, C2+, C-). En el caso de la fase de adquisición, este análisis reveló un efecto principal sólo para el factor zona de respuesta, $F(2, 186) = 9.85, p < .001$; comparaciones subsecuentes (DHS) revelaron que una sola zona (i.e. C1+) concentró la mayoría de las respuestas de exploración, independientemente del sexo de los participantes, $p < .05$. Este resultado indica el uso de la misma estrategia de búsqueda en ambos sexos durante este ensayo. En lo que respecta a la fase de interferencia, se detectó un efecto principal para el factor zona de respuesta, $F(2, 186) = 30.87, p < .001$, y una interacción Sexo x Zona de respuesta, $F(2, 186) = 3.20, p < .05$. El análisis de esta interacción Sexo x Zona de respuesta se llevó a cabo por medio de dos ANOVAS unifactoriales, uno para cada sexo, mismos que revelaron diferencias en la distribución de respuestas de exploración en ambos sexos, hombres, $F(2, 93) = 9.06$, mujeres, $F(2, 93) = 33.39, p < .001$. Comparaciones subsecuentes (DHS) confirmaron que en este caso los hombres respondieron menos a la zona C1+ que a la C2+ y a la C-, mientras que las mujeres respondieron más a C- que a C1+ y a C2+, $p < .01$. Ninguna otra comparación resultó significativa, $p > .05$. Este resultado indica que en este ensayo ambos sexos exploran con menor frecuencia el área que circunda la primera ubicación conocida de la meta; sin embargo, en la búsqueda de la nueva ubicación de la meta los hombres distribuyeron sus respuestas de exploración de forma

equitativa en el área total restante, mientras que las mujeres lo hicieron sólo en las áreas adyacentes

en dirección vertical u horizontal a la ubicación de la meta conocida (ver Figura 3).

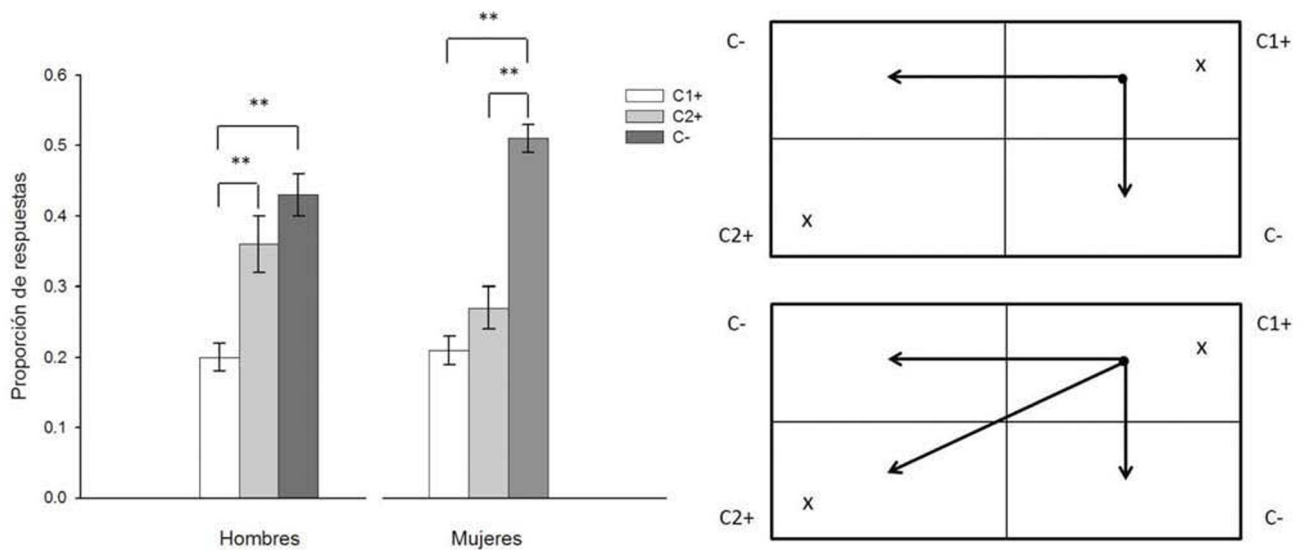


Figura 3. Izquierda: Proporción de respuestas dadas a las zonas de respuesta C1+, C2+, y C- (ver texto) durante el Ensayo 1 de la fase de interferencia. La barra de error indica el error estándar de la media. ** $p < .01$. Derecha: Distribución de las respuestas de búsqueda empleada por mujeres (arriba) y hombres (abajo) durante el Ensayo 1 de la fase de interferencia. Se toma como punto de partida el cuadrante reforzado durante la primera fase del entrenamiento. C1+ y C2+ = zonas en que se ocultó la meta durante la primera y segunda fase del entrenamiento respectivamente. C- = zona que nunca alojó la meta. x = localización de la meta.

A fin de identificar en los grupos un efecto de interferencia o de renovación contextual, se cuantificó la proporción de respuestas dadas al cuadrante reforzado en la primera fase del entrenamiento (i.e. fase de adquisición) durante los primeros 10 s de la fase de prueba. Éstas se presentan en la Figura 4. Un ANOVA 2 x 2 con los factores condición (AAA vs. ABA) y sexo (hombres vs. mujeres) reveló un efecto principal sólo para el primero, $F(1, 60) = 5.86$, $p < .01$. Lo anterior indica que en el lapso considerado relevante para el ensayo de prueba hubo un incremento en la tendencia a responder al cuadrante reforzado en la fase de adquisición en los grupos expuestos a la condición ABA, pero no en aquellos expuestos a la AAA, lo que es consistente con un efecto de renovación contextual y uno de interferencia respectivamente. Adicionalmente, esto ocurrió con independencia del sexo de los participantes.

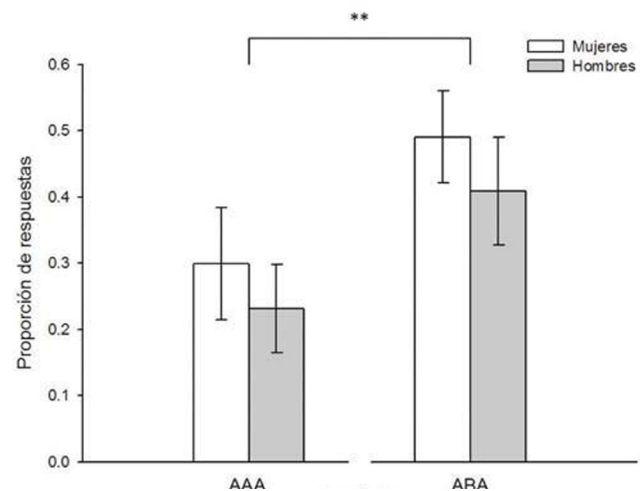


Figura 4. Proporción de respuestas dadas al cuadrante reforzado en la fase de adquisición durante los primeros 10 s del ensayo de prueba. ** $p < .01$.

Discusión

En este estudio a través de un entrenamiento en dos fases los participantes debieron aprender la ubicación de un llavero oculto en un anaquel con cajones dividido en cuatro cuadrantes equivalentes. Durante la primera fase, la meta fue colocada en un cuadrante específico del anaquel y para la fase siguiente se colocó en uno diferente, aunque en ambos casos la posición de la meta se mantuvo fija en el cuadrante correspondiente. Lo anterior creó una situación de interferencia entre el aprendizaje adquirido durante la primera fase (i.e. sitio $x \rightarrow$ meta) y el adquirido durante la segunda (i.e. sitio $y \rightarrow$ meta). Adicionalmente, un grupo de hombres y uno de mujeres fueron entrenados siempre en el mismo contexto, mientras que para dos grupos equivalentes el contexto presente en la segunda fase del entrenamiento fue diferente al empleado en la primera. Posteriormente, todos los grupos fueron expuestos a un ensayo de prueba con la meta omitida y que fue realizado en el contexto presente durante la primera fase del entrenamiento (i.e. condiciones AAA y ABA respectivamente). Con este diseño se buscó confirmar la ocurrencia de la diferencia entre sexos para localizar la meta reportada durante la primera y la segunda adquisición de un aprendizaje espacial por Luna et al. (2012), así como evaluar si esta diferencia ocurre también en la recuperación del primer aprendizaje durante la renovación contextual. La diferencia entre sexos en la latencia para localizar la meta durante la primera fase del entrenamiento y que fue menor en hombres respecto a mujeres es consistente a los resultados obtenidos por Luna et al. (2012), así como con otros trabajos que emplean tareas virtuales en tres dimensiones (e.g. Astur et al., 1998; Astur et al., 2004; Cánovas et al., 2008; Ross et al., 2006). Esto se une al cuerpo de evidencia que demuestra una ejecución diferencial entre sexos al resolver tareas de aprendizaje espacial (e.g. Coluccia & Louse, 2004) y en donde los hombres generan latencias de menor valor respecto a mujeres. Junto a esto y confirmando el resultado originalmente reportado por Luna et al. (2012), la latencia para localizar la meta en el ensayo inicial de la segunda fase del entrenamiento fue también menor en hombres respecto a mujeres. Esto último apoya la posibilidad de

que en el aprendizaje espacial operan procesos diferentes entre sexos que se mantienen así a través de múltiples adquisiciones.

Si bien las diferencias entre sexos se presentaron en el primer aprendizaje y se mantuvieron durante el segundo, éstas no fueron equivalentes: Durante la primera fase del entrenamiento se presentaron sólo en los ensayos intermedios, mientras que durante la segunda fase lo hicieron sólo en el ensayo inicial. Esto sugiere que de la primera a la segunda ocasión que ambos sexos se enfrentaron a la tarea de localizar una meta sin algún conocimiento previo sobre su ubicación (i.e. Ensayo 1 de cada fase), sus estrategias de búsqueda cambiaron. Esta hipótesis se ve apoyada por el análisis de distribución de respuestas exploratorias en las zonas C1+, C2+, y C- conducido para los ensayos iniciales de cada fase. Para el Ensayo 1 de la primera fase del entrenamiento todos los participantes sin importar el sexo mostraron un sesgo hacia una zona de respuestas particular (i.e. C1+), situación que cambió para el Ensayo 1 de la fase siguiente. Tomando como punto de referencia la zona donde fue ubicada la meta durante la Fase 1 (C1+), para el Ensayo 1 de la Fase 2 los hombres mostraron una alta tendencia a explorar la totalidad del área de búsqueda restante (i.e. C2+ y C-); en cambio, las mujeres mostraron una tendencia a explorar de forma insistente sólo en ciertas partes de dicha área (i.e. C-). Es altamente probable que esta diferencia entre la distribución de las respuestas de exploración haya ocasionado la mayor demora para localizar la nueva ubicación de la meta por mujeres respecto a los hombres. Además, la forma en que difirieron las estrategias de búsqueda entre sexos es consistente con otros estudios que demuestran el uso de estrategias locales por mujeres y globales por hombres (e.g. Brandner, 2007; Pacheco-Cobos et al., 2010). No obstante, aún es necesario realizar más estudios que confirmen la relación entre las diferencias en la estrategia de búsqueda de una meta por hombres y mujeres con las diferencias entre sexos en la latencia para localizar esta misma.

Respecto al efecto de interferencia y de renovación contextual en el aprendizaje espacial, si

bien todos los participantes aprendieron la ubicación de la meta en cada fase del entrenamiento, durante el ensayo de prueba los grupos en la condición AAA respondieron preferentemente al último cuadrante que la contuvo, mientras que aquellos expuestos a la condición ABA lo hicieron sobre el primero. Así, los resultados en la condición AAA demuestran un efecto de interferencia en el aprendizaje espacial en humanos ya que durante el ensayo de prueba los participantes respondieron con base en el segundo aprendizaje adquirido (i.e. sitio y $\rightarrow$ meta), aun cuando su primer aprendizaje indicaba la localización de la meta en un sitio distinto (i.e. sitio x $\rightarrow$ meta). En cambio, los resultados en la condición ABA demuestran un efecto de renovación contextual ya que durante la prueba los participantes respondieron con base en el primer aprendizaje adquirido (i.e. sitio x $\rightarrow$ meta), aun cuando su segundo y más reciente aprendizaje señalaba la meta en un sitio diferente (i.e. sitio y $\rightarrow$ meta). Esta demostración de interferencia en el aprendizaje espacial así como su renovación contextual son consistentes con el trabajo de Alvarado et al. (2010) también con humanos y con el de Prados et al. (2003) con ratas.

La renovación contextual del aprendizaje espacial puede ser interpretada a través de la teoría de la recuperación de la información (Bouton, 1993) la cual sugiere que la interferencia por la competición entre informaciones similares dificulta la recuperación de una respuesta particular. También apunta que bajo ciertas condiciones como el cambio de contexto físico o temporal luego de la interferencia, el aprendizaje original puede ser recuperado. De acuerdo con esta aproximación, es válido sugerir que durante la primera fase del entrenamiento se habría establecido una asociación entre un sitio específico del anaquel y la meta (sitio x $\rightarrow$ meta). Para la fase siguiente y ante el cambio en la ubicación de la meta, ésta habría establecido una nueva asociación ahora con otro sitio (sitio y $\rightarrow$ meta), que a su vez habría debilitado la expresión de la primera. Esto da como resultado una situación en la que dos diferentes estímulos (i.e. los cajones en el anaquel que representan respectivamente el sitio x y el sitio y) se han asociado a una misma consecuencia (i.e. la meta). Bajo estas circunstancias,

se esperaría la recuperación de la información original cuando existiese un cambio en el contexto de adquisición de la segunda información (Bouton, 1993). Los resultados obtenidos en los grupos en la condición ABA son consistentes con esta postura: Cuando el ensayo de prueba fue realizado en un contexto diferente al de la fase de interferencia los participantes tendieron a responder al primer cuadrante reforzado, lo cual sugiere una recuperación de la asociación sitio x $\rightarrow$ meta. Lo anterior no sucede en los grupos en la condición AAA debido a que el contexto en que se presentó la fase de interferencia y el ensayo de prueba al ser el mismo mantendría activa la asociación sitio y $\rightarrow$ meta, lo cual interfiere con la recuperación de la asociación adquirida previamente (i.e. sitio x $\rightarrow$ meta).

Debe mencionarse que en los resultados obtenidos para el ensayo de prueba, los cuales demuestran un efecto de interferencia y de renovación contextual del aprendizaje espacial en humanos, no se observaron diferencias entre sexos. Esto a pesar de que en el comienzo de la segunda fase, que representa el segundo aprendizaje, sí las hubo. Una posible explicación a esto es que el proceso de adquisición (i.e. establecimiento de una asociación entre un sitio y una meta) del aprendizaje espacial es diferente entre sexos, pero una vez que éste termina, hombres y mujeres han aprendido lo mismo. Entonces, al considerar que en una prueba de interferencia y una de renovación contextual se expresa lo que el organismo ha aprendido, no se esperan diferencias entre sexos. Los datos se ajustan a este planteamiento.

En conclusión, este estudio ofrece evidencia a favor de una diferencia entre sexos durante la adquisición de un primer y segundo aprendizaje espacial, que a su vez es distinta respecto al momento de su ocurrencia. Adicionalmente, demuestra que hombres y mujeres emplean estrategias de búsqueda diferentes ante una segunda situación de búsqueda de una meta. Finalmente, se demuestra la ocurrencia de los efectos de interferencia y de recuperación contextual del aprendizaje espacial en humanos, los cuales no presentan diferencias entre sexos.

Referencias

- Alvarado, A., López-Romero, L., Strempler-Rubio, E., Tamayo, C. & Vila, J. (2010). Renovación y recuperación espontánea en humanos en una tarea de búsqueda espacial con interferencia. *Memorias del XXII Congreso de la Sociedad Española de Psicología Comparada*. (p. 50). España: Universidad de Almería.
- Alvarado, A., Vila, J., Strempler-Rubio, E., & López-Romero, L. J. (2011). Aprendizaje espacial y recuperación espontánea en humanos. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 37, 139-153, disponible vía: <http://dx.doi: 10.5514/rmac.v37.i2.26144>
- Andreano, J. M., & Cahill, L. (2009). Sex influences on the neurobiology of learning and memory. *Learning & Memory*, 16, 248-266, available via: <http://dx.doi: 10.1101/lm.918309>
- Astur, R. S., Ortiz, M. L., & 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, 185-190, available via: [http://dx.doi: 10.1016/S0166-4328\(98\)00019-9](http://dx.doi: 10.1016/S0166-4328(98)00019-9)
- Astur, R. S., Troop, J., Sava, S., Constable, R. T., & Markus, E.J. (2004). Sex differences and correlations in Morris water task, a virtual radial maze, and mental rotation. *Behavioural Brain Research*, 151, 103-115, available via: <http://dx.doi: 10.1016/j.bbr.2003.08.024>
- Bouton, M. E. (1993). Context, time, and memory retrieval in the interference paradigms of pavlovian learning. *Psychological Bulletin*, 114, 80-99. doi: 10.1037/0033-2909.114.1.80
- Brandner, C. (2007). Strategy selection during exploratory behavior: sex differences. *Judgment and Decision Making*, 2, 326-332.
- Cánovas, R., Espínola, M., Iribarne, L. & Cimadevilla, J. M. (2008). A new virtual task to evaluate human place learning. *Behavioural Brain Research*, 190, 112-118, available via: <http://dx.doi: 10.1016/j.bbr.2008.02.024>
- Coluccia, E., & Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of Environmental Psychology*, 24, 329-340, available via: <http://dx.doi:10.1016/j.jenvp.2004.08.006>
- Hampson, E. (1995). Spatial cognition in humans: Possible modulation by androgens and estrogens. *Journal of Psychiatry and Neurosciences*, 20, 397-404.
- Luna, D., Alvarado, A., López, L. & Vila, J. (2012). Dimorfismo sexual en la adquisición de un segundo aprendizaje espacial. *Journal of Behavior, Health & Social Issues*, 4, 27-38, disponible vía: <http://dx.doi:10.5460/jbhsi.v4.1.32969>
- Luque, D., Cobos, P. L., & López, F. J. (2005). Procesos de razonamiento causal en la interferencia entre señales. En N. J. Vila & J. M. Rosas (Eds.), *Aprendizaje causal y recuperación de la información* (pp. 18-30). España: Del lunar.
- Pacheco-Cobos, L., Rosetti, M., Cuatrecasas, & Hudson, R. (2010). Sex differences in mushroom gathering: men expend more energy to obtain equivalent benefits. *Evolution and Human Behavior*, 31, 289-297, available via: <http://dx.doi: 10.1016/j.evolhumbehav.2009.12.008>
- Prados, J., Manteiga, D., & Sansa, J. (2003). Recovery effects after extinction in the Morris swimming pool navigation task. *Learning & Behavior*, 31, 299-304, available via: <http://dx.doi: 10.3758/BF03195991>
- Ross, S. P., Skelton, R. W., & Mueller, S. C. (2006). Gender differences in spatial navigation in virtual space: implications when using virtual environments in instruction and assessment. *Virtual Reality*, 10, 175-184, available via: <http://dx.doi: 10.1007/s10055-006-0041-7>
- Sandstrom, N. J., Kauffman, J., & Huettel, S. A. (1998). Males and females use different distal cues in a virtual environment navigation task. *Cognitive Brain Research*, 6, 351-360, available via: [http://dx.doi: 10.1016/S0926-6410\(98\)00002-0](http://dx.doi: 10.1016/S0926-6410(98)00002-0)
- Saucier, D. M., Green, S. M., Leason, J., MacFadden, A., Bell, S., & Elias, L. J. (2002). Are sex differences in navigation caused by sexually dimorphic strategies or by differences in the ability to use the strategies?. *Behavioral Neurosciences*, 116, 403-410, available via: <http://dx.doi: 10.1037/0735-7044.116.3.403>

- Saucier, D. M., Shultz, S. R., Keller, A. J., Cook, C. M., & Binsted, G. (2008). Sex differences in object location memory and spatial navigation in Long-Evans rats. *Animal Cognition*, 11, 129-137, available via: <http://dx.doi: 10.1007/s10071-007-0096-1>
- Shettleworth, S. J. (2010). *Cognition, evolution and behavior*. EEUU: Oxford University Press.

Auto-referencias de autor: 3

Auto-referencias de la revista JBHSI: 1