



UNAM IZTACALA

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Ensombrecimiento en una tarea de aprendizaje espacial con humanos

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGIA
P R E S E N T A (N)

Alberto Monroy Olvera

Directora: Dra. **Angélica Serena Alvarado García**

Dictaminadores: Dra. **Livia Sánchez Carrasco**

Dr. **Nicolás Javier Vila Carranza**



Esta tesis fue financiada por el proyecto PAPIIT IN304513



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el apoyo y comprensión incondicional en todo momento, pues sin cada uno ellos nada de esto sería posible, porque son parte de lo que soy y seré, pues esto no es solo mío, sino también suyo. Gracias papá, gracias mamá, gracias Kaki, gracias Mari.

A mi pareja y amigos con los que he tenido un sinfín de experiencias buenas y malas y que de una u otra forma siempre me han motivado y a los que les debo de una u otra forma lo que soy y seré.

A la Dra. Angélica Serena por siempre estar dispuesta a ayudarme, por todo su tiempo, confianza y amistad.

A la Dra. Livia Sánchez por haber aceptado ser parte de comité y compartirme parte de sus conocimientos.

Al Dr. Javier Vila, un gran profesor que me ha compartido diversos conocimientos y experiencias, así como su apoyo y amistad.

A mi comité en general por guiarme, aconsejarme y compartirme sus conocimientos que llevaron a la elaboración de este trabajo.

A Eneida por su amistad, comprensión y apoyo.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	1
MODELO RESCORLA Y WAGNER	7
ENSOMBRECIMIENTO	14
APRENDIZAJE ESPACIAL	19
MÉTODO GENERAL	24
Experimento 1	24
Método	24
Resultados y discusión	29
Experimento 2	31
Método	32
Resultados y discusión	34
DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIÓN	37
BIBLIOGRAFÍA	40

RESUMEN

Se considera que el aprendizaje de un estímulo dependerá de los estímulos entrenados en compuesto durante el condicionamiento, lo que produce competición entre claves. Un ejemplo es el ensombrecimiento, en el cual una clave *A* elicitaba una mayor respuesta condicionada que una clave *B*. Rescorla & Wagner (1972) explican el ensombrecimiento a partir de la influencia de la saliencia (α) de los estímulos presentes durante el condicionamiento. Con el fin de identificar el papel de la saliencia de un estímulo en el ensombrecimiento entre claves geométricas (CG) y claves no geométricas (CNG) en una tarea de aprendizaje de búsqueda espacial, se diseñó un primer experimento en el que los participantes aprendieron a buscar un área meta dentro de un triángulo, en donde entraban en competición dos tipos de información, la respectiva a las CG y a las CNG. El entrenamiento constó de ocho ensayos, finalmente se presentaron tres ensayos de prueba, uno con ambas claves y los otros uno con CNG y otro con CG. En un segundo experimento se realizó el mismo entrenamiento y pruebas, pero se modificó la saliencia de las CNG. Los resultados son coherentes con las predicciones del modelo de Rescorla y Wagner respecto al ensombrecimiento.

INTRODUCCIÓN

Una gran cantidad de seres vivos han ido desarrollando a través de procesos de selección natural diversas capacidades que les han permitido responder de manera óptima a los constantes cambios que el medio presenta, unas de estas capacidades y tal vez las más importantes son las capacidades psicológicas, las cuales ayudan a los diversos seres vivos a percibir, interpretar y representar los diferentes tipos de señales que los rodean, aprendiendo regularidades y asociaciones entre eventos que les permiten anticipar consecuencias, ayudándolos así a realizar diferentes acciones cómo evitar peligros, encontrar alimentos, buscar pareja, entre otras, que en conjunto hacen que los organismos prevalezcan.

Dentro del estudio del aprendizaje se han dado una gran cantidad de definiciones con distintas variaciones. Una de las más aceptadas actualmente es la desarrollada por Hilgard y Bower (1966), la cual afirma que el aprendizaje *es un cambio relativamente permanente en la conducta, debido a la experiencia, que no puede explicarse por un estado transitorio del organismo, por la maduración, o por tendencias de respuestas innatas*. Sin embargo, a la hora de definir aprendizaje se debe hacer una clara distinción entre éste y la ejecución, de acuerdo a lo encontrado por Tolman y Honzik (1930) en un experimento en el cual había tres grupos de ratas que tenían que llegar a un área meta dentro de un laberinto. Para uno de los grupos llamado HR la meta en todos los ensayos contenía una bolita de alimento, en el grupo HNR la meta no contenía nada, y por último para el grupo HNR-R la meta no contenía nada durante los primero diez ensayos, después del ensayo 11 la meta contenía una bolita de comida. Encontraron que después del ensayo 11 en el grupo HNR-R las ratas mejoraron su ejecución, ya que la latencia para llegar a la meta disminuyó alcanzando niveles incluso por encima de las ratas del grupo HR. Tolman y Honzik (1930) consideraron que los animales no reforzados inicialmente aprendían relaciones espaciales entre los diferentes estímulos del laberinto colaborando a la formación de un mapa cognitivo del mismo que les permitió resolver la tarea en la segunda fase de exposición. Dicho

conocimiento no se puede apreciar de manera directa en la ejecución del organismo, pero puede ser detectada cuando las condiciones del medio hacen necesaria la utilización de dicho conocimiento. Ésta y otras situaciones experimentales demostraron que el aprendizaje y la ejecución no son sinónimos. Tomando esto en cuenta Domjan (1996) reestructuró la definición de aprendizaje definiéndolo como *Un cambio relativamente duradero en los mecanismos neurales de la conducta que resulta de la experiencia con eventos ambientales específicamente relacionados con dicha conducta*. Ante esta definición es importante tomar en cuenta que al definir aprendizaje como un “cambio en los mecanismos neurales de la conducta” se debe inferir la aparición y función de dichos mecanismos a partir de la conducta, ya que no son observables directamente (Dickinson, 1980). Al considerar dicha definición de aprendizaje es necesario mencionar que toda teoría del aprendizaje dentro de sus explicaciones debe responder a tres cuestiones básicas que permitan su desarrollo; qué se aprende, cuándo se aprende y cómo se aprende (Rosas, 2002).

Actualmente una de las teorías con mayor aceptación dentro del estudio de los procesos de aprendizaje, es la teoría asociativa, la cual retoma los trabajos pioneros de Thorndike y Pavlov. Hoy en día ésta teoría ha superado la visión simplista del asociacionismo (marco E-R) dejando atrás la idea de que el aprendizaje consiste únicamente en la asociación entre estímulos y respuestas, por ejemplo, considera también asociaciones entre varios estímulos, entre respuestas e inclusive es posible establecer asociaciones jerárquicas del tipo E-(R-E). Atendiendo a esto se podría decir entonces que *cualquier evento que puede asociarse con otro a condición de que sea un buen predictor de la aparición de una consecuencia* (Rescorla, 1988).

Según esta aproximación el aprendizaje se explica en función de principios generales comunes que prevalecen en todas las especies y se caracteriza como una estrategia que permite a los organismos obtener información sobre el entramado causal de su entorno (Dickinson 1980). Por tanto, las preguntas

importantes para el estudio del aprendizaje serían las condiciones que producen el aprendizaje, los mecanismos generados y su expresión en términos de ejecución.

Existen dos procedimientos diferentes que son sumamente utilizados para el estudio del aprendizaje, uno es el Condicionamiento Instrumental, en el cual un primer evento es la respuesta realizada por el organismo y un segundo evento es el resultado de la misma. El otro procedimiento es el Condicionamiento Clásico, en el que dos eventos que se aparean; el estímulo condicionado (EC) y el estímulo incondicionado (EI), el cual se presenta independientemente de la respuesta del organismo. Los estímulos y respuestas raramente son relevantes por sí mismas para el desarrollo de teorías del aprendizaje, lo importante para estas son las relaciones funcionales entre ellos, así como las condiciones en las que se dan, en otras palabras, cómo se aprende. Ya desde Aristóteles se venía considerando un principio fundamental para la formación de asociaciones, el *principio de contigüidad*, mismo que más tarde fue retomado por el empirismo inglés de donde fue tomando fuerza hasta llegar a ser considerado como una condición suficiente para formar una asociación entre dos eventos. En general, el principio de contigüidad hace referencia a la relación espacio temporal entre dos eventos que lleva a una asociación entre los mismos llegando a señalar una relación de causalidad. Más tarde durante la segunda mitad del siglo XX diferentes datos obtenidos a partir de diversos experimentos comenzaron a cuestionar la suficiencia de la ley de contigüidad para la formación de asociaciones.

Entre la evidencia más polémica en contra de los principios de la ley de contigüidad se encuentra el *Efecto de bloqueo* descubierto por Kamin (1969). Dicho autor empleó un procedimiento de supresión condicionada, en el cual para el primero de dos grupos (grupo bloqueo) en una primera fase se emparejó un sonido (EC1) con una descarga eléctrica (EI). Posteriormente, en una segunda fase el sonido se presentó en conjunto con una luz (EC2) seguido por la misma descarga eléctrica, para finalmente evaluar el efecto de la presentación por separado de la luz. En el segundo grupo (grupo control) no se realizó el

condicionamiento previo de la luz, pasando directamente a condicionar el compuesto sonido-luz.

Conforme a la ley de contigüidad, ambos grupos debían haber aprendido lo mismo con respecto a la luz, ya que la relación entre la luz y la descarga fue idéntica en ambos casos. Por el contrario Kamin encontró que los sujetos del primer grupo no temían a la luz (mostraban poco condicionamiento), mientras que los sujetos en el segundo grupo sí le temían. Ante dichos resultados Kamin propuso que el aprendizaje se produce únicamente cuando las consecuencias son sorpresivas.

Otro experimento que cuestionó la suficiencia y necesidad de la contigüidad para el aprendizaje fue realizado por Rescorla (1968), utilizando una preparación de miedo condicionado. En el primer grupo las ratas recibieron emparejamientos de tono-choque eléctrico (EC-EI), un segundo grupo recibió la misma cantidad de emparejamientos de tono-choque eléctrico y además recibió presentaciones de choque eléctrico solo la misma cantidad de veces que se presentaron los emparejamientos tono-choque eléctrico, para un tercer grupo se presentaron emparejamientos de tono-choque eléctrico así como presentaciones del choque eléctrico solo, pero a diferencia del segundo grupo, se tuvieron un total de presentaciones del choque eléctrico igual a las del primer grupo. Los resultados de dicho experimento mostraron miedo condicionado al tono únicamente en el primer grupo, sugiriendo que la contigüidad no es la única condición necesaria para que ocurra un aprendizaje, ya que en los tres grupos hubo contigüidad entre tono y choque eléctrico. De igual forma, sugieren que un punto importante para que el aprendizaje ocurra es el valor informativo del EC con respecto al EI.

Retomando los resultados de ésta y otras investigaciones más, Rescorla (1968) propuso una alternativa a la ley de la contigüidad: la contingencia. Para este punto de vista lo importante es que el EC sea informativo con respecto al EI, es decir que el EC le permita al organismo predecir la aparición del EI. Esto se puede determinar al calcular la probabilidad condicional de aparición del EI en presencia del EC menos la probabilidad de aparición del EI en ausencia del EC.

Esto nos permite establecer la contingencia establecida entre dos estímulos implicados (EC-EI).

$$\text{Contingencia} = P (EI/EC) - P (EI/noEC)$$

Si el resultado de la aplicación de dicha ecuación es un número positivo entre 0 y 1 indica que el EC es un buen predictor de la aparición del EI, es decir que la probabilidad de que se presente el EI en presencia del EC es mayor que en su ausencia, produciéndose así una relación excitatoria, si por el contrario a la hora de aplicar la ecuación se obtiene un valor negativo se obtendrá una relación inhibitoria, esto es que la probabilidad de aparición del EI en ausencia del EC será mayor que en su presencia, en otras palabras el EC será un buen predictor de la ausencia del EI. Por último, si el resultado de la resta es igual a 0 se interpretará como una ausencia de relación, esto es, el EI tendrá tantas posibilidades de aparecer en presencia del EC como en su ausencia y el EC entonces no será un buen predictor de la aparición del EI. Para esta teoría un organismo es capaz de diferenciar entre lo contingente y lo no contingente, se comportan como un estadístico computando las distintas probabilidades.

A pesar de ser una ecuación sencilla y parsimoniosa con un amplio poder descriptivo capaz de predecir el comportamiento asintótico de los organismos se enfrentó a diversas limitaciones a la hora de explicar manipulaciones temporales, así como para explicar el comportamiento asintótico de un estímulo compuesto durante la adquisición. A partir de las limitaciones y virtudes del cálculo de contingencia se comenzaron a desarrollar diversos modelos que lograron explicar los diversos resultados de condicionamiento obtenidos. Uno de los modelos respondientes a diversas de las limitaciones mencionadas es el Modelo Rescorla-Wagner (1972) en dónde se retoma la idea original de Hull (1943), que hace referencia al incremento en el valor condicionado de un EC después de ser emparejado con un EI, sintetizado en la fuerza asociativa en la relación EC-EI; con una modificación hecha por Wagner (1969) en donde se sugiere que en el momento en el que se establece una asociación entre el EC y EI, no sólo aumenta

la fuerza asociativa del EC, sino que también hay un incremento en la fuerza del resto de los estímulos presentes.

Considerando lo que se menciona anteriormente, es importante señalar que hasta este momento las interpretaciones sobre la formación de asociaciones entre los estímulos se encontraban regidas por el marco E-R, cosa que comenzó a cambiar después de dar cuenta que había diversos resultados como el bloqueo, el ensombrecimiento, el preconditionamiento sensorial, la devaluación del EI, etc. que no podían ser explicados desde dicha postura.

MODELO RESCORLA Y WAGNER

El modelo Rescorla y Wagner (RW) (1972) es tal vez el modelo más influyente dentro de la psicología del aprendizaje desde su aparición hace ya más de 40 años, tal ha sido su influencia que los modelos que surgen se contrastan con él para probarse. El modelo surgió a partir de los resultados obtenidos en los experimentos de Rescorla (1968), Wagner (1968) y Kamin (1969) con respecto a la competición de señales. A partir de este modelo se comenzó a dejar de considerar independientemente a cada señal procedente de un compuesto, pues dentro del modelo se hacen predicciones ensayo a ensayo sobre el cambio en el estado asociativo de un EC cuando se entrena en presencia de otros ECs.

Este modelo busca principalmente describir las condiciones que tienen que producirse para que los organismos adquieran determinado conocimiento, afirmando que el conocimiento que estos adquieren puede entenderse como una asociación entre la representación mental del EC y la del EI, dicha asociación adquiere fuerza a través de los ensayos de apareamiento entre EC y EI; de tal manera que existe una relación positiva entre la fuerza de la asociación aprendida y la magnitud de la RC. Por lo tanto, el modelo RW describe las condiciones en las que el condicionamiento se produce así como las condiciones en las que se pone en funcionamiento el mecanismo de asociación entre el EC y el EI.

El modelo cuenta con tres principios básicos. El primero hace referencia a la sorpresividad del EI, considerando que el aprendizaje se produce cuando existe sorpresa, entendiendo por sorpresa a la discrepancia entre lo que el sujeto espera y lo que el sujeto recibe, cuanto mayor sea la diferencia, mayor será el aprendizaje. La sorpresa ocurrirá cuando el EI aparezca después del EC, sin que el sujeto lo espere (como ocurre al inicio del condicionamiento), también será sorpresiva la ausencia del EI después de la presentación del EC, después de varios emparejamientos tipo EC-EI, pues también se rompe con las expectativas que el organismo tenía con respecto al EC.

El segundo principio fundamental del modelo, considera que el aprendizaje acerca de un estímulo dependerá de todos los estímulos presentes en la misma situación, debido a que se tiene como supuesto que existe un límite en la cantidad de la fuerza asociativa entre el EC y el EI, dando pie a que las diversas claves o estímulos presentes compitan entre sí para ganar fuerza asociativa con el EI. En otras palabras, el que un EC se vuelva buen predictor del EI dependerá de su relación con éste último, tanto como de la relación que tenga con otros estímulos presentes durante la presentación del EI. Dentro de la competición de estímulos según este modelo, la saliencia de los ECs presentes (parámetro α); entendiendo saliencia como las características físicas y/o biológicas que permiten la percepción del estímulo, juega un papel importante en el aprendizaje que se tendrá respecto a ellos, así como en su capacidad de ser el mejor predictor de la aparición del EI de cada uno de ellos.

Como tercer supuesto, el modelo tiene por consideración fundamental, lo que el organismo sabe con respecto a un determinado EC tras un ensayo de condicionamiento es igual a la suma de lo que ya sabía acerca del mismo antes de comenzar el ensayo más lo que aprendió en ese ensayo. Entonces se considera que el aprendizaje está en función de la intensidad de la relación EC-EI, a lo que se le conoce como *fuerza asociativa* (V_A) misma que se expresa de manera formal de la siguiente forma:

$$V_A^n = V_A^{n-1} + \Delta V_A^n$$

En donde la fuerza asociativa de un estímulo A en el ensayo n (V_A^n) que es igual a la suma de la fuerza asociativa de ese estímulo en el ensayo $n-1$ (V_A^{n-1}) y el incremento en la fuerza asociativa de ese estímulo en el ensayo n (ΔV_A^n); en otras palabras, lo que un organismo sabe en ese momento es igual a la suma de lo que sabía antes más lo que ha aprendido hoy. Una parte importante y fundamental dentro del modelo es el determinar cómo se produce el incremento en la fuerza asociativa del EC. Para esto se deriva una segunda fórmula,

$$\Delta V_A^n = [\alpha_A \beta (\lambda - V_A^{n-1})]$$

Donde α y β representan la intensidad del EC y EI, respectivamente, considerándose parámetros libres; por su parte λ representa la fuerza máxima que una asociación EC-EI puede alcanzar y V^{n-1}_T simboliza la sumatoria de la fuerza asociativa que tiene cada uno de los estímulos presentes en el ensayo n antes de que este de inicio. Al unir estas dos primeras fórmulas se obtiene el modelo completo que es el siguiente:

$$V^n_A = V^{n-1}_A + [\alpha\beta (\lambda - V^{n-1}_T)]$$

Los principios fundamentales del modelo se encuentran expresados dentro de la fórmula concentrados en el paréntesis $(\lambda - V^{n-1}_T)$. El principio de sorpresa entendido como la diferencia entre lo que el sujeto puede aprender del EI se expresa como λ que es un valor entre 0 y 1, tomando en cuenta que se tiene un valor de 1 cuando el EI está presente y de 0 cuando el EI está ausente, mientras que V^{n-1}_T representa lo que el sujeto ya sabe del EI, señalado por la fuerza asociativa de todos los estímulos presentes en dicha situación. El resto de la fórmula, los parámetros α y β cuentan con un valor que oscila entre 0 y 1, este valor determina la velocidad con la que se produce el aprendizaje, sin embargo no determina lo que aprende el organismo. Debido a que estos parámetros cuentan con un valor entre 0 y 1, el resultado de la multiplicación entre ellos (α y β) será un número igual o menor a 1, al multiplicar estos valores por el resultado del paréntesis lo que se hace realmente es dividirlo, provocando así que el aprendizaje se produzca de manera más lenta. De esta forma lo que hacen los parámetros α y β es que el aprendizaje en un determinado ensayo en específico ocurra de manera proporcional a lo que queda por aprender.

Esta ecuación proporciona una traducción formal a un lenguaje matemático de los procesos psicológicos que tienen lugar a lo largo del condicionamiento. Con esta formalización se pueden llevar a cabo predicciones precisas sobre la forma de las curvas de aprendizajes, así como de los niveles asintóticos producidos en condiciones diversas, que al ser verificados y contrastados con la realidad presentarían una verosimilitud con el modelo y los procesos psicológicos que éste supone (véase Miller, 1988).

Una de las principales aplicaciones del modelo a fenómenos de condicionamiento es la adquisición simple, en ella según el modelo, el fortalecimiento de la asociación entre la representación mental del EC y la del EI, da como resultado la adquisición de la capacidad del EC para producir la RC, a causa de la repetida presentación del EC seguido de un EI. Otro fenómeno analizado por este modelo es la extinción, el cual es opuesto a la adquisición, pues aquí la asociación establecida entre el EC y el EI se debilita produciendo una disminución en la RC, debido a que el EC deja de presentarse en conjunto con el EI.

Dentro de la *adquisición simple*, se presentan varios emparejamientos del EC y el EI. Por ejemplo al condicionar un tono (EC) seguido de comida (EI); para poder analizar este ejemplo desde el modelo Rescorla-Wagner se debe asignar valores arbitrarios a “ α ” de 0.4, “ β ” de 0.8. El valor de “ λ ” será de 1. Así el valor de V^{n-1} antes de comenzar el condicionamiento de 0 porque el EC aún no ha ganado fuerza asociativa, al aplicar la fórmula desglosada, se puede ver el aumento gradual de la fuerza asociativa que se produce a lo largo de los distintos ensayos.

$$\Delta V_A^n = [\alpha_A \beta (\lambda - V^{n-1}_T)]: 0.4 \times 0.8 (0-1) = .32$$

La fórmula muestra un aumento de la fuerza asociativa que es una constante multiplicada por la diferencia que hay entre el valor de λ y el sumario de la fuerza asociativa acumulada hasta el ensayo anterior (para este caso = 0). Para saber el valor de la fuerza asociativa ganada en el ensayo 1 se aplica la fórmula principal.

$$V_A^n = V_A^{n-1} + \Delta V_A^n = 0 + [0.4 \times 0.8 (0-1)] = .32$$

El valor de V_A^n aumenta después del emparejamiento del EC-EI. Para el resto de los ensayos se aplicarán las fórmulas de la misma forma.

Ensayo 2:

$$\Delta V_A^{n2} = [\alpha_A \beta (\lambda - V^{n-2})]: 0.4 \times 0.8 (1-0.32) = 0.21$$

$$V^{n_{A2}} = V^{n-2_A} + \Delta V^{n_A} = 0.32 + [0.4 \times 0.8 (1 - 0.32)] = 0.53$$

Para el ensayo 2 la fuerza asociativa obtenida es de 0.21 y la fuerza acumulada antes de comenzar el ensayo era de 0.32, por lo que después de dos ensayos, la fuerza asociativa total acumulada es de 0.53. Como ya se mencionó anteriormente. La fuerza asociativa del EC en un determinado ensayo equivale a lo que ha aprendido en ese ensayo, más la suma de la fuerza asociativa conseguida en los ensayos anteriores. Como se puede observar en las fórmulas aplicadas al ensayo 2, el aumento de la fuerza asociativa en cada uno de los ensayos va disminuyendo a medida que se avanza en el entrenamiento. A la hora de graficar los valores obtenidos se tendría una curva de aprendizaje negativamente acelerada típica de la adquisición. Según el modelo al final del entrenamiento los valores de λ y V^{n_A} se igualan, por lo que la discrepancia entre lo que sucede y lo que el organismo espera desaparece. Cuando se llega este momento el EI ya no resulta sorpresivo, los procesos asociativos no se activan y el sujeto deja de aprender.

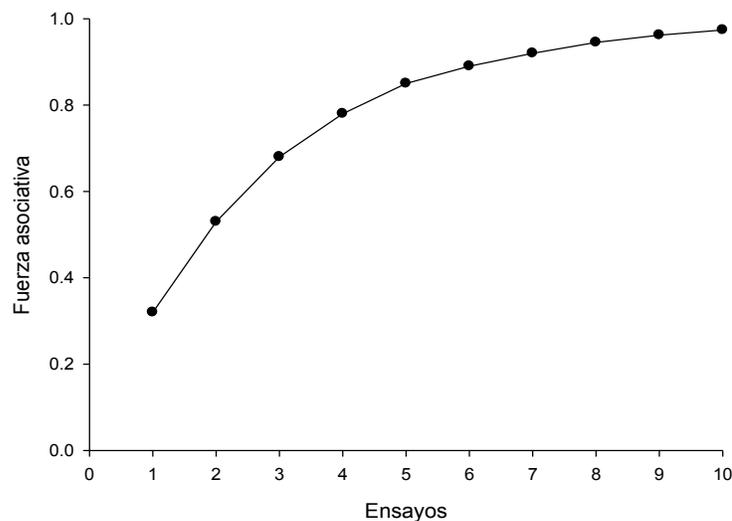


Figura 1. Curva de aprendizaje de una adquisición simple según el modelo Rescorla y Wagner.

El fenómeno opuesto a la adquisición, desde el modelo Rescorla-Wagner (1972), es la *extinción*. En ésta el EC se presenta solo (sin EI) por lo que el valor de “ λ ” ahora será de 0, lo que implica que dentro de la ecuación el término $(\lambda - V)$ será negativo, entonces también el término “ ΔV ” será negativo. Esto después de la adquisición, con un nivel de fuerza asociativa cercano a 1.

$$\Delta V_A^n = [\alpha_A \beta (\lambda - V^{n-1})] = 0.4 \times 0.8 (0 - 1) = -0.32$$

$$V_A^n = 1 + [0.4 \times 0.8 (0 - 1)] = 0.68$$

Así entonces se puede observar que en el caso de la extinción desde este modelo, el descenso en la fuerza asociativa sería equivalente al aumento que se había producido en el primer ensayo de adquisición.

$$\Delta V_{A2}^n = 0.4 \times 0.8 (0 - 0.68) = -0.21$$

$$V_{A2}^n = 0.68 + [0.4 \times 0.8 (0 - 0.68)] = 0.46$$

Continuando con la aplicación de la ecuación para los ensayos de extinción se predice una disminución de la fuerza asociativa con una curva negativamente acelerada, la fuerza asociativa irá disminuyendo por lo que decrecerá la discrepancia entre lo que el sujeto debe aprender (que el EI no se presenta) y lo que el sujeto sabe (la fuerza asociativa), decreciendo así también el aprendizaje que se produce en cada ensayo hasta llegar a un nivel asintótico de 0.

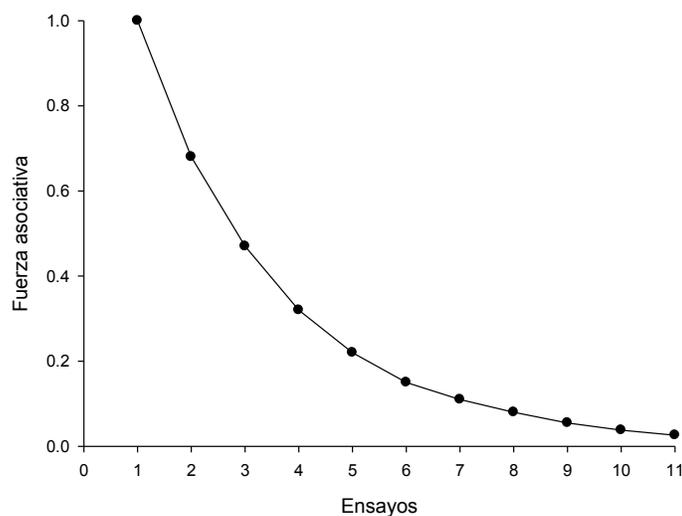


Figura 2. Curva de extinción según el modelo Rescorla y Wagner.

Las mayores virtudes del modelo parten de las predicciones sobre situaciones en las que se da competición entre estímulos, como lo es el *bloqueo*, en el cual primero se realizan emparejamientos de un estímulo A con un estímulo incondicionado en la primera fase, en la siguiente fase se presenta el estímulo A y un estímulo B emparejados con el estímulo incondicionado presentado en la primera fase (esto es A+| AB+). Según el modelo a lo largo de la primera fase, después de varios emparejamientos del estímulo A y el estímulo incondicionado la fuerza asociativa de A igualó a λ .

$$V^n_A = 1; V^n_B = 0; \text{ luego } V^n_{AB} = 1 = \lambda$$

Cuando se igualó a λ en la primera fase la fuerza asociativa combinada de los estímulos A y B no producen aprendizaje adicional provocando así que el condicionamiento de B se bloqué.

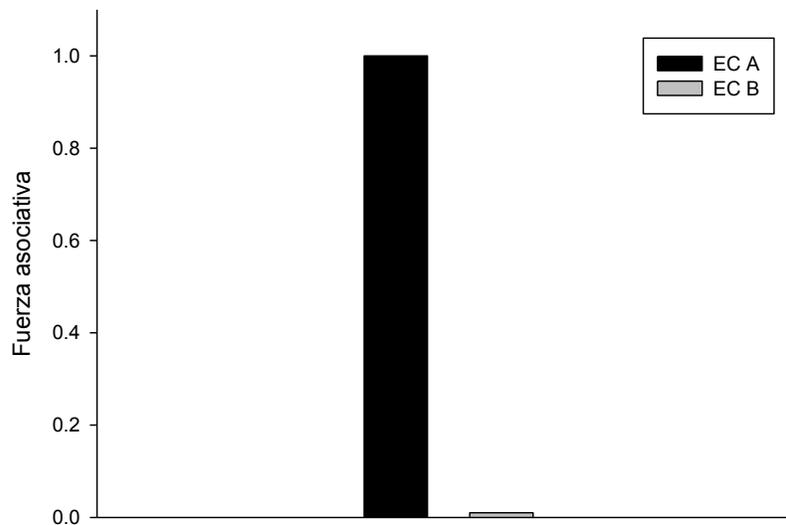


Figura 3. Bloqueo según el modelo Rescorla y Wagner

ENSOMBRECIMIENTO

A partir de uno de los principios del modelo que considera que *el aprendizaje acerca de un estímulo depende de todos los estímulos presentes en la misma situación*. Suponiendo entonces que el aprendizaje depende de la capacidad predictiva o fuerza asociativa combinada de todos los estímulos presentes en la situación (V^{n-1}_T), el aprendizaje de un estímulo dependerá de los estímulos que lo acompañen, de igual forma se supone que *la fuerza asociativa de un compuesto de estímulos es igual a la suma de la fuerza asociativa de cada uno de los elementos que lo componen*.

$$V^n_{AB} = V^n_A + V^n_B$$

Uno de los fenómenos más interesantes de aprendizaje que puede explicar el modelo de RW de manera satisfactoria, como una situación de competición entre ECs, es el ensombrecimiento, reportado en un inicio por Pavlov (1927), el ensombrecimiento ocurre cuando se entrena en compuesto dos ECs (AB) seguidos por la presentación del EI (X) después de varios emparejamientos de éste tipo, se realiza una fase de prueba donde se presenta cada uno de los estímulos del compuesto de manera individual (e. g. A), de tal forma que se observa una RC de mayor intensidad respecto al otro (B). Este efecto fue denominado ensombrecimiento, siendo el EC ensombrecedor (A) y el EC ensombrecido (B) el estímulo que elicitaba la mayor y menor intensidad de RC respectivamente. Pavlov (1927) interpretó este resultado como una forma de inhibición que impedía la formación de una relación excitatoria para el caso del estímulo ensombrecido. Esta diferencia en la efectividad del EC para elicitación de una RC se encuentra asociada a la intensidad o saliencia del estímulo (Domjan, 2010), lo cual queda demostrado a partir de un estudio en supresión condicionada conducido por Mackintosh (1976; para otras demostraciones ver Kamin, 1969; Miles & Jenkins, 1973). Inicialmente, este autor estableció en ratas la respuesta de presionar una palanca a fin de recibir alimento para posteriormente exponerlas a una situación de condicionamiento clásico en la que una luz y un tono en compuesto (LT) señalaba la ocurrencia de una descarga eléctrica (+). Empleando

diversos grupos, la intensidad de la L se mantuvo estable pero la intensidad del T fue diferente entre ellos, siendo máxima en uno (T), mínima en otro (t), e intermedia en los restantes (T). Finalmente, en una fase de prueba se registró la respuesta ante cada estímulo de manera individual. Los resultados mostraron que el estímulo más intenso (T) del compuesto (i.e. saliente) ensombreció al de menor intensidad (t). Esto es, en el grupo condicionado con el T de máxima intensidad la respuesta de palanqueo se suprimió mayormente frente a éste pero no ante L. En cambio, en el grupo condicionado con el T de mínima intensidad (t) la supresión de la respuesta fue menor en comparación a la generada por L. Cuando T y L fueron de intensidad equivalente, el ensombrecimiento fue recíproco. A partir de estos resultados es posible afirmar que en un compuesto de ECs, el estímulo de mayor saliencia ensombrece al de menor saliencia y no al revés.

Así, si se presenta un estímulo compuesto de un tono y una luz (AB) seguido de comida (+), el compuesto AB sería igual a la fuerza asociativa de A más la fuerza asociativa de B. Para poder aplicar con la ecuación el crecimiento de la fuerza asociativa de cada estímulo debe de evaluarse por separado. El modelo predice que no existirá ensombrecimiento en el primer ensayo, ya que ambos estímulos no han sido presentados previamente y se condicionarán igual que si se presentarán por separado. Suponiendo que α_A es igual a 0.5, α_B igual a 0.4 y β es igual a 0.8. La aplicación de la ecuación se haría de la siguiente forma:

$$V^1_A = 0.0 + [0.5 \times 0.8 (1.0 - 0.0)] = 0.4$$

$$V^1_B = 0.0 + [0.4 \times 0.8 (1.0 - 0.0)] = 0.32$$

Tras la aplicación de la fórmula en el primer ensayo, se puede ver que el estímulo A tiene una mayor fuerza asociativa en comparación con el estímulo B. Pero es necesario hacer una suma de ambas fuerzas, pues es un estímulo compuesto y el modelo es capaz de demostrar la fuerza asociativa del mismo.

$$V^n_{AB} = V^n_A + V^n_B = 0.40 + 0.32 = 0.72$$

Ensayo 2:

$$V^2_A = 0.40 + [0.5 + 0.8 (1 - 0.72)] = 0.51$$

$$V^2_B = 0.32 + [0.5 + 0.8 (1 - 0.72)] = 0.41$$

$$V^n_{AB} = 0.51 + 0.41 = 0.92$$

Con la aplicación de la ecuación en el segundo ensayo se puede ver que la discrepancia disminuye más rápidamente que en el caso de la adquisición con el estímulo A por sí solo. Al entrar en juego todos los estímulos presentes (A y B) su capacidad predictiva se combina y el nivel de aprendizaje se ve directamente afectado. Conforme se avanza en los ensayos se logra alcanzar el nivel asintótico, pero lo interesante de ello es que el nivel final de condicionamiento para cada estímulo del compuesto es menor que el que presentaría cada estímulo si se hubiera condicionado por separado. Así entonces, el reducido valor de α en un componente (B) de un EC compuesto frente al valor del mismo parámetro en el otro componente (A), explica su reducida fuerza asociativa ganada y la intensidad disminuida de la RC que éste elicite refleja un fallo en el aprendizaje de una asociación $B \rightarrow +$ en favor del aprendizaje de la asociación $A \rightarrow +$, es decir, el modelo Rescorla & Wagner (1972) explica el ensombrecimiento como un fallo o déficit en la adquisición del estímulo ensombrecido, es decir frente a un compuesto de ECs el organismo emite una RC sólo ante el más saliente.

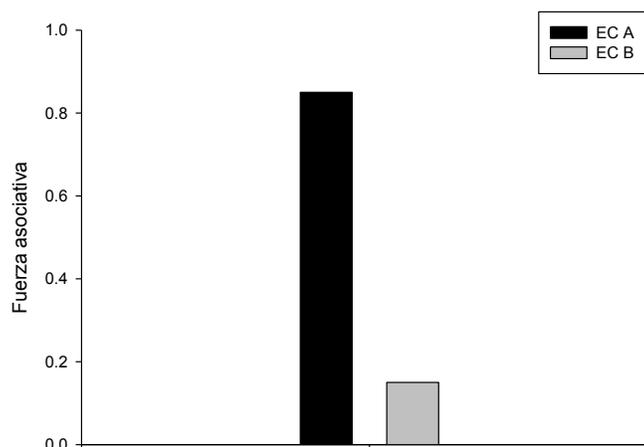


Figura 4. Ensombrecimiento según el modelo Rescorla y Wagner.

Por otro lado la teoría atencional de Mackintosh (1975) plantea que la atención prestada a un estímulo afecta su asociabilidad a una consecuencia, es decir, en un compuesto (AB) la atención que se presta a uno de los EC que lo componen está directamente relacionada con su poder predictivo de una consecuencia (X) e inversamente relacionada con la atención que se dirige al otro EC, en otras palabras, a mayor atención a un EC mayor es su asociabilidad a la consecuencia y viceversa. Desde esta perspectiva el ensombrecimiento ocurre cuando uno de los estímulos del compuesto (ensombrecedor) adquiere mayor atención y por tanto asociabilidad, disminuyendo así la asociabilidad del estímulo menos saliente (ensombrecido). Una implicación de este modelo es que si el ensombrecimiento requiere que uno de los estímulos del compuesto se vuelva un mejor predictor de la consecuencia, entonces es necesario que transcurran varios ensayos de condicionamiento antes de que la asociabilidad de sus componentes cambie. Por tanto, el modelo de Mackintosh (1975) predice que no habrá ensombrecimiento en los primeros ensayos del condicionamiento.

Los dos modelos antes mencionados explican el ensombrecimiento debido a diferencias en la fuerza asociativa (e.g. Rescorla & Wagner, 1972) o a la asociabilidad (e.g. Mackintosh, 1975) de los componentes de un EC compuesto y se agrupan bajo el nombre de modelos centrados en la adquisición, donde la saliencia de los ECs del compuesto juega un papel importante sobre el aprendizaje que se tendrá hacia ellos. Igualmente dichos modelos comparten la noción de que el ensombrecimiento ocurre a causa de un déficit en la adquisición.

Por otro lado existen otro tipo de modelos que se centran en la actuación (e.g. Miller & Maztel, 1988; Stout & Miller, 2007), estos suponen que los componentes de un EC compuesto logran establecer una asociación con el EI, pero las condiciones presentes al momento de la prueba favorecen la expresión de una más no de otra. Así, el ensombrecimiento puede ser explicado como una falla en la recuperación de la información más que en su adquisición: La asociación EC-EI expresada corresponde al EC ensombrecedor y la no expresada corresponde al EC ensombrecido. De acuerdo a Miller y Grahame (1991)

experiencias postcondicionamiento modulan la expresión de las asociaciones establecidas durante el entrenamiento.

Si bien el ensombrecimiento fue relativamente ignorado posteriormente a su descubrimiento por Pavlov (1927), es actualmente uno de los efectos de competición entre estímulos más robustos en la literatura de aprendizaje asociativo y ha influenciado ampliamente el desarrollo de teorías asociativas (Dickinson, 1980). Adicionalmente, a la fecha este efecto se ha demostrado en diversas especies expuestas a diferentes preparaciones de condicionamiento clásico y operante como lo son la supresión condicionada (Mackintosh, 1976), la aversión condicional al sabor (Kreamer, Lariviere & Spear, 1988) y la discriminación condicionada en ratas (Milles, 1969), la categorización de objetos en pichones (Soto & Wasserman, 2012), el condicionamiento palpebral en conejos (Wagner, 1969), en el aprendizaje motor en humanos (Rübeling, 1993), así como en el aprendizaje espacial (Sánchez-Moreno, Rodrigo & Chamizo, 1999, pero ver Chamizo, Rodríguez, Espinet & Mackintosh, 2012; Chamizo, Aznar-Casanova & Artigas, 2003).

APRENDIZAJE ESPACIAL

El aprendizaje espacial le permite a los organismos aprender y utilizar rutas para localizar metas en forma eficiente (Hampson, 1995); éste tipo de aprendizaje tiene un alto valor adaptativo ya que de él depende la solución de problemas como la localización de fuentes de alimento, sitios de confort y seguridad, así como la ubicación de parejas y crías (Shettleworth, 2010). Dicho tipo de aprendizaje ha sido estudiado de diferentes formas a lo largo de la historia. Tolman (1948) defendía la hipótesis de que las ratas resuelven un laberinto utilizando un “mapa cognitivo”, es decir una representación cognitiva del medio experimental. Para este autor las ratas lograban asociar lugares con áreas meta, es decir, aprendizaje E-E. Pero esta idea no era aceptada en su totalidad, Hull (1943) apoyaba la idea de que las ratas aprenden a asociar un estímulo (punto de elección del laberinto) con una respuesta que trae como consecuencia una determinada recompensa (aprendizaje E-R). La diferencia, principalmente entre estas dos ideas popularizó la investigación sobre el aprendizaje espacial durante las décadas de los cuarenta y cincuenta. Después de que el estudio del aprendizaje espacial se viera un tanto marginado durante la década de los sesenta y principios de los setenta, el interés se recuperó tras la publicación de *La teoría del mapa cognitivo* por O’Keefe & Nadel (1978). Dichos autores engloban aprendizaje de lugar y aprendizaje de respuesta bajo la categoría de estrategias táxicas creando también una nueva, estrategias cartográficas. La primera de estas categorías hace referencia al aprendizaje de estímulos o *estrategia guía* así como al aprendizaje de respuestas o *estrategia de orientación*, en donde aplican principios asociativos y son un ejemplo de condicionamiento clásico e instrumental. Sin embargo, contrario a la estrategia antes descrita, las estrategias cartográficas implican la formación de un mapa cognitivo del entorno bajo el supuesto “todo o nada” y es independiente del aprendizaje asociativo. Uno de los supuestos atiende a que una vez creado el mapa puede actualizarse o reajustarse automáticamente para adaptarse a los cambios del entorno. Esta aproximación sugiere que el aprendizaje espacial no depende de procesos asociativos (O’Keefe & Nadel, 1978), estos autores asumen que la habilidad por la cual un organismo aprende a desplazarse en su medio

depende de procesos cognitivos que excluyen explícitamente el establecimiento de asociaciones. Sin embargo, actualmente existe una gran cantidad de evidencia que sugiere lo contrario ya que diversos efectos asociativos han sido demostrados en la localización de una meta entre los que se encuentran el ensombrecimiento (e.g. Sánchez-Moreno, Rodrigo & Chamizo, 1999, pero ver Chamizo, Rodríguez, Espinet & Mackintosh, 2012; Chamizo, Aznar-Casanova & Artigas, 2003), el bloqueo (e.g. Hamilton & Sutherland, 1999; Rodrigo, Chamizo, McLaren & Mackintosh, 1997), la inhibición condicionada (e.g. Sansa, Rodrigo, Santamaria, Manteiga & Chamizo, 2009), la recuperación espontánea (e.g. Alvarado, Vila, Strempler-Rubio & López-Romero, 2011), y la renovación contextual (e.g. Prados, Manteiga & Sansa, 2003).

Desde la aproximación asociativa del aprendizaje espacial (Chamizo, 2002) se asume que en la localización de una meta por parte de un organismo operan mecanismos asociativos tal y como ocurre en el condicionamiento clásico, considerando así una clave presente en el entorno equivalente al EC y la ubicación de la meta equivalente a la consecuencia o EI. Las claves empleadas para localizar una meta incluyen a marcadores individuales (e.g. Prados & Trobalon, 1998) o información de tipo geométrica (e.g. Cheng, 1986) en el entorno de búsqueda. Dentro del aprendizaje espacial se han reportado varias evidencias a favor de la existencia de fenómenos de ensombrecimiento. El ensombrecimiento en aprendizaje espacial se expresa cuando se entrena con una clave compuesta (AB) a un organismo para localizar una meta (X) y una de las claves adquiere un mayor control sobre la búsqueda de la meta respecto a la otra, lo cual se revela durante una fase de prueba. Actualmente se cuenta con evidencia de ensombrecimiento entre marcadores (e.g. Spetch, 1995) y entre claves geométricas (e.g. Prados, 2011).

Dentro de la evidencia de ensombrecimiento entre claves geométricas encontramos la demostración de Prados (2011), quien empleando una tarea de búsqueda en un medio virtual en 2D con participantes humanos, demostró un efecto de ensombrecimiento entre claves geométricas. Los participantes tenían

que dar clic en el área meta misma que se encontraba señalada en compuesto por dos vértices, uno correspondiente a un triángulo escaleno y el otro a un triángulo isósceles adyacente al primero, esto a lo largo de 48 ensayos de entrenamiento durante los cuales, la figura compuesta por los triángulos rotaban en ocho posibles posiciones (0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315°) para evitar que se aprendiera a la posición y no a los vértices. Después del entrenamiento, cada figura geométrica fue probada de manera individual y se registró la porción media de respuestas (clics) dadas a cada vértice durante 32 ensayos en los que no recibían retroalimentación de ningún tipo. Los resultados indicaron que el vértice, que en el triángulo escaleno señalaba la meta, ensombreció al vértice que tenía la misma función en el triángulo isósceles.

Rodríguez, Chamizo y Mackintosh (2011) lograron encontrar evidencia a favor del ensombrecimiento entre tipos de claves demostraron que cuando una plataforma oculta es señalada en compuesto por una clave geométrica y una no geométrica, la primero ensombrece a la segunda en ratas macho pero la relación es inversa en ratas hembra. Lo anterior sugiere que si bien el aprendizaje a marcadores y el aprendizaje geométrico pueden estar modulados por principios asociativos, el aprendizaje por la interacción de ambas claves no necesariamente debe serlo también. Igualmente, es posible que marcadores y claves geométricas al formar un EC compuesto sean susceptibles a ensombrecimiento.

Contrario a lo antes mencionado, Cheng (1986) reportó que cuando la meta se señala en compuesto por un marcador y un vértice particular en un ambiente geométrico, ratas emplean este último durante ensayos de prueba prescindiendo sistemáticamente de la información aportada por el primero. La evidencia antes mencionada, sugiere que si bien el aprendizaje a marcadores y el aprendizaje geométrico pueden estar modulados por principios asociativos, el aprendizaje por la interacción de ambas claves no necesariamente debe serlo también.

El ensombrecimiento ha sido una de los efectos típicamente empleados para evaluar la presencia de principios de aprendizaje asociativo en el aprendizaje

espacial (e.g. Prados 2011, Sánchez-Moreno, Rodrigo & Chamizo, 1999, Chamizo, Rodríguez, Espinet & Mackintosh, 2012; Chamizo, Aznar-Casanova & Artigas, 2003), el papel que juega la saliencia dentro de dicho efecto ha sido poco especificado dentro del aprendizaje espacial. Es probable que a partir de dicho parámetro se pueda constatar la presencia de principios asociativos dentro del ensombrecimiento entre marcadores y geometría en aprendizaje espacial, sí al modificar la saliencia de los marcadores, el efecto del ensombrecimiento de geometría a marcadores se ve disminuido o invertido, descartando así otras posibles explicaciones (eg. Cheng, 1986).

Considerando lo anterior, el estudio que aquí se presenta tiene por objetivo emplear una tarea de búsqueda espacial a fin de identificar si el efecto de ensombrecimiento puede ser explicado a partir del modelo Rescorla & Wagner (1972), en específico a lo que el parámetro " α " refiere, ya que según este modelo al modificar este parámetro para un estímulo que se encuentra ensombrecido, la fuerza asociativa que puede ganar dicho estímulo se verá afectada, repercutiendo sobre el aprendizaje que se tenga ante este y los estímulos que lo acompañen. Para ello dentro de la tarea de búsqueda empleada en la que un área meta se encontraba señalada en conjunto por claves no geométricas y claves geométricas, se modificó el parámetro ya mencionado para las primeras cambiando sus características físicas después de demostrar un ensombrecimiento hacia las mismas, esperando que al modificar tal parámetro dicho efecto se disipe y hasta se invierta.

Conforme al objetivo se diseñaron dos experimentos; en el primero de ellos los participantes tenían que encontrar un área meta dentro de un triángulo la cual se encontraba señalada por claves geométricas y claves no geométricas a lo largo de un entrenamiento que constaba de ocho ensayos en los que el triángulo era presentado en cuatro posiciones diferentes, cabe mencionar que en este primer experimento las tres claves no geométricas que rodeaban el triángulo eran de un mismo color. Se espera que, de acuerdo a la teoría (Prados 2011; Sánchez-Moreno, 1999; Chamizo, 2012; Chamizo, 2003) ocurra un ensombrecimiento de

claves geométricas (más saliente) a claves no geométricas (menos saliente referente a la dimensión del color y tamaño). Si en el Experimento 1 se observa el efecto de ensombrecimiento, una modificación de saliencia para las claves no geométricas ensombrecidas puede confirmar que el aprendizaje espacial se rige bajo los principios del aprendizaje asociativo, para ello en el segundo experimento se empleará la misma tarea, con una única diferencia: la saliencia de las claves no geométricas será modificada en cuanto a la dimensión de color, dándoles uno diferente para cada una de las tres, esto para una primer condición. Para una segunda condición, sumado al cambio de colores de dichas claves, su tamaño será duplicado con referencia a las presentadas en el Experimento 1. Dicha modificación permitirá constatar el papel de la saliencia (parámetro α) de los estímulos en el ensombrecimiento.

MÉTODO GENERAL

Experimento 1:

Con el objetivo de validar una nueva tarea de búsqueda basada en la elaborada por Prados (2011), así como para comprobar que en la búsqueda y localización de un área meta puede ser explicada por los principios del aprendizaje asociativo referentes a la competición de estímulos, a partir del efecto de ensombrecimiento como en otras investigaciones (Prados 2011, Sánchez-Moreno, Rodrigo & Chamizo, 1999, Chamizo, Rodríguez, Espinet & Mackintosh, 2012; Chamizo, Aznar-Casanova & Artigas, 2003) se llevó a cabo el Experimento 1 en el cual se usó una tarea virtual de búsqueda a fin de identificar si una clave geométrica saliente es capaz de ensombrecer a una clave no geométrica de menor saliencia en la localización de una meta oculta. Si el aprendizaje a la localización de una meta oculta señalada por ambas fuentes de información (AB) sigue principios asociativos, entonces una de las claves (A) obtendrá un mayor control sobre la conducta de búsqueda en comparación al control obtenido por la otra clave (B). Adicionalmente, al entrenar cada clave de manera individual, cada una debe generar un control equivalente en la conducta de búsqueda de la meta. Cabe mencionar que dicho efecto también puede ser explicado a partir de aproximaciones ajenas al aprendizaje asociativo, tal como *la hipótesis del módulo geométrico* (Cheng, 1986), la cual sugiere que la localización de un área meta oculta puede llevarse a cabo por el procesamiento de la información geométrica del entorno, prescindiendo de otras fuentes de información como los marcadores.

Método

Participantes: Participaron de manera voluntaria e informada 36 estudiantes de la carrera de psicología de la FES-Iztacala, con un rango de edad entre 17 y 23 años, hombres y mujeres sin experiencia previa con la tarea experimental, los cuales fueron asignados de manera aleatoria a cuatro grupos (n=9) dos experimentales (Prueba geometría, Prueba Marcador) y dos controles (Geometría y Marcador).

Aparatos: Se utilizaron dos computadoras portátiles (compatibles con IBM) con un mouse óptico cada una. Para la presentación de la tarea experimental se empleó el programa informático *Super Lab Pro for Windows v4.1 (Cedrus Co.)*.

Situación experimental: El experimento se llevó a cabo en cubículos individuales de aproximadamente 2 m², amueblados con una silla y una mesa. Una vez sentados, la vista de los participantes estaba en línea recta al monitor de una computadora a una distancia aproximada de 60 cm.

Tarea experimental: Se utilizó una tarea de aprendizaje espacial en 2D diseñada a partir de la utilizada por Prados (2011), en la que los participantes tenían que encontrar un área meta oculta dentro de una figura geométrica. Para ello se diseñaron cinco ambientes virtuales diferentes en dos dimensiones utilizados dentro del pre-entrenamiento, el entrenamiento, y la prueba en la tarea (ver Figura 1).

El ambiente de pre-entrenamiento constaba de un rectángulo de 15 x 8 cm, y en la parte externa de cada vértice a 3.5 cm en diagonal aproximadamente se presentó un marcador (i.e. glifo maya) a manera de clave no geométrica (CNG). En este caso la meta oculta se localizó aproximadamente al centro del cuadrante inferior izquierdo del rectángulo. Para el entrenamiento se diseñaron tres ambientes diferentes: Experimental, Control CG, y Control CNG. En el primero de ellos la meta oculta estuvo señalada en compuesto por una clave geométrica (CG) y una CNG y consistió en un triángulo rectángulo con 11 cm de base y 8 cm de altura, con ángulos internos de 30°, 60°, y 90°. Adyacente a la parte externa de cada vértice se localizó una CNG particular. La meta oculta estaba ubicada contigua al ángulo recto del triángulo (CG) y a la CNG colindante. El ambiente de entrenamiento Control CG fue similar al anterior, salvo que no se presentaron las CNG, de esta forma la meta oculta fue señalada únicamente por la CG. Para el caso del ambiente Control CNG, las CNG fueron colocadas en tres puntos fijos alrededor de la circunferencia de un círculo de 5 cm de radio. La meta oculta se localizó adyacente a una de dichas CNG en el cuadrante inferior izquierdo al

interior del círculo. Hay que aclarar que el conjunto de CNG utilizado durante el preentrenamiento fue diferente al empleado en el entrenamiento.

Por último, se diseñaron dos ambientes más para las pruebas: Prueba CG y Prueba CNG, las cuales no contenían un área meta. El primero de ellos (i.e. Prueba CG) estaba constituida por un triángulo rectángulo con las características antes descritas, mientras que el segundo (i.e. Prueba CNG) estaba constituida por un círculo equivalente al antes mencionado pero presentado con sólo una de las CNG empleadas en el entrenamiento, misma que era colindante al cuadrante superior izquierdo de dicha figura.

En los ambientes con CG, la decisión de colocar el área meta en el ángulo recto proviene de un estudio previo que no reveló diferencias en la dificultad para aprender su localización cuando se emplea cualquiera de los vértices presentes. Lo anterior evidencia una equivalencia en la saliencia de los tres vértices y en el control que cada uno puede adquirir sobre la conducta de los participantes.

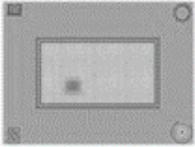
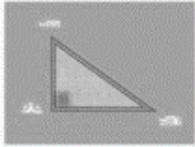
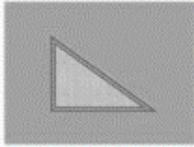
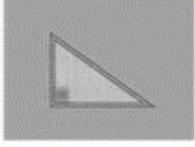
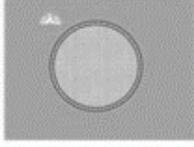
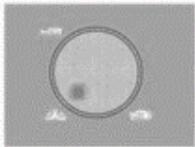
Preentrenamiento	Entrenamiento	Prueba
	Experimental	Prueba CG
		
	Control CG	Prueba CNG
		
Control CNG		

Figura 5. Ambientes virtuales con área meta correspondiente resaltada por el recuadro amarillo (dicha área no era visible para los participantes).

Procedimiento: Se formaron cuatro grupos de nueve participantes cada uno, Experimental probado en geometría, Experimental probado en marcador, Control de Geometría y Control de marcador. De acuerdo con el diseño (ver Figura 5).

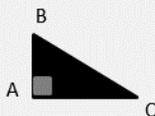
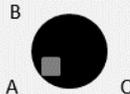
Grupo	n	Entrenamiento (8 ensayos, 30s)	Prueba (1 ensayo, 30s)
Exp	18		
Control GC	9		
Control NGC			

Tabla 1. Diseño Experimental 1. Las letras (i.e. A, B, C) representan las CNG que señalan junto a la CG (ángulo recto del triángulo rectángulo) la ubicación de la meta oculta, misma que se ha representado con el recuadro amarillo.

Como se muestra en la Tabla 1 el experimento constó de tres fases: Preentrenamiento, entrenamiento y prueba. Durante la fase de preentrenamiento el participante recibió las siguientes instrucciones:

“Eres un explorador que se encuentra en un viejo templo Maya que está a punto de derrumbarse. Para salir ileso deberás presionar en un punto específico dentro de la figura geométrica que se encuentra en la pared que está frente a ti. Antes de iniciar tu búsqueda queremos que te familiarices un poco con la tarea, así que te presentaremos algunos ensayos donde podrás practicar el escape del templo. Para lograr escapar lo único que debes hacer es colocar el puntero del ratón sobre el área resaltada y dar clic con el botón izquierdo. Si lo haces bien aparecerá una imagen que te lo notificará”

Todos los grupos después de que se les presentaron las instrucciones, pasaron por el preentrenamiento que constó de tres ensayos en los que los participantes tenían que encontrar un área meta dando clic dentro de un rectángulo rodeado por cuatro claves no geométricas o marcadores, que se encontraban alineados a cada uno de sus vértices. Al finalizar el preentrenamiento se les presentó una pantalla con las siguientes instrucciones:

“Ahora ya que conoces la tarea, las cosas se pondrán un poco más difíciles, ya que no se te señalará el área donde debes dar clic para lograr salir del templo. Ten por seguro que el área que deberás presionar siempre será la misma en relación con las inscripciones de la pared. ¡Suerte en tu escape! Ahora lo intentarás en otra habitación. Comienza el experimento”

Posteriormente durante la fase de entrenamiento dependiendo de la condición experimental a la que pertenecía el participante, se presentaron ocho ensayos con una duración máxima de 30s cada uno, en donde los participantes tenían que encontrar el área meta dando clic dentro de la figura. Para evitar que los participantes aprendieran a responder al orden y no a las claves (CG y CNG) el ambiente de entrenamiento rotó aleatoriamente ensayo a ensayo presentándose en un máximo de dos ocasiones en una de cuatro posibles posiciones, 0°, 90°, 180°, y 270°. Si el participante encontraba el área meta le aparecía retroalimentación positiva que consistía en la presentación durante uno y medio segundos de una imagen con la leyenda “¡Excelente, lograste escapar!” acompañada de una ilustración de un explorador feliz, si el participante no encontraba el área meta en un periodo de 30 segundos que era el tiempo máximo de duración de cada ensayo, aparecía retroalimentación negativa misma que consistía en la presentación por uno y medio segundos de una imagen con la leyenda “¡Lo siento, no lograste escapar!” acompañada de una ilustración de un templo antiguo destruido. Los grupos control sólo diferían del grupo experimental en el entrenamiento con respecto a los ambientes presentados, la retroalimentación positiva y negativa fue la misma que para el grupo experimental.

Como se muestra en la *Figura 6*, en el caso del grupo Control Geometría se presentó el triángulo rectángulo, sin claves no geométricas y en el grupo Control Marcador durante el entrenamiento se les presentó un círculo rodeado por tres distintos marcadores (los mismos utilizados en los grupos experimentales).

Por último la fase de prueba estuvo constituida por un ensayo con una duración de 30 segundos en donde no se presentó retroalimentación positiva ni negativa. Para el grupo Experimental Geometría y Control geometría se presentó un triángulo rectángulo igual al del entrenamiento pero sin CNG, para el grupo Experimental Marcador y Control CNG se presentó un círculo acompañado de la CNG marcador que señaló el área meta a lo largo del entrenamiento. Al término dicha fase se daba por concluido el experimento y se le daba una breve explicación al participante sobre el objetivo de la investigación.

Resultados y discusión

La Figura 6 muestra para el eje de las ordenadas el tiempo en segundos para encontrar el área meta, para el eje de las abscisas se tienen los ocho ensayos de los que consto el entrenamiento para los tres grupos. La latencia para localizar el área meta por los grupos Experimental, Control CG, Control CNG, tuvo una reducción sistemática en función del transcurso de los ensayos del entrenamiento. Un ANOVA 3 x 8 con los factores grupo (i.e. Compuesto vs. Sencillo CG vs. Sencillo CNG) y ensayos (1-8) reveló un efecto principal en ambos, grupo $F(7, 168) = 33.06, p < .0$. Estos resultados confirman el aprendizaje en la tarea para todos los grupos y se puede observar un desempeño similar para los mismos.

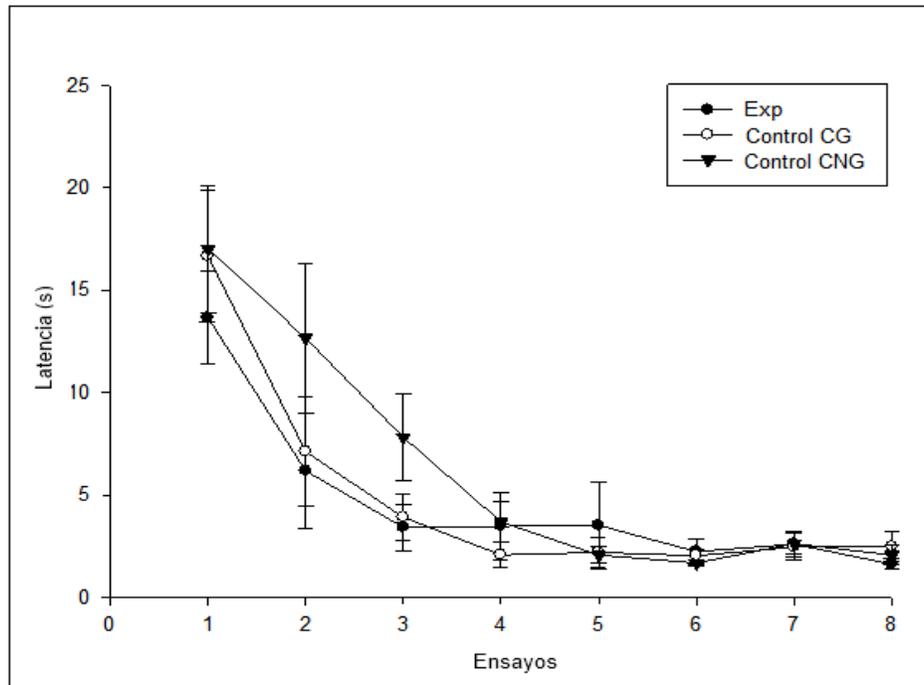


Figura 6. Muestra la latencia para localizar la meta por los grupos entrenados. La barra de error indica el error estándar de la media.

Figura 7, en la cual se puede ver una diferencia en la proporción de respuestas dadas entre los subgrupos Experimental con prueba en CG y Experimental con prueba en CNG misma que no ocurre entre los grupos entrenados con una sola clave. Un ANOVA unifactorial confirmó la diferencia entre grupos, $F(3, 32) = 3.36$, $p < 0.01$ y comparaciones *post hoc* (LSD) revelaron que el subgrupo Experimental probado en CNG es diferente del resto, $p < 0.05$. Los resultados del presente experimento demuestran la validez de la tarea para estudiar la localización de una meta en humanos, de igual forma son consistentes con un efecto de ensombrecimiento de la CG a la CNG, pues al ser esta última entrenada en compuesto generó una menor RC en comparación a una condición en que la misma clave fue entrenada en forma individual y, salvando diferencias metodológicas, es contrario a los resultados Pearce et al. (2006) y consistente al menos en la ocurrencia del efecto con los de Rodríguez et al. (2011). Sin embargo este resultado también es consistente con lo encontrado por Cheng (1986) y por tanto explicado desde la *hipótesis del módulo geométrico*, la cual menciona que

cuando en la localización de un área meta oculta entra en competición información geométrica e información de marcadores, se prescinde de la segunda procesando la primera como única fuente de información.

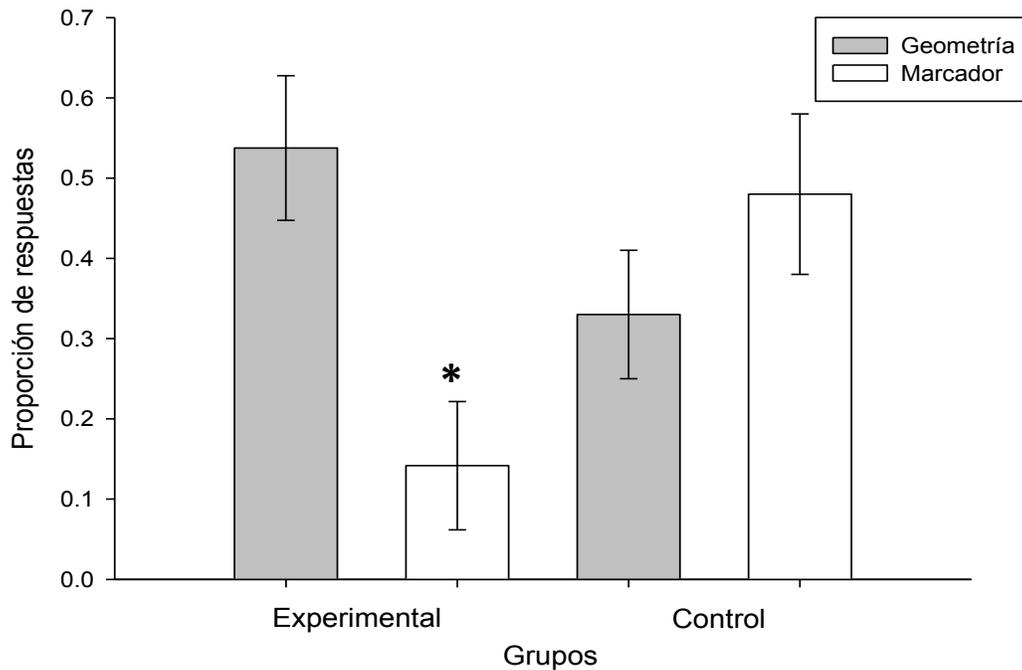


Figura 7. Proporción de respuestas dadas en cada grupo durante el ensayo de prueba. La barra de error indica el error estándar de la media.* indica $p < .01$.

Experimento 2

Los resultados del Experimento 1 muestran un ensombrecimiento de las claves geométricas (CG) a las claves no geométricas (CNG) en el grupo Experimental, mismos que pueden ser explicados a partir de los principios del aprendizaje asociativo en los que en un EC compuesto el estímulo con mayor saliencia, en este caso las CG, ensombrecerá al de menos saliencia, en este caso CNG, ganando control sobre la conducta de búsqueda. Sin embargo estos resultados también pueden ser explicados a partir de la hipótesis del *módulo geométrico* (Cheng, 1986) en la que se dice que la

información geométrica del medio es utilizada en la localización de un área meta prescindiendo de otras fuentes de información. Con base en lo anterior, el Experimento 2 tiene como objetivo evaluar los cambios en el aprendizaje hacia las CNG al modificar su saliencia, ya que al modificar dicho parámetro para un determinado estímulo, de acuerdo a los principios del modelo Rescorla & Wagner (1972), el aprendizaje hacia éste se verá igualmente afectado, haciendo que el estímulo con mayor saliencia elicitte una mayor RC con respecto al de menor saliencia, confirmándose así la intervención de procesos asociativos en el aprendizaje espacial y descartando así la explicación ofrecida por Cheng (1986) para el ensombrecimiento en este tipo de aprendizaje.

Método

Participantes: Participaron de manera voluntaria e informada 27 estudiantes de la carrera de psicología de la FES-Iztacala, con un rango de edad entre 17 y 23 años de ambos sexos sin experiencia previa con la tarea experimental, los cuales fueron asignados de manera aleatoria a tres grupos experimentales(n=9) (CG-cng, CG-CNG, cg-CNG).

Aparatos: Igual a los del Experimento 1

Situación experimental: Igual a la del Experimento 1.

Tarea Experimental: Se empleó una modificación de la tarea descrita para el Experimento 1. La modificación se hizo sobre las CNG con el fin de aumentar su saliencia en el ambiente del Experimental. Una modificación consistió en asignarle un color a cada CNG y la otra fue que estas CNG ya con un color diferente se les dio un mayor volumen (Figura 4, izquierda y derecha respectivamente).

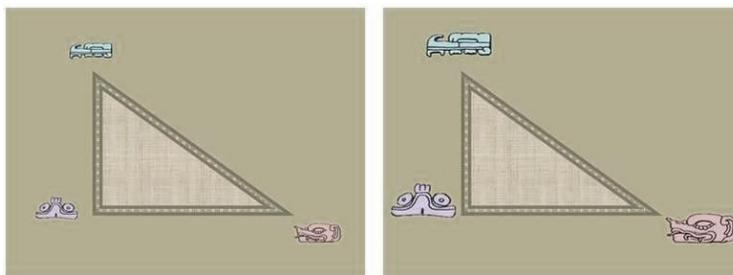


Figura 8. Modificaciones realizadas a las CNG en el ambiente Experimental, dándoles un color particular a cada una (izquierda) y luego de esto, agrandándolas (derecha).

Procedimiento: Todos los grupos fueron entrenados con el ambiente Experimental. El grupo Experimental CG/cng fue entrenado manteniendo las CNG de color uniforme; en cambio, el grupo Experimental CG/CNG se entrenó con las CNG coloreadas y finalmente el grupo Experimental cg/CNG lo hizo con las CNG coloreadas y de mayor tamaño (ver Figura 8). En todos los grupos durante el entrenamiento la meta oculta fue señalada en forma compuesta por la CG y la CNG, posteriormente la mitad de cada uno realizó la prueba ante una clave y la mitad restante ante la otra. En dos grupos la saliencia de una clave fue mayor respecto a la saliencia de la otra (i.e. grupos CG/cng y cg/CNG), y en un tercero ambas claves mantuvieron una saliencia equivalente (CG/CNG).

Grupo	n	Entrenamiento (8 ensayos, 30s)	Prueba (1 ensayo, 30s)
GC-ngc			
GC-NGC	9		
gc-NGC			

Tabla 2. Representación esquemática del diseño del Experimento 2. Las letras mayúsculas y minúsculas en la nomenclatura de cada grupo representan respectivamente la clave que se espera tenga mayor y menor saliencia.

Resultados y discusión

Al igual que en el Experimento 1, para todos los grupos la latencia para localizar la meta oculta disminuyó sistemáticamente y sin encontrarse diferencias a lo largo del entrenamiento (Figura 9). Con lo que se muestra que la tarea se aprende de manera equivalente en los diferentes grupos, esto se pudo comprobar por medio de un ANOVA 3 x (8) con los factores grupo (i.e. CG/cng vs. CG/CNG vs. cg/CNG) y ensayos (1-8) que reveló un efecto principal sólo para este último factor, $F(14,168)=7.92, p<.01$.

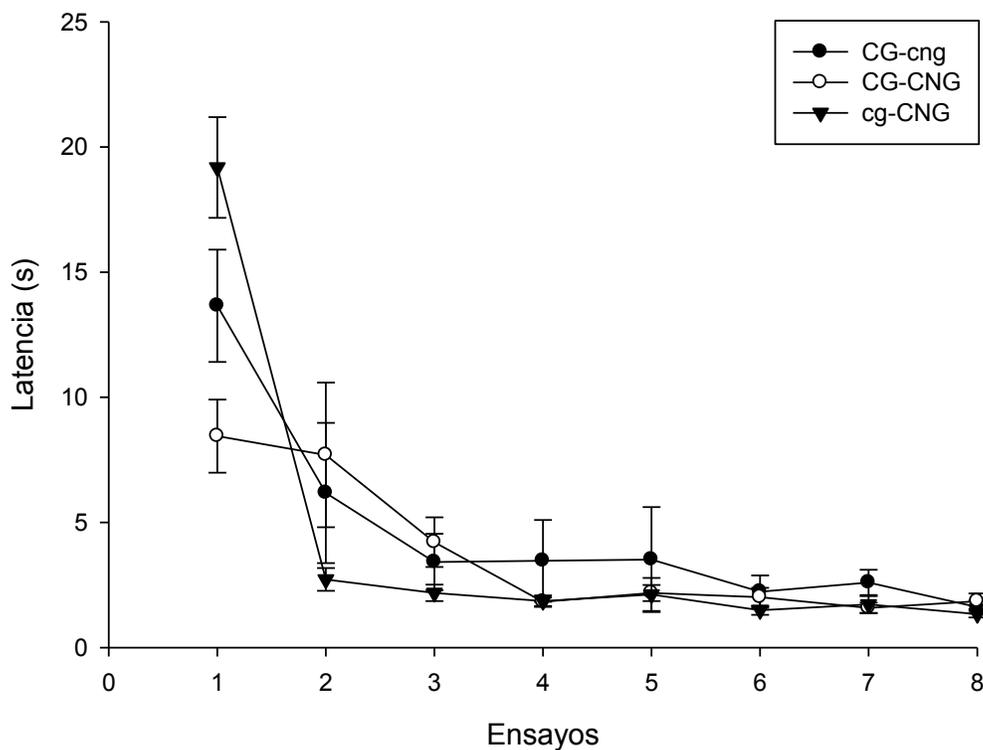


Figura 9. Muestra la latencia para localizar la meta en los grupos entrenados. La barra de error indica el error estándar de la media.

En la Figura 10 se muestran los resultados obtenidos en el ensayo de prueba por los tres grupos. Las barras en gris corresponden al subgrupo probado con la clave geométrica y las barras en blanco al probado con la clave no geométrica. Se aprecia que cuando las claves difirieron en su saliencia, la más

saliente generó la mayor proporción de respuestas, en cambio cuando su saliencia fue equivalente lo fue también la proporción de respuestas generada. Este resultado se confirmó por conducir un ANOVA 3 x 2 con los factores grupos (i.e. CG/cng vs. CG/CNG vs. cg/CNG) y clave probada (clave geométrica vs. clave no geométrica) el cual reveló su interacción, $F(2, 48)=7.15$, $p < .01$. Posteriormente, se realizó una prueba *post hoc* (LSD) la cual reveló diferencias del grupo GC-ngc con el resto de los grupos en la prueba a la CNG.

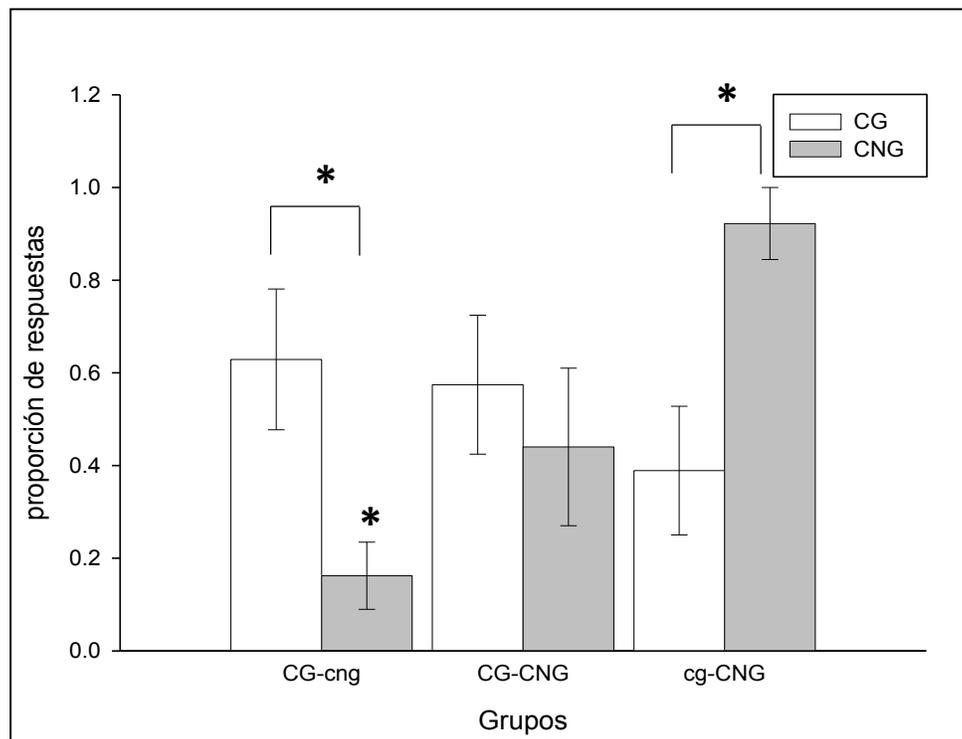


Figura 10. Proporción de respuestas dadas por cada par de subgrupos. La barra de error indica el error estándar de la media. *indican respectivamente $p = .01$.

Los resultados durante la prueba del Experimento 2, en el grupo CG/cng son consistentes con los del experimento 1 y confirman el efecto de ensombrecimiento de la clave no geométrica por la clave geométrica. Los resultados obtenidos por el grupo cg/CNG demuestran que al aumentar la saliencia de la clave no geométrica ésta puede ensombrecer a la clave geométrica, pero si la saliencia de ambas claves es equivalente (i.e. grupo CG/CNG) entonces lo es también el aprendizaje a cada una. Este resultado puede

ser explicado por procesos asociativos (i.e. competición entre estímulos) pero no por aproximaciones no asociativas (e.g. Cheng, 1986), ya que un parámetro asociado a la ocurrencia de ensombrecimiento es la saliencia de los componentes del EC compuesto, el más saliente ensombrece al menos saliente y no al revés (Mackintosh, 1976). Pues al aumentar la saliencia de la clave no geométrica, esta última fue capaz de ganar mayor control sobre la conducta de los participantes e incluso ensombrecer a la clave geométrica.

DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en el Experimento 1 demuestran la validez de la tarea desarrollada para estudiar la localización de una meta en humanos y revelan un efecto de ensombrecimiento de la CNG por la CG coherente con el efecto obtenido por Rodríguez (2011) y Prados (2011). Sin embargo a partir de estos resultados no se puede demostrar que en el ensombrecimiento ocurren procesos asociativos, pues dicho efecto puede ser también explicado a partir del procesamiento de la información geométrica del entorno, prescindiendo de otras fuentes de información (Cheng, 1986). En dicho trabajo experimental se entrenó a ratas para localizar una bandeja oculta con alimento ubicada en una esquina de un ambiente en forma rectangular y en el que cada esquina tenía marcadores individuales a fin de distinguirlos entre sí. Además, un muro era de un color distintivo respecto al resto. Las ratas aprendieron a localizar la meta y durante ensayos de prueba sin ésta continuaron visitando la esquina correcta a pesar de que el orden de los marcadores fuera alterado. Las ratas también visitaban sistemáticamente la esquina contrapuesta a aquella en que se localizaba la meta, cuyas propiedades geométricas eran equivalentes entre sí. Por lo que fue necesario llevar a cabo un segundo experimento (Experimento 2) donde un parámetro asociado a la ocurrencia de ensombrecimiento es la saliencia de los componentes del EC compuesto, el más saliente ensombrece al menos saliente y no al revés (Mackintosh, 1976).

Los presentes resultados obtenidos durante la fase de prueba del Experimento 2, en el grupo CG/cng son consistentes con los del Experimento 1 y confirman el efecto de ensombrecimiento de la clave no geométrica por la clave geométrica. Por su parte los resultados obtenidos por el grupo cg/CNG demuestran que al aumentar la saliencia de la clave no geométrica ésta puede ensombrecer a la clave geométrica, pero si la saliencia de ambas claves es equivalente (i.e. grupo CG/CNG) entonces lo es también el aprendizaje a cada una. Este resultado es explicado por procesos asociativos (i.e. competición entre

estímulos) pero no por aproximaciones no asociativas cómo la antes descrita (e.g. Cheng, 1986).

Así, los resultados obtenidos en esta investigación son consistentes con lo predicho por el Modelo Rescorla y Wagner (1972), para el efecto del ensombrecimiento, el cual es explicado como un fallo en la adquisición de uno de los EC (ensombrecido) del compuesto que no se aprende igual al otro EC (ensombrecedor), esto a partir de la influencia de la saliencia (α) entendida como la intensidad de los EC presentes, que al ser modificada, de acuerdo con la ecuación formal del modelo, modifica directamente la fuerza asociativa del estímulo, afectando así el aprendizaje que se tenga hacia cada uno de los EC. Pues como se pudo observar en los resultados del Experimento 2, al modificar el parámetro α es decir la saliencia de las CNG en los grupos CG-CNG y cg-CNG, se pudo lograr igualar e invertir la proporción de respuestas que se tuvo para las CNG con referencia a las CG haciendo que el ensombrecimiento se disipara en el grupo CG-CNG y se invirtiera en el grupo cg-CNG.

Sin embargo, es necesario ahondar en las predicciones del modelo Rescorla y Wagner (1972) para descartar otras posibles explicaciones sobre la competición de estímulos en el ensombrecimiento. Pues como se pudo observar en los resultados es posible que la modificación de la saliencia de las CNG haya tenido un efecto sobre el aprendizaje a las mismas debido a un posible proceso atencional.

De igual forma es necesario hacer una serie de modificaciones experimentales que permitan constatar o descartar que los resultados obtenidos en el Experimento 1 para el grupo experimental probado en geometría no se deban a un efecto de facilitación, ya que como se puede observar la proporción de respuesta para este caso es mayor que para el control de las claves geométricas (CG). Para poder descartar la posibilidad de que los resultados para el grupo CG-cng del Experimento 1 sean explicados a partir de facilitación, se puede llevar a cabo una modificación una modificación en la saliencia de las claves geométricas

(vértices) la cual podría confirmar o descartar la interacción de las dos fuentes de información (CG y CNG).

Desde su descubrimiento hecho por Pavlov (1927) hasta nuestra actualidad, el ensombrecimiento ha sido uno de los efectos más robustos en aprendizaje asociativo el cual se ha demostrado en diversas especies que incluyen ratas, pichones, conejos y humanos, así como en tareas propias al condicionamiento clásico y operante (Mackintosh, 1976; Kremer, Lariviere & Spear, 1988). Coherente a lo anterior se ha demostrado su presencia en el aprendizaje espacial con ratas, pichones, y humanos cuando para localizar una meta se emplea un conjunto de claves, ya sea de marcadores o de claves geométricas (Prados 2011, Sánchez-Moreno, Rodrigo & Chamizo, 1999, Chamizo, Rodríguez, Espinet & Mackintosh, 2012; Chamizo, Aznar-Casanova & Artigas, 2003). Sin embargo, es imposible abandonar la controversia existente en cuanto a la interacción de claves geométricas y marcadores en la localización de una meta, y si lo hacen, es bajo la forma de ensombrecimiento. Esto por una parte implica la necesidad de un conocimiento mayor acerca del mismo efecto.

El ensombrecimiento ha jugado un papel importante en la demostración de procesos asociativos en el aprendizaje espacial, como en el presente estudio. Las teorías a la fecha propuestas lo explican o como un fallo en la adquisición (i.e. modelos de adquisición) o como un fallo en la recuperación de la información (i.e. modelos de actuación). Por lo que aún es necesario llevar a cabo diversas investigaciones que colaboren para ayudar a esclarecer que mecanismos operan sobre el ensombrecimiento así como la forma en la que lo hacen (Sánchez-Moreno, Rodrigo & Chamizo, 1999, pero ver Chamizo, Rodríguez, Espinet & Mackintosh, 2012; Chamizo, Aznar-Casanova & Artigas, 2003).

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Bouton, M. E. (1993). Context, time, and memory retrieval in the interference paradigms of pavlovian learning. *Psychological Bulletin*, 114, 80-99.
- Chamizo, V. D. (2002). Spatial learning: Conditions and basic effects. *Psicológica*, 23, 33-57.
- Cheng, K. (1986). A purely geometric module in the rat's spatial representation. *Cognition*, 23, 149-178.
- Cheng, K., & Newcombe, N. S. (2005). Is there a geometric module for spatial orientation? Squaring theory and evidence. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 1-23.
- Dickinson, A. (1980). *Teorías actuales del aprendizaje animal*. Madrid: Debate.
- Domjan, M. (1998). *Principios de aprendizaje y conducta*. International Thompson publisher, Ed 4. México.

- Goddart, M. J. (2012). Pavlovian incubation of US signal value. *Learning and Motivation*. DOI: 10.1016/j.lmot.2012.08.005
- Hampson, E. (1995). Spatial cognition in humans: Possible modulation by androgens and estrogens. *Journal of Psychiatry and Neurosciences*, 20, 397-404.
- Hilgard, E. R. & Bower, G.H. (1966). *Theories of learning*. N. Y.: Appleton-Century-Crofts.
- Kamin, L.J. (1969). Predictability, surprise, attention and conditioning. En B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior*, (279–96). N. Y.: Appleton-Century-Crofts.
- Kraemer, P. J., Lariviere, N. A., & Spear, N. E. (1988). Expression of a taste aversion conditioned with an odor-taste compound: Overshadowing is relatively weak in weanlings and decreases over a retention interval in adults. *Animal Learning & Behavior*, 16, pp. 164-168.
- Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimuli reinforcement. *Psychological Review*, 82, 276-298.
- Mackintosh, N. K. (1976). Overshadowing and stimulus intensity. *Animal Learning & Behavior*, 4, 186-192.

- McGregor, A., Jones, P. M., Good, M. A., & Pearce, J. M. (2006). Further evidence that rats rely on local rather than global spatial information to locate a hidden goal: Reply to Cheng & Gallistel (2005). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 314-321.
- Miller, R. R., & Escobar, M. (2002). Associative interference between cues and between outcomes presented together and presented apart: an integration. *Behavioral Processes*, 57, 163-185.
- O'Keefe, J., Nadel, L. (1978). *The hippocampus as a cognitive map*. England, Oxford: Clarendon Press.
- Pavlov, I. (1927). *Conditioned reflexes*. England: Oxford University Press.
- Pearce, J. M., Good, M. A., Jones, P. M., & McGregor, A. (2004). Transfer of spatial behavior between different environments: Implications for theories of spatial learning and for the role of the hippocampus in spatial learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 135-147.
- Pearce, J. M., Graham, M., Good, M. A., Jones, P. M., & McGregor, A. (2006). Potentiation, overshadowing and blocking of spatial learning based on the shape of the environment. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 201-214.
- Pineño, O., Vadillo, M. A., & Matute, H. (2007). *Psicología del Aprendizaje. Abecedario*. Badajoz, España.

- Prados, J. (2011). Blocking and overshadowing in human geometry learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 37, 121-126.
- Prados, J., & Trobalon, J. B. (1998). Locating an invisible goal in a water maze requires at least two landmarks. *Psychobiology*, 26, 42-48.
- Rescorla, R. & Wagner, A. (1972). A theory of pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. En A. Black & W. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: current research and theory* (pp. 64-99). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Rodríguez, C. A., Chamizo, V. D. & Mackintosh, N. J. (2011). Overshadowing and blocking between landmark learning and shape learning: the importance of sex differences. *Learning & Behavior*, 39, 324-335.
- Rosas, S. M. J. (2002). *Teorías asociativas del aprendizaje*. Del Lunar. Jaén, España.
- Rübeling, H. (1993). Pavlovian conditioning in human skilled motor behavior. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 28, 29-45.
- Shettleworth, S. J. (2010). *Cognition, evolution and behavior*. England: Oxford University Press.

Tolman, E.C., & Honzik, C.H. (1930). Degrees of hunger, reward and non-reward, and maze learning in rats. *University of California Publications in Psychology*, 4, 241–256.

Wilson, P. N., & Alexander, T. (2008). Blocking of spatial learning between enclosure geometry and a local landmark. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34, 1369–1374.

Wilson, P. N., & Alexander, T. (2010). Enclosure shape influences cue competition effects and goal location learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63, 1552–1567.