

LAS ESTRATEGIAS DE REPASO EN LA MEMORIA ESPACIAL

J. J. APARICIO; A. HUIDOBRO
Universidad Complutense de Madrid

Resumen

Algunos datos contradictorios sobre el efecto de interferencia retroactiva en la memoria de trabajo espacial de las ratas hacen dudar de la existencia de operaciones de repaso en el procesamiento de la información espacial. En el presente artículo, se postula el empleo por parte de los sujetos de dos estrategias diferentes, según que la tarea sea de alternancia o de persistencia. En el primer caso, las ratas seguirían una estrategia de recuperación, y en el segundo, de repaso. En nuestro experimento se utiliza un laberinto en T en el que las ratas tienen que realizar, en cada ensayo, una primera carrera forzada desde la caja de salida hasta uno de los brazos y, a continuación, otra de elección. Para el primero de los dos grupos —el grupo de alternancia— los sujetos tenían que irse en la carrera de elección al brazo opuesto al que fueron en la carrera forzada, mientras que los sujetos de un segundo grupo —grupo de persistencia— tenían que elegir el mismo brazo al que habían ido en la carrera forzada. Con el fin de evaluar el efecto de interferencia, se interpolaron dos actividades distintas en la demora de memoria que se intercalaba entre las dos carreras. Los resultados confirman nuestra hipótesis en lo que se refiere a la alternancia y, sólo parcialmente, en lo que se refiere a la persistencia, en donde el efecto de interferencia retroactiva depende de la duración del intervalo de memoria y de la naturaleza de la actividad distractora. Se concluye, además, que los sujetos del grupo de persistencia repasan una información prospectiva de carácter procedimental, cuando el intervalo de memoria es lo suficientemente corto.

Abstract

Contradictory evidence about the retroactive interference effect in rats' spatial working memory throw certain doubts on the existence of rehearsal operations in spatial information processing. In this paper, the use by the subjects of two different strategies, whether the task is one of alternation or of persistence, are hypothesized. In the former, rats might follow a retrieval strategy and, in the latter, a rehearsal strategy. In our experiment a T-maze is employed in which rats must perform in every trial a forced run from the start box to one of the arms followed by a choice run. For the first of two groups —the alternation group— subjects had to go in the choice run to the opposite arm to which they went in the forced run, while subjects in a second group —persistence group— had to go to the same arm to which they went in the forced run. In order to evaluate the interference effect, two different distractor activities were interpolated in the memory delay intervening within the two runs. The results confirm our hypothesis referring to the alternation and, only partially, in what concerns persistence where the retroactive interference effect depends on the length of memory delay and on the sort of the distractor activity. In addition, it was concluded that subjects in the persistence group rehearse a prospective information, procedural in character, when the memory interval is short enough.

Introducción

A partir de los trabajos de Olton y Samuelson (1976) sobre la conducta de las ratas en un laberinto ra-

dial de 8 brazos se han multiplicado las investigaciones que emplean tareas espaciales para estudiar la memoria a corto plazo (MCP) animal. Además del mencionado laberinto de ocho brazos, se han utili-

zado también con este mismo propósito otros aparatos, como el laberinto de 17 brazos (Olton, Collison y Werz, 1977), el laberinto en T (Grant, 1982), el laberinto de tres plataformas de Maier (Herrmann, Bahr, Bremner y Ellen, 1982), el tanque de agua de Morris (1981) o el laberinto de trepado (Campos, Bandrés, Sainz y Velasco, 1984).

El procedimiento básico, en la mayor parte de estos estudios, consiste en subordinar la localización del reforzador al lugar o los lugares en los que previamente se hallaba dicho reforzador. Para ello, se le permite al animal acceder a determinados emplazamientos donde es recompensado, generalmente con alimento, para, después de un intervalo de demora, hacerle elegir entre diversas opciones espaciales en alguna de las cuales, dependiendo de los lugares a donde se dirigió anteriormente, se encuentra de nuevo la recompensa.

Algunas características de esta clase de procedimientos merecen ser destacadas. En primer lugar, la localización de la recompensa en las carreras previas, de la que depende el lugar en el que el sujeto va a hallar la recompensa en carreras posteriores, varía de ensayo a ensayo. Por consiguiente, el animal no puede asociar un determinado lugar con el reforzamiento, sino que, en cada ensayo, debe tener en cuenta, a lo largo del intervalo de demora, el emplazamiento del alimento en las carreras anteriores para poder ejecutar la conducta correcta en las carreras subsiguientes. Debido a este rasgo metodológico, estos procedimientos han sido adoptados por numerosos investigadores para estudiar aquellos procesos mediante los cuales se mantiene temporalmente la información en un subsistema de la MCP que Honig (1978) denomina memoria de trabajo.

En segundo lugar, la codificación de la información a mantener puede dar lugar a una representación retrospectiva o prospectiva (Honig y Thompson, 1982; Honig y Wasserman, 1981; Roitblat, 1980). El sujeto puede tener presente el lugar a donde se dirigió anteriormente (representación retrospectiva) y en el momento de la elección decidir a donde tiene que irse. O bien, puede consumir la demora manteniendo una instrucción del tipo «ir a tal lugar» (representación prospectiva). Esta particularidad extiende el ámbito de estas investigaciones al estudio de un aspecto crucial en el funcionamiento de cualquier sistema inteligente, como los ordenadores, los animales o las personas, que se refiere a las relaciones entre el conocimiento declarativo y procedimental (Anderson, 1983).

En tercer lugar, y dependiendo del diseño experimental, el sujeto habrá de guiarse por una de dos posibles reglas. En algunas ocasiones tiene que elegir los lugares no visitados previamente para obtener la recompensa, mientras que, en otras, tiene que volver a los lugares donde ya recibió el reforzamiento. En el primer caso, deberá aprender una regla de «win-shift» (en caso de éxito, cambiar) y ejecutar una conducta de alternancia y, en el segundo, tendrá que aprender una regla de «win-stay» (en

caso de éxito, insistir) y ejecutar una conducta de persistencia.

Hay un aspecto importante en relación con estas dos clases de conductas. La alternancia es una conducta espontánea en las ratas y otros animales, biológicamente enraizada en las actividades de búsqueda de alimento (p. ej., Kamil, 1984) y/o en la tendencia natural a explorar (p. ej., Gaffan y Davies, 1982). En todo caso, tiene un carácter innato, de modo que, en contra de lo que ocurriría con la persistencia (Olton y Schlosberg, 1978), las operaciones mentales requeridas para realizar una tarea de alternancia puede que deriven de mecanismos muy específicos de naturaleza posiblemente automática (Martin García, Pareja Grande, Aparicio, Romero López, García Hoz y González Elipe, 1987).

Desde esta perspectiva, cabría suponer que no se requiere la memoria de trabajo para solucionar el problema de alternancia. El esfuerzo cognitivo que exige el empleo de la memoria de trabajo (Grant, 1984) no se corresponde con la facilidad con que tiene lugar la alternancia. Por otra parte, la capacidad para procesar la información espacial en las ratas es muy notable. Lett (1975), por ejemplo, ha demostrado que la demora de reforzamiento para localizaciones espaciales puede dilatarse hasta una hora, y Beatty y Shavalia (1980a) hallaron que sus sujetos alternaban correctamente con demoras de cuatro horas. A la vista de estos resultados, es difícil suponer que los sujetos cuenten con mecanismos de atención selectiva tales que les permitan mantener activa una información espacial durante períodos tan amplios de tiempo.

Los datos presentados por DiMattia y Kesner (1984) refuerzan esta suposición, ya que la estrategia que las ratas siguen para memorizar los lugares visitados cuando tienen que alternar parece ser distinta de la seguida cuando tienen que persistir, tal y como se refleja en las respectivas curvas de posición serial. Según los resultados obtenidos por estos autores, el efecto de primacía sólo tiene lugar en la persistencia y, como es sabido, dicho efecto se interpreta en la memoria humana en términos de los mecanismos de memoria a corto plazo (p. ej., Glanzer y Cunitz, 1966). Así pues, de nuevo en la explicación de la conducta de alternancia no habría que recurrir a procesos de repaso en la MCP.

Algunas teorías recientes (p. ej., Grant, 1986; Olton, 1978), sin embargo, postulan la mediación de procesos de repaso, propios de la memoria de trabajo, en la ejecución de la conducta de alternancia. La contrastación experimental de tales interpretaciones permitiría, por un lado, resolver algunos interrogantes sobre los mecanismos de MCP animal y, por otro, establecer con claridad en qué tipo de situaciones deben estudiarse dichos mecanismos. Podría ocurrir que la conducta de persistencia fuera una tarea apropiada para estudiar la MCP animal, pero no así la de alternancia.

La interferencia retroactiva, derivada de intercalar acontecimientos distractores en el intervalo de demora, ofrece una interesante posibilidad para contar con un índice independiente de las actividades de

procesamiento que tienen lugar durante dicha demora. Si la alternancia espacial responde a una tendencia innata e implica la realización de operaciones mentales automáticas, entonces el animal no tendrá que dedicar su atención a mantener la información sobre el lugar al que se dirigió en la carrera previa y, en consecuencia, los acontecimientos interpolados en la demora no ejercerán ningún efecto distractor. Deberán postularse, entonces, para la alternancia otro tipo de procesos mentales insensibles a dichos acontecimientos distractores.

La tarea de persistencia, sin embargo, sí que se vería afectada. Como ya se ha señalado, la aplicación de la regla de «insistir en caso de éxito» requiere un gran esfuerzo cognitivo tanto para las ratas (Olton y Schlosberg, 1978) como para las palomas (Olson y Maki, 1983). Es lógico suponer que dicho esfuerzo cognitivo gire en torno al mantenimiento de la información procedente de las carreras previas. Es decir, de algún modo los animales concentrarían su atención en actividades de repaso.

Podría pensarse que las ratas y, en general, los animales no cuentan con recursos cognitivos para entregarse a procesos de repaso de mantenimiento de la información, en cuyo caso el problema de «insistir en caso de éxito» se resolvería también aplicando alguna otra estrategia de procesamiento. No obstante, existen datos abundantes, precisamente sobre el mencionado fenómeno de la interferencia retroactiva, que parecen indicar lo contrario.

El efecto de interferencia retroactiva ha sido corroborado con diversas especies animales. Jarvik, Goldfarb y Carley (1969) fueron los primeros que, empleando un procedimiento de adecuación a la muestra con monos, encontraron que sus sujetos cometían más errores cuando se encendía una luz durante el intervalo de retención. Más tarde, Grant y Roberts (1976) hallaron este mismo efecto con palomas, y Herman (1975) con delfines.

El fenómeno tiene lugar de una manera consistente: a) con la interposición de acontecimientos de diversa naturaleza, como luces localizadas (Jarvik y otros, 1969; Grant y Roberts, 1976), cambios en la iluminación ambiental (Cook, 1980; D'Amato, 1973; Kendrick, Tranberg y Rilling, 1981; Roberts y Grant, 1978; Tranberg y Rilling, 1980) o la realización de una actividad por parte del animal (Moise, 1970); b) con diferentes clases de acontecimientos a recordar, como estímulos visuales, conductas o reforzadores (Maki, Moe y Bierley, 1977), y c) con tareas tanto de discriminación condicional demorada como de adecuación sucesiva a la muestra (Maki y otros, 1977; Tranberg y Rilling, 1980).

Se han adelantado varias hipótesis para explicar los numerosos datos de que se dispone, fundamentalmente basadas en la perturbación de los procesos de repaso (p. ej., Grant, 1981; Maki, 1981) o en el cambio contextual, causado por los acontecimientos distractores, que impediría que las claves contextuales desempeñaran el papel de claves de recuperación de la información sobre el estímulo a recordar (Gordon y Feldman, 1978; Spear, 1973, 1978). Esta falta de acuerdo se ve agravada por los resul-

tados obtenidos por Maki (1984) sobre la recuperación de la interferencia retroactiva de los que no podrían dar cuenta por sí solos ninguno de estos modelos teóricos. Posiblemente todos estos factores concurren en el fenómeno de la interferencia retroactiva. En todo caso, es un hecho bien establecido indicativo de la existencia de procesos de repaso en la MCP.

La mayor parte de los estudios anteriormente mencionados han utilizado alguna variante del procedimiento de adecuación demorada a la muestra en el que no interviene el procesamiento de localizaciones espaciales. Es más, durante algún tiempo se pensó que la interferencia retroactiva no afectaba a la memoria espacial (Aguado, Alonso, Benito, Ruiz y Velsco, 1984; Beatty y Shavalia, 1980b; Maki, Brokofsky y Berg, 1979; Olton y Samuelson, 1976). En investigaciones posteriores se han encontrado, sin embargo, ciertos efectos de interferencia retroactiva en un laberinto radial con tareas de alternancia (Roberts, 1981; Roberts y Dale, 1981).

Roberts (1984), en una reciente revisión de la literatura, concluye que la interferencia retroactiva en la alternancia se produce solamente: a) cuando se intercala una gran cantidad de información, y b) cuando la experiencia intercalada coincide con la experiencia a recordar. En consonancia con nuestra hipótesis, podría afirmarse que la interferencia retroactiva en la alternancia no proviene tanto de un cierto efecto distractor de la atención o del repaso cuanto de la confusión entre informaciones semejantes.

No existen estudios sistemáticos sobre la interferencia retroactiva en tareas de persistencia. La comprobación de este efecto en la persistencia y su comparación con lo que ocurra en la alternancia permitirá elaborar un modelo de procesamiento espacial que resuelva algunas de las paradojas existentes en torno a la memoria de trabajo animal. Si, por ejemplo, se encontrara un efecto diferencial, se podría llegar a concluir la inexistencia de procesos de repaso en la alternancia, ya que, si en las dos situaciones hubiera repaso de mantenimiento, la interferencia debería ser equivalente, dado que la información a repasar procedente de la carrera previa es exactamente la misma.

En el experimento que se describe a continuación se emplea un laberinto en T, porque es en este aparato donde la conducta de alternancia o persistencia tienen lugar de un modo más simple. El procedimiento adoptado es el que habitualmente se sigue y consiste en forzar al sujeto en una primera carrera a dirigirse a uno de los dos brazos del laberinto donde es recompensado para, después de un período de demora, permitirle elegir entre los dos brazos. En la condición experimental de alternancia, la elección correcta en una segunda carrera de libre elección será la de irse al brazo contrario al de la carrera forzada. En la de persistencia, la elección correcta consistirá en repetir el mismo lado de la carrera forzada.

La inclusión de acontecimientos distractores en el intervalo de demora interpolado entre la carrera for-

zada y la de elección permitirá explorar el efecto de interferencia en las dos condiciones experimentales. Los acontecimientos distractores podrían ser de diversa naturaleza, pero se ha optado porque éstos consistan en la realización de una actividad. Hay varias razones que justifican esta elección. En primer lugar, y partiendo del supuesto de que la capacidad de procesamiento es limitada, a través de la introducción de dos actividades diferentes, definidas según la cantidad de energía cognitiva que requieren, podrá evidenciarse el grado de esfuerzo cognitivo que exige la solución del problema de alternancia o persistencia.

En segundo lugar, al emplearse dos tipos de actividades distractoras, podrán distinguirse los efectos puramente debidos al intervalo de demora de los debidos a la interferencia. En el caso de que se observara un decremento en la ejecución, si éste es mayor con una actividad que con la otra, podrá concluirse que el efecto es de interferencia. Por el contrario, si no hay diferencias se deberá únicamente a la demora.

En tercer lugar, en una de las condiciones la actividad a ejecutar es de naturaleza instrumental. Las respuestas instrumentales pueden considerarse producto de un conocimiento procedimental (Adams, 1982; Adams y Dickinson, 1981; García-Hoz Rosales, 1985, aunque véase Colwill y Rescorla, 1985). Mientras que dos conocimientos declarativos podrían ser integrables y compatibles dependiendo tan sólo de las limitaciones en la capacidad de procesamiento, el conocimiento procedimental es incompatible con otro conocimiento del mismo carácter. Así pues, también podrán extraerse conclusiones en torno a la naturaleza prospectiva o retrospectiva de la codificación en la carrera forzada.

Método

Sujetos

Se utilizaron 20 ratas Wistar ingenuas de 250 a 350 gramos de peso ad libitum. Se les privó hasta que alcanzaron el 80 por 100 de su peso, manteniéndose en el mismo a lo largo de todo el experimento. Todos los animales estaban alojados en jaulas individuales donde tenían libre acceso a agua.

Aparatos

Laberinto en T

El laberinto era de madera conglomerada pintada homogéneamente de gris en su interior. Las paredes tenían 25 cm de alto y los corredores 15 cm de ancho. El tronco de 78 cm de largo desembocaba en dos brazos de 50 cm de largo cada uno. Dos pequeños comederos de porcelana blanca estaban adosados en las dos paredes finales de los brazos, con el fin de poder dispensar el alimento sin que fuera visible desde el punto de elección.

La porción inicial del tronco delimitada por una puerta de guillotina constituía la caja de salida. Otras dos puertas, también de guillotina, se montaron a la entrada de cada brazo con objeto de controlar la dirección del giro en la carrera forzada.

Caja pauloviana

La caja pauloviana era una cámara rectangular de 35 cm de largo por 22 cm de ancho y 25 cm de alto. Las dos paredes laterales estaban construidas de plexiglás transparente. La pared frontal y posterior eran de aluminio. A la izquierda de la pared frontal estaba situado un comedero en cuyo interior se dispensaba el alimento.

Caja operante

La caja operante era una caja de Skinner estándar marca Lafayette. Medía 31 cm de largo por 21 cm de ancho y 20 cm de alto. La pared lateral izquierda y la pared posterior eran de plexiglás transparente y la pared frontal y la lateral derecha, de acero inoxidable. A los lados de la pared frontal sobresalían dos palancas, aunque únicamente el accionamiento de una de ellas producía reforzamiento. En el centro, situado entre las palancas, estaba el comedero.

Procedimiento

Se dividió aleatoriamente a los animales en dos grupos de 10 sujetos. Hubo que eliminar a un sujeto en cada grupo por enfermedad, con lo que quedaron reducidos a 9 sujetos. Uno de los grupos (GA) recibió adiestramiento de alternancia y el otro (GP) de persistencia.

Primera fase. Preadiestramiento instrumental y exploración

Las ratas fueron sometidas a tres sesiones, una por día, de preadiestramiento instrumental y habituación y, en un cuarto día, a una de exploración al laberinto.

Preadiestramiento instrumental. En las dos primeras sesiones de esta fase todos los animales recibieron 30 minutos de adiestramiento al comedero y moldeamiento instrumental en la caja operante. Una vez bien establecida la respuesta de presión de palanca en las dos primeras sesiones, se introdujo, en una tercera sesión de 15 minutos, un programa de RV3. Tanto en estas sesiones, como a lo largo de todo el experimento, la recompensa consistía en bolitas de pienso de 45 mg.

Habituaación a la caja pauloviana. Los mismos días en los que tuvo lugar el adiestramiento instrumental, las ratas pasaban, además y en otro momento, el mismo período de tiempo en la caja pauloviana donde consumían dos bolitas de comida que se habían depositado previamente en el comedero.

No se requería del animal ninguna respuesta para conseguir el alimento.

Exploración del laberinto. En la cuarta sesión de esta fase se trasladó a los sujetos al laberinto al que se había desprovisto de las puertas. Se repartieron seis bolitas de comida por los corredores y cuatro en cada comedero. Durante 15 minutos podían recorrer libremente el laberinto y acceder al alimento.

Segunda fase. Entrenamiento de alternancia y persistencia

Cada sesión constaba de 8 ensayos separados por un intervalo interensayo de aproximadamente 6 minutos. Los ensayos comenzaban desde la caja de salida con una carrera forzada en la que una de las puertas de los brazos permanecía cerrada. De este modo, se obligaba al animal a girar a la izquierda o a la derecha, según una secuencia aleatoria distinta para cada sesión. Al final del brazo accesible en la carrera forzada el animal podía consumir 4 bolitas de comida depositadas con anterioridad por el experimentador.

Después de recibido el alimento, el sujeto era devuelto a la caja de salida y comenzaba la carrera de libre elección. Desde el inicio de esta carrera, las dos puertas de los brazos del laberinto se encontraban abiertas, de forma que se le ofrecía al animal la oportunidad de irse a la derecha o a la izquierda. Para obtener la recompensa, consistente en cuatro bolitas de comida, los sujetos del grupo GA tenían que dirigirse al lado contrario de aquel que habían visitado en la carrera forzada. Los del GP tenían que volver al mismo lado en el que ya habían estado en ese mismo ensayo.

Una vez realizada la elección se cerraba la puerta correspondiente al brazo elegido. Si la elección era correcta, se permitía al animal consumir el alimento, se contabilizaba un acierto y se le devolvía a su jaula situada en una habitación contigua, donde transcurría el intervalo entre ensayos. Si cometía un error, se aplicaba el método de corrección, volviendo a colocarlo en la caja de salida para ofrecerle una nueva oportunidad, y así sucesivamente hasta que diera la respuesta correcta.

Este adiestramiento se prolongó durante 4 sesiones en el grupo GA y durante 13 en el GP, que es lo que tardaron los respectivos grupos en alcanzar el 90 por 100 de aciertos. Durante las últimas 4 sesiones de esta fase, las ratas se depositaban al principio y al final de la sesión y durante 45 segundos en una de las cajas. Si 10 minutos antes de comenzar la sesión habían pasado 45 segundos en la caja pauloviana, 10 minutos después de que ésta finalizara pasaban otros 45 segundos en la caja operante, alternando este tratamiento para cada sujeto. Al igual que en la primera fase, los animales obtenían dos bolitas de comida en la caja pauloviana. En la caja operante se aplicaba un programa de RV5.

Tercera fase. Demora de 45 segundos

En los siguientes 5 días se administró cada día una sesión de 8 ensayos, con un intervalo entre los mismos de aproximadamente 9 minutos, en los que se intercalaba una demora de 45 segundos entre la carrera forzada y la de elección. En cuatro de los ocho ensayos los animales consumían el tiempo de demora en la caja pauloviana y en los cuatro restantes en la operante, según una secuencia aleatoria en la que se contrabalanceaban los giros a la derecha y a la izquierda de la carrera forzada. En la caja pauloviana los sujetos recibían dos bolitas de comida y en la operante eran reforzados de acuerdo con un programa de RV5. Por lo demás, el procedimiento coincidía con el de las sesiones anteriores.

Cuarta fase. Readiestramiento 1

Como en la tercera fase había disminuido notablemente el porcentaje de aciertos, se hizo necesario incluir unas sesiones de refresco con objeto de que se recuperara el nivel de actuación en la estrategia básica antes de aumentar el intervalo de demora. Una solución alternativa hubiera sido ampliar la fase anterior, pero ello habría requerido una prolongación excesiva de los ensayos. Un sobreadiestramiento hubiera podido dar lugar a la automatización de algunas operaciones mentales (Hasher y Zacks, 1979; Shiffrin y Schneider, 1977) con el consiguiente desvanecimiento del efecto buscado. Así pues, todos los sujetos recibieron sesiones de readiestramiento de alternancia y persistencia sin demora, hasta que ambos grupos volvieron a alcanzar el 90 por 100 de aciertos. En el grupo GP tuvieron que suministrarse 4 sesiones para que se alcanzara de nuevo este porcentaje, mientras que el grupo GA sólo requirió una sesión.

Quinta fase. Demora de 120 segundos

A lo largo de 5 sesiones de 8 ensayos, con un intervalo interensayo aproximado de 23 minutos, se aumentó el tiempo de demora a 120 segundos. El procedimiento era el mismo que el empleado en la fase de demora de 45 segundos, con la única diferencia de que al prolongarse el tiempo de estancia en la caja operante hubo que reducir la tasa de reforzamiento para lo cual se aplicó un programa de RV10, mientras que en la caja pauloviana los sujetos recibían 5 bolitas de comida.

Sexta fase. Readiestramiento 2

Por las mismas razones que en la fase cuarta, se administró a cada grupo una nueva sesión de 8 ensayos de readiestramiento.

Séptima fase. Prueba

Línea de base previa a la prueba de 45 segundos (LB1). Con el fin de establecer una línea de base previa con la que comparar de modo sistemático los efectos de la demora de 45 segundos y/o de las actividades distractoras en ambas cajas, todos los sujetos recibieron en un día ocho ensayos igual a los suministrados en las sesiones de readiestramiento.

Prueba con acontecimientos distractores y demora de 45 segundos. Una sesión de 8 ensayos espaciados. En 4 de ellos los sujetos consumían la demora en la caja operante (CO45) y en los restantes 4 en la caja pauloviana (CP45), siguiendo el mismo procedimiento de la fase cuarta.

Línea de base previa a la prueba de 120 segundos (LB2). Una sesión de 8 ensayos siguiendo el mismo procedimiento que en la cuarta y sexta fases de readiestramiento. El objetivo de esta sesión coincidía con el de la LB1, pero en este caso referido a la prueba posterior.

Prueba con acontecimientos distractores y demora de 120 segundos. Una sesión de 8 ensayos espaciados, 4 con caja operante (CO120) y 4 con caja

pauloviana (CP120) siguiendo el mismo procedimiento que en la quinta fase.

Resultados

En el panel (a) de las figuras 1 y 2 se muestra el curso de la adquisición para ambos grupos. El grupo GA tardó cuatro sesiones para llegar a alternar en la carrera de elección en un 90 por 100 de los ensayos. El grupo GP, sin embargo, necesitó 13 sesiones para alcanzar el 90 por 100 de los aciertos en la conducta de persistencia, lo cual demuestra lo costoso que resulta para las ratas aprender a persistir. Como se ilustra en el panel izquierdo de la figura 2, en la primera sesión los sujetos sólo consiguen persistir en un 20 por 100 de los ensayos. Contemplado desde otra perspectiva, ello significa que en esta sesión inicial alternan en un 80 por 100 de los ensayos. Únicamente lograron superar el 50 por 100 de los aciertos en la quinta sesión. Así pues, una de las razones por las cuales resulta tan difícil para las ratas aprender a persistir estriba en que han de vencer primero su tendencia natural a alternar.

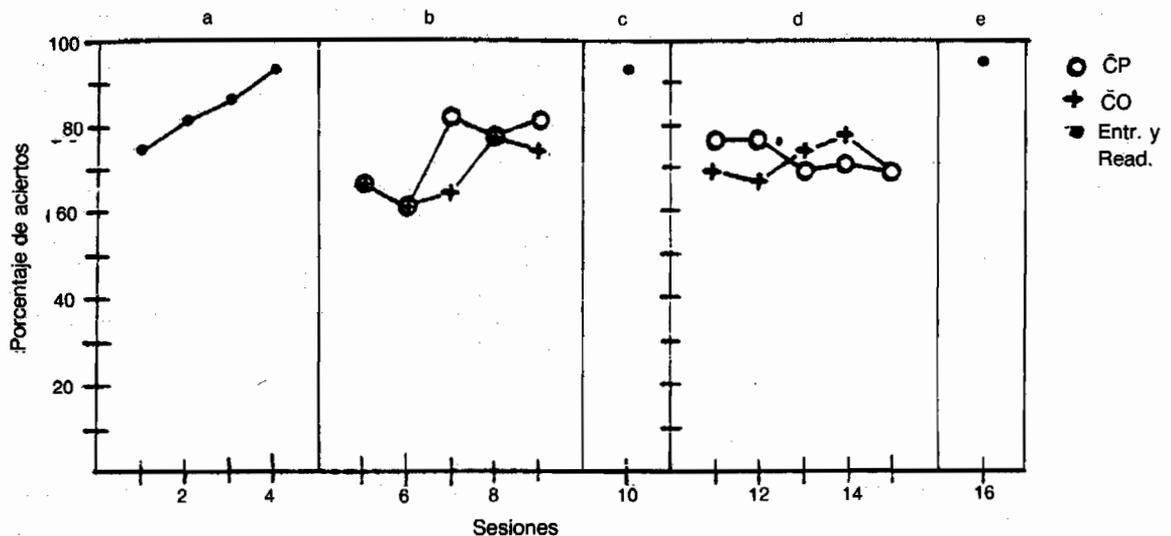


Figura 1. Porcentaje de aciertos para el grupo GA en: a) entrenamiento de alternancia; b) demora de 45 segundos; c) readiestramiento 1; d) demora de 120 segundos, y e) readiestramiento 2. En los paneles b) y d) se representan separadamente el tanto por ciento de aciertos cuando la demora transcurre en la caja operante (CO) o en la caja pauloviana (CP).

En los paneles (c) y (e) de las figuras 1 y 2 pueden observarse los porcentajes de aciertos correspondientes a las sesiones de readiestramiento administradas después de la introducción de la demora de 45 y 120 segundos, respectivamente. Se necesitó tan sólo una sesión para que los sujetos del grupo GA recuperaran el nivel del 90 por 100 de aciertos después del entrenamiento con 45 segundos de de-

mora, mientras que en el grupo GP se requirieron 4 sesiones de readiestramiento.

Como se ilustra en los paneles (b) y (d) de las figuras 1 y 2, el porcentaje de aciertos para ambos grupos durante la segunda fase, tanto con demoras de 45 segundos como de 120 segundos, se sitúa por encima del azar pero no alcanza valores elevados. Ello se debe al efecto de la introducción de la demo-

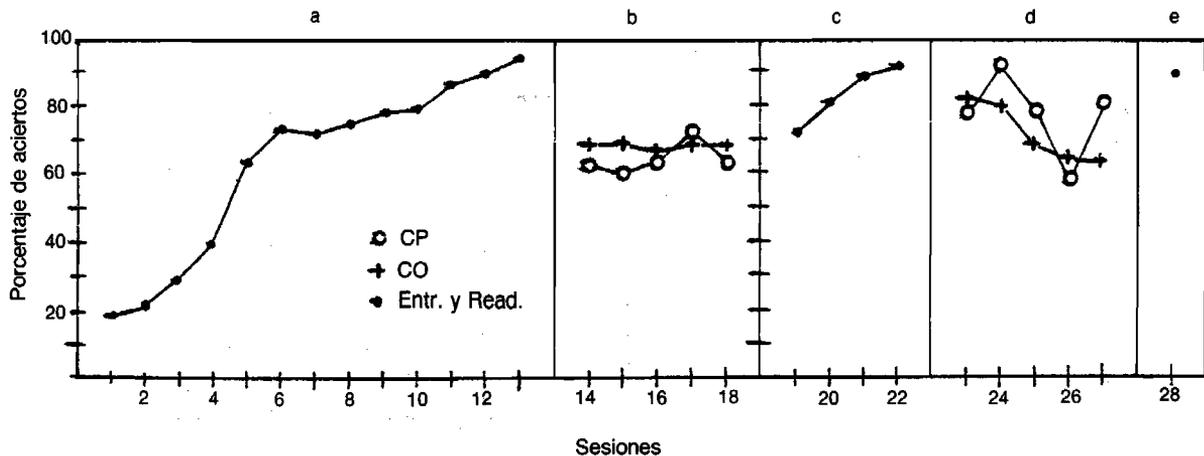


Figura 2. Porcentaje de aciertos para el grupo GP en: a) entrenamiento de persistencia; b) demora de 45 segundos; c) readiestramiento 1; d) demora de 120 segundos, y e) readiestramiento 2. En los paneles b) y d) se representan separadamente el tanto por ciento de aciertos cuando la demora transcurre en la caja operante (CO) o en la caja pauloviana (CP).

ra, ya que, aunque la actividad distractora se intercala simultáneamente, no se observan diferencias significativas derivadas de interpolar una u otra actividad.

Con el fin de detectar una posible relación entre las respuestas emitidas en la caja operante y el porcentaje de aciertos correctos en la carrera de elección en los dos grupos y con los dos valores de demora, se calculó la correlación entre ambas medidas en la segunda fase. El resultado de este análisis se ofrece en el cuadro 1, en donde puede constatar la ausencia de correlación positiva o negativa.

CUADRO 1

Correlación entre el número de respuestas emitidas en la caja operante con 45 y 120 segundos de demora (RR45 y RR120), y el porcentaje de aciertos en los correspondientes ensayos (CO45 y CO120)

Grupo	Comparación	r	P(r)	Diferencia estadística
GA	CO45-RR45	-0,212	0,518	no significativa
	CO120-RR120	0,093	0,779	no significativa
GP	CO45-RR45	0,084	0,812	no significativa
	CO120-RR120	-0,121	0,731	no significativa

Con los datos obtenidos en la fase de prueba se realizaron para los dos grupos las siguientes comparaciones:

a) Primera línea de base y ensayos con caja pauloviana con 45 segundos de demora (LB1-CP45).

b) Primera línea de base y ensayos con caja operante con 45 segundos de demora (LB1-CO45).

c) Ensayos con caja pauloviana y ensayos con caja operante, ambos con 45 segundos de demora (CP45-CO45).

d) Segunda línea de base y ensayos con caja pauloviana con 120 segundos de demora (LB2-CP120).

e) Segunda línea de base y ensayos con caja operante con 120 segundos de demora (LB2-CO120).

f) Ensayos con caja pauloviana y ensayos con caja operante, ambos con 120 segundos de demora (CP120-CO120).

Un resumen de estos datos se ofrece en los diagramas de barras de la figura 3. Para el análisis estadístico de la significación de estas diferencias se aplicó la prueba de Wilcoxon.

De acuerdo con estos análisis, no existen diferencias significativas para el grupo de alternancia en ninguno de los tratamientos experimentales. La inclusión de una demora de 45 segundos no afecta a la conducta de alternancia. Ni tampoco la interpolación en dicha demora de actividades tales como las realizadas en la caja pauloviana o la caja operante. Cuando la demora aumenta a 120 segundos parece haber una cierta disminución en el porcentaje de aciertos con respecto a la línea de base, aunque esta no es significativa. Dentro de esta aparente tendencia es importante hacer notar que el carácter de la actividad es indiferente cara a ese posible efecto. Por tanto, en el caso de que existiera un fenómeno real, se debería a la demora y no al distinto tipo de actividad.

Con respecto a la persistencia, sí que se observan diferencias significativas. Cuando la demora es de 45 segundos, estas diferencias en el porcentaje

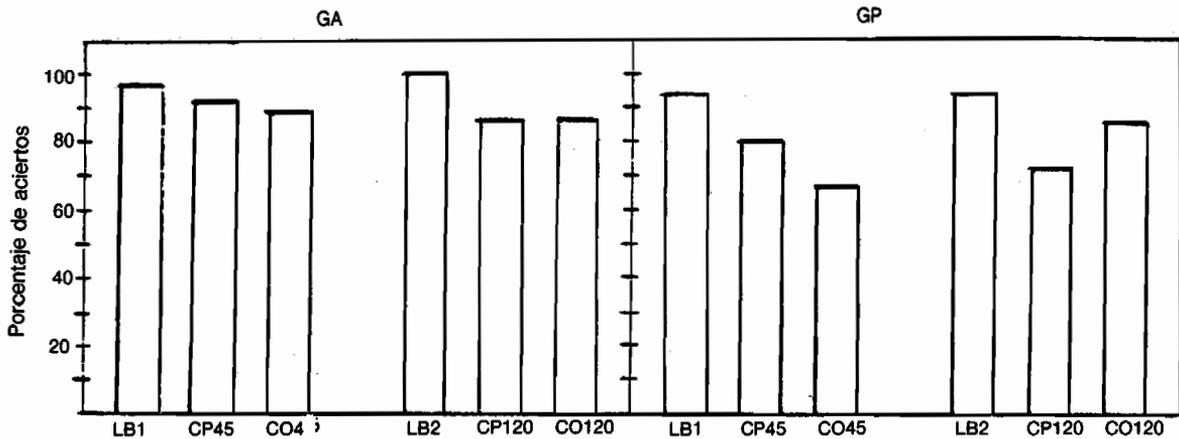


Figura 3. Porcentaje de aciertos para el grupo GA y GP en las sesiones de primera línea de base (LB1), ensayos con 45 segundos de demora en la caja pauloviana (CP45) y en la caja operante (CO45), segunda línea de base (LB2) y ensayos con 120 segundos de demora en la caja pauloviana (CP120) y en la caja operante (CO120).

de aciertos se producen entre la línea de base y los ensayos en los que los sujetos consumen la demora en la caja operante ($N = 9$; $T(6) = 0$, $p < 0,05$). Sin embargo, no son significativas las habidas entre la línea de base y los ensayos en los que los sujetos consumen la demora en la caja pauloviana ($N = 9$; $T(4) = 0$, $p < 0,05$). Por consiguiente, con estos valores de demora la actividad que tiene lugar en la caja operante interfiere de algún modo con la tarea de persistencia y no ocurre así con la actividad que tiene lugar en la caja pauloviana.

Cuando en la persistencia la demora es de 120 segundos, el efecto se invierte. Es decir, las diferencias entre la línea de base y los ensayos con caja pauloviana son significativas ($N = 9$; $T(7) = 1$, $p < 0,05$), y no lo son las habidas entre la línea de base y los ensayos con caja operante ($N = 9$; $T(7) = 7,5$, $p < 0,05$).

Discusión

Como ya se ha dicho, la conducta de alternancia es espontánea, y por tanto el porcentaje de aciertos suele ser muy elevado desde el momento en que las ratas se enfrentan a la tarea. Así pues, las curvas de adquisición son planas, alcanzándose valores asintóticos desde los primeros ensayos.

En nuestro experimento, el leve progreso en la adquisición de esta conducta a lo largo de las cuatro primeras sesiones puede deberse a que sólo se realizó una sesión de exploración al laberinto. Olton, Collison y Werz (1977) obtuvieron resultados similares a los nuestros con un grupo de ratas para el que se eliminó la fase de preexploración.

La exploración previa es un factor decisivo en la memoria espacial de las ratas (Ellen, Parko, Wages

y Herrmann, 1982). El reconocimiento inicial del laberinto desemboca en la formación de un mapa cognitivo espacial (O'Keefe y Nadel, 1978), que juega, entre otros, el papel de código para discriminar los diferentes emplazamientos de que se compone el laberinto (Shettleworth, 1985). Una vez establecido este código espacial, puede señalizarse temporalmente una determinada localización. De este modo, un lugar visitado recientemente es marcado con una contraseña temporal (temporal tag), de forma que puede ser evitado al aplicar la regla de alternancia (Roberts, 1984; Roberts y Dale, 1981; Shettleworth, 1985; Staddon, 1983).

Dentro de este marco teórico pueden explicarse nuestros resultados en el grupo GA. Así, la curva inicial de adquisición no sería indicativa de un cierto crecimiento en el aprendizaje de la alternancia, sino de la progresiva elaboración interna por parte de los sujetos de un mapa espacial del laberinto. Cuando ya se ha formado en su memoria referencial la representación interna del laberinto, ésta se activa al comienzo de cada ensayo. En la carrera forzada, el brazo correspondiente queda señalizado temporalmente —como el más recientemente visitado— en esta representación activada del laberinto. Al iniciar la carrera de elección, el animal únicamente tiene que volver a recuperar la representación del laberinto con la contraseña temporal adherida a uno de los brazos para aplicar automáticamente la regla de alternancia.

La disminución en el porcentaje de aciertos con la introducción de la demora sería consistente con la idea de que los lugares visitados se marcan temporalmente. Es más fácil discriminar entre el brazo visitado en el ensayo anterior y el visitado en el forzado cuando no media ningún intervalo de demora. Hay, no obstante, un aspecto problemático en relación con este punto de vista y es que la influencia de

esta interferencia proactiva no se prolonga indefinidamente, sino que llega un momento en que desaparece como ocurre en la fase de prueba de nuestro experimento.

La desaparición progresiva de los efectos de interferencia proactiva podría explicarse postulando procesos de repaso que irían reforzándose con la práctica en situaciones que cada vez exigen un mayor esfuerzo cognitivo (Maki, 1981). Sin embargo, como ya se ha apuntado en la introducción, es difícil concebir que estas actividades de repaso puedan llegar a extenderse a periodos tan dilatados como 4 horas (Beatty y Shavalia, 1980a). Una interpretación alternativa sería que, al igual que ocurre con la información espacial, se generara en el curso de las sesiones un mapa temporal a través del cual pudieran identificarse momentos en el tiempo (Honig, 1981). En ausencia de intervalo de demora, la sucesión temporal de acontecimientos es muy simple y podrían señalizarse temporalmente los brazos visitados sin demasiada dificultad. Con la interpolación de las demoras, los sujetos tendrían que construir un mapa temporal más complejo para poder adherir contraseñas temporales más precisas a determinadas localizaciones espaciales. Una vez elaborado el correspondiente mapa temporal las ratas podrían realizar la tarea con facilidad.

La hipótesis de la existencia de procesos de repaso en la alternancia debe descartarse, además, por los resultados obtenidos en la fase de prueba de nuestro experimento. Las actividades distractoras no producen ninguna interferencia ni, por tanto, se dan efectos diferenciales. Cabría pensar que dichas actividades no son lo suficientemente distractoras, pero ello no se corresponde con los datos obtenidos en el grupo GP, donde sí producen interferencia.

Consideremos ahora lo que ocurre con el grupo GP. En primer lugar, los efectos diferenciales de las dos actividades distractoras en la fase de pruebas podrían explicarse desde dos puntos de vista. Una posibilidad es que la ejecución de la actividad distractora interferente lleve consigo un cambio en el contexto lo suficientemente grande como para impedir la recuperación de la información en la carrera de elección (Gordon y Feldman, 1978; Spear, 1973, 1978). La otra actividad no interferiría por no implicar un cambio contextual demasiado extremo. La segunda interpretación es que una de las actividades exige una cierta capacidad atencional entorpeciendo total o parcialmente los posibles procesos de repaso de mantenimiento implicados en la persistencia.

Si se tiene en cuenta que con 45 segundos de intervalo de demora la actividad de la caja operante es la que interfiere, pero no la actividad en la caja pauloviana, mientras que con 120 segundos ocurre al contrario, habrá que convenir que la primera de las explicaciones no se sostiene porque el cambio contextual es igual con 45 o con 120 segundos.

Descartada la primera interpretación, habría que explicar, en relación con la segunda, por qué no hay procesos de repaso en la alternancia, y sí los hay en la persistencia. Hay que partir del hecho de que,

como ya se ha señalado, persistir para las ratas es una conducta muy costosa que implica vencer su tendencia natural a alternar. En una situación de persistencia esta tendencia podría ser combatida por estos animales sencillamente transformando la regla de alternar por la de persistir. Si eso fuera cierto, la única diferencia entre la conducta de alternancia y la de persistencia sería la existencia de un retardo en la adquisición de esta última. Una vez bien establecida la regla de persistencia, el resto de los factores afectarían por igual a ambas conductas. Los resultados que hemos obtenido en la fase de prueba demuestran que eso no es así.

La única explicación factible es que ante la dificultad de la tarea los sujetos se ven obligados a cambiar el modo en que espontáneamente procesan la información en la alternancia. Este nuevo modo de procesamiento lleva consigo la puesta en práctica de operaciones de repaso de mantenimiento de la información innecesarias en la alternancia. Un correlato de lo anteriormente dicho es que la tarea de alternar para obtener alimento no es apropiada para estudiar los procesos de MCP animal, mientras sí lo es la tarea de persistir.

Queda ahora por examinar una última cuestión. Si la actividad que interfiere con los procesos de repaso cuando la demora es de 45 segundos es la de la caja operante, pero no la de la caja pauloviana, ¿por qué se invierte este efecto cuando la demora es de 120 segundos? Es posible que el aumento de la demora induzca al animal a cambiar de nuevo la estrategia de procesamiento, dado que entregarse a procesos de repaso en estas condiciones no resulta económico desde un punto de vista cognitivo.

Podría ocurrir, por ejemplo, que la codificación con demoras cortas fuera prospectiva y de ahí que una tarea instrumental de carácter procedimental obstruyera el repaso de una instrucción. Al aumentar la demora, la codificación sería retrospectiva, no habría repaso y la recuperación del contexto al comienzo de la carrera de elección sería más fácil en el caso de que la demora hubiera transcurrido en la caja operante. Así pues, de acuerdo con este modelo, la longitud de la demora determina que las ratas lleven a cabo operaciones de repaso o se valgan de una estrategia de recuperación. Debe advertirse, sin embargo, que los datos de que se dispone, incluidos los de nuestro experimento, hacen que esta interpretación sea tan sólo tentativa. Es necesario emprender nuevas investigaciones dentro de esta línea para poder confirmar esta posibilidad.

En resumen, puede concluirse que:

a) De acuerdo con DiMattia y Kesner (1984), en una tarea de alternancia espacial la información se procesa automáticamente y por tanto la realización de la tarea no se ve afectada por actividades distractoras intercaladas durante el período de demora.

b) Cuando se trata de una tarea de persistencia, sin embargo, los animales repasan activamente la información para mantenerla en su memoria a corto plazo.

c) Las diferencias en los procesos implicados en

la resolución de ambas tareas tienen su raíz en la dificultad que supone para las ratas vencer su tendencia natural a alternar. Lo que obliga a que las operaciones mentales en la persistencia sean de carácter controlado.

d) Los modelos defendidos por Olton (1978) y Grant (1986) que proponen la existencia de procesos de repaso en la alternancia no se ven confirmados por nuestros resultados.

e) Aunque debe proseguirse con las investigaciones sobre la conducta de alternancia, no es ésta la conducta más apropiada para estudiar los mecanismos de memoria corto plazo animal.

f) Las tareas de persistencia sí parecen ser adecuadas para estudiar este tipo de mecanismos, aunque futuras investigaciones deberían establecer los límites temporales en los que dicha conducta requiere una estrategia de repaso o una estrategia de recuperación.

Referencias

Adams, C. D. (1982): Variations in the sensitivity of instrumental responding to reinforcer devaluation, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34B, 77-98.

Adams, C. D., y Dickinson, A. (1981): Actions and habits: Variations in associative representations during instrumental learning. En N. E. Spear y R. R. Miller (eds.): *Information Processing in Animals: Memory Mechanisms*, Hillsdale, N. J., Erlbaum.

Aguado, L.; Alonso, G.; Benito, M.; Ruiz, P., y Velasco, M. L. (1984). Efectos temporales e interferencia en la retención a corto plazo de la rata, *Informes de Psicología*, 83-92.

Anderson, J. R. (1983): *The Architecture of Cognition*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Beatty, W. W., y Shavalia, D. A. (1980a): Spatial memory in rats: Time course of working memory and effect of anesthetics, *Behavioral and Neural Biology*, 28, 454-462.

Beatty, W. W., y Shavalia, D. A. (1980b): Rat spatial memory: Resistance to retroactive interference at long retention intervals, *Animal Learning and Behavior*, 8, 550-552.

Campos, J. J., Bandrés, J., Velasco M. L. y Sainz, S. (1984). Alternancia espontánea en ratas: Evaluación de una nueva técnica, *Informes de Psicología*, 35-43.

Colwill, R. M., y Rescorla, R. A. (1985): Instrumental responding remains sensitive to reinforcer devaluation after extensive training, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 520-536.

Cook, R. G. (1980): Retroactive interference in pigeon short-term memory by a reduction in ambient illumination, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 6, 326-338.

D'Amato, M. R. (1973): Delayed matching and short-term memory in monkeys. En G. H. Bower (ed.): *The Psychology of Learning and Motivation*, New York, Academic Press.

DiMattia, B. V., y Kesner, R. P. (1984): Serial position curves in rats: Automatic versus effortful information processing, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 557-563.

Ellen, P.; Parko, E. M.; Wages, C., y Herrmann, T. (1982): Spatial problem solving by rats: Exploration and cognitive maps, *Learning and Motivation*, 13, 81-94.

Gaffan, E. A., y Davies, J. (1982): Reward, novelty and spontaneous alternation, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34B, 31-47.

García-Hoz Rosales, V. (1985): La representación del reforzador en el condicionamiento del miedo: El efecto de presentar el estímulo incondicionado tras el condicionamiento, *Revista de Psicología General y Aplicada*, 40, 599-630.

Glanzer, M., y Cunitz, A. R. (1966): Two storage mechanisms in free recall, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 351-360.

Gordon, W. C., y Feldman, D. T. (1978): Reactivation-induced interference in a short-term retention paradigm, *Learning and Motivation*, 9, 164-178.

Grant, D. S. (1981): Stimulus control of information processing in pigeon short-term memory, *Learning and Motivation*, 12, 19-39.

Grant, D. S. (1982): Stimulus Control of Information Processing in Rat Short-Term Memory, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 154-164.

Grant, D. S. (1984): Rehearsal in pigeon short-term memory. En H. L. Roitblat, T. G. Bever y H. S. Terrace (eds.): *Animal Cognition*, Hillsdale, N. J., Erlbaum.

Grant, D. S. (1986): Delayed alternation and short-term memory in the rat. En D. F. Kendrick, M. E. Rilling y M. R. Denny (eds.): *Theories of Animal Memory*, Hillsdale, N. J., Erlbaum.

Grant, D. S., y Roberts, W. A. (1976): Sources of retroactive inhibition in pigeon short-term memory, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, 1-16.

Hasher, L., y Zacks, R. T. (1979): Automatic and effortful processes in memory, *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 356-388.

Herman, L. M. (1975): Interference and auditory short-term memory in the bottle-nosed dolphin, *Animal Learning and Behavior*, 3, 43-48.

Herrmann, T.; Bahr, E.; Bremner, B., y Ellen, P. (1982): Problem solving in the rat: Stay vs. shift solutions on the three-table task, *Animal Learning & Behavior*, 10, 39-45.

Honig, W. K. (1978): Studies of working memory in the pigeon. En S. H. Hulse, H. Fowler y W. K. Honig (eds.): *Cognitive Processes in Animal Behavior*, Hillsdale, N. J., Erlbaum.

Honig, W. K. (1981): Working memory and the temporal map. En N. E. Spear, y R. R. Miller (eds.): *Information Processing in Animals: Memory Mechanisms*, Hillsdale, N. J., Erlbaum.

Honig, W. K., y Thompson, R. A. (1982): Retrospective and prospective processing in animal working memory. En G. H. Bower (ed.): *The Psychology of Learning and Motivation*, New York, Academic Press.

Honig, W. K., y Wasserman, E. A. (1981): Performance of pigeons on delayed simple and conditional discriminations under equivalent procedures, *Learning and Motivation*, 12, 149-170.

Jarvik, M. E., Goldfarb, T. L., y Carley, J. L. (1969): Influence of interference of delayed matching in monkeys, *Journal of Experimental Psychology*, 81, 1-16.

Kamil, A. C. (1984): Adaptation and cognition: knowing what comes naturally. En H. L. Roitblat, T. G. Bever y H. S. Terrace (eds.): *Animal Cognition*, Hillsdale, N. J., Erlbaum.

Kendrick, D. F.; Tranberg, D. K., y Rilling, M. (1981): Effects of illumination on the acquisition of delayed matching-to-sample, *Animal Learning and Behavior*, 9, 202-208.

lett, B. T. (1975): Long delay learning in the T maze, *Learning and Motivation*, 6, 80-90.

- Maki, W. S. (1981): Directed forgetting in animals. En N. E. Spear y R. R. Miller (eds.): *Information Processing in Animals: Memory Mechanisms*, Hillsdale, N. J., Erlbaum.
- Maki, W. S. (1984): Some problems for a theory of working memory. En H. L. Roitblat, T. G. Bever y H. S. Terrace (eds.): *Animal Cognition*, Hillsdale, N. J., Erlbaum.
- Maki, W. S.; Brokofsky, S., y Berg, B. (1979): Spatial memory in rats: Resistance to retroactive interference at long retention intervals, *Animal Learning and Behavior*, 7, 25-30.
- Maki, W. S., Moe, J., y Bierty, C. (1977): Short-term memory for stimuli, responses, and reinforcers, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 156-177.
- Martín García, J.; Pareja Grande, J.; Aparicio, J. J.; Romero López, J.; García Hoz, V., y González Elípe, J. (1987): Efectos colaterales de la difenilhidantoína en la memoria a corto plazo. Estudio experimental cognitivo-animal, *Archivos de Neurobiología*, 50, 1-14.
- Moise, S. L. (1970): Short-term retention in macaco speciosa following interpolated activity during delayed matching from sample, *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 73, 506-514.
- Morris, R. G. M. (1981): Spatial localization does not require the presence of local cues, *Learning and Motivation*, 12, 239-260.
- O'Keefe, J., y Nadel, L. (eds.) (1978): *The hippocampus as a cognitive map*, Oxford, Oxford University Press.
- Olson, D. J., y Maki, W. S. (1983): Characteristics of Spatial Memory in Pigeons, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 266-280.
- Olton, D. S., y Samuelson, R. J. (1976): Remembrance of places passed: Spatial memory in rats, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, 97-116.
- Olton, D. S., y Schlosberg, P. (1978): Food searching strategies in young rats: Win-shift predominates over win-stay, *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 92, 609-618.
- Olton, D. S.; Collison, C., y Werz, M. A. (1977): Spatial memory and radial arm maze performance of rats, *Learning and Motivation*, 8, 289-314.
- Roberts, W. A. (1981): Retroactive inhibition in rat spatial memory, *Animal Learning and Behavior*, 9, 566-574.
- Roberts, W. A. (1984): Some issues in animal spatial memory. En H. L. Roitblat, T. G. Bever y H. S. Terrace (eds.): *Animal Cognition*, Hillsdale, N. J., Erlbaum.
- Roberts, W. A., y Dale, R. H. I. (1981): Remembrance of places lasts: Proactive inhibition and patterns of choice in rat spatial memory, *Learning and Motivation*, 12, 261-281.
- Roberts, W. A., y Grant, D. S. (1978b): An analysis of light-induced retroactive inhibition in pigeon short-term memory, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 219-236.
- Roitblat, H. L. (1980): Codes and coding processes in pigeon short-term memory, *Animal Learning and Behavior*, 8, 341-351.
- Shettleworth, S. J. (1985): Food storing by birds: Implications for comparative studies of memory. En N. M. Weinberger, J. L. McGaugh y G. Lynch (eds.): *Memory Systems of the Brain*, New York, Guilford Press.
- Shiffrin, R. M., y Schneider, W. (1977): Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory, *Psychological Review*, 84, 129-190.
- Spear, N. E. (1973): Retrieval of memory in animals, *Psychological Review*, 80, 163-194.
- Spear, N. E. (1978): *The Processing of Memories: Forgetting and Retention*, Hillsdale, N. J., Erlbaum.
- Staddon, J. E. R. (1983): *Adaptive Behavior and Learning*, London, Cambridge University Press.
- Tranberg, D. K., y Rilling (1980): Delay-interval illumination changes interfere with pigeon short-term memory, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 33, 39-49.