

Interacciones entre la ubicación de la palanca, el requisito de fuerza y la demora de reforzamiento sobre la ejecución de operante en ratas

(Interactions between lever location, force requirement and reinforcement delay on operant performance in rats)

Gerardo Ortiz Rueda(*)

Universidad de Guadalajara

Desde que se propuso la ley del efecto (Thorndike, 1911), la contigüidad temporal o intervalo entre una respuesta que el organismo emite y la consecuencia (reforzador) que esta produce, se consideró como la variable más relevante para el establecimiento del condicionamiento instrumental (i.e. Guthrie, 1935; Hull, 1943; Skinner, 1948; Tolman, 1959; Mowrer, 1960). Se dijo que un intervalo pequeño, no mayor de un segundo, entre la respuesta y la consecuencia incrementaba la probabilidad de que dicha respuesta se repitiera en futuras ocasiones (Skinner, 1938).

Desde entonces, son diversos los estudios que han mostrado que los incrementos en el intervalo entre una respuesta y su consecuencia (demora de reforzamiento) producen un debilitamiento en la ejecución de los sujetos (e.g. Azzi, Fix, Keller y Rocha e Silva, 1964; Pierce, Hanford y Zimmerman, 1972; Sizemore y Lattal, 1978; Schaal, Shahan, Kovera y Reilly, 1998; Williams y Lattal, 1999). El debilitamiento de la respuesta causado por la entrega demorada de la consecuencia, se ha demostrado tanto en la adquisición como en el mantenimiento de la conducta operante. Se han

(*)El autor agradece el apoyo recibido por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Beca 95989) en la realización de esta investigación. Los presentes estudios fueron conducidos como parte de la investigación para la tesis de maestría del autor bajo la dirección del Dr. Carlos Aparicio. También se agradecen los valiosos comentarios y revisión realizada por el Dr. François Tonneau.

Datos de Contacto: c/Francisco de Quevedo 180 Col. Arcos Vallarta C.P. 44130 Guadalajara, Jalisco, México
Tel. +52(33) 38180730 ext. 5815

@mail: oruga@cencar.udg.mx

usado diversos tipos de respuestas (e.g. Critchfield y Lattal, 1993; Schlinger, 1994; Kitaguchi y Nakajima, 1998), consecuencias o reforzadores positivos (e.g. Keesey, 1964; Lattal, 1984; Weatherly, Stout, Rue y Melville, 2000), programas de reforzamiento y procedimientos (e.g. Schoenfeld, Cole, Lang y Mankoff, 1973; Wilkenfield, Nickel, Blakely y Poling, 1992; Vansickel, White y Byrne, 2004), historias de reforzamiento (e.g. Lattal y Ziegler, 1982; Vansickel, White y Byrne, 2004) y especies (Lattal y Metzger, 1994; Navarick, 2004).

Independientemente del ambiente experimental utilizado (i.e. laberinto o caja de condicionamiento) y la variable dependiente medida (i.e. tiempo de recorrido, número de aciertos-errores, tasa de respuesta), se observa una consistencia general en el efecto debilitador que tiene la demora de reforzamiento sobre la ejecución de los sujetos (i.e. Schneider, 1990), así como la modulación de este efecto por estímulos presentes en la situación experimental (i.e. estímulos asociados con el reforzador, a la respuesta y/o al período de demora).

Esta modulación puede interpretarse en términos de reforzamiento condicionado (i.e. Spence, 1947, 1956; Logan, 1960) o bien en términos de "señalización" ("gap bridging", i.e. Schaal y Branch, 1988). Ambas interpretaciones implican que los estímulos presentes durante la demora facilitan el mantenimiento de la respuesta.

Sin embargo, la modulación que otro tipo de variables pudiera tener sobre el efecto de la demora no ha sido investigada de manera sistemática (i.e. tipo de respuesta: Critchfield y Lattal, 1993; configuración espacial operando-dispensador y relevancia del operando en adquisición: Lattal y Gleason, 1990). Critchfield y Lattal (1993) investigaron la adquisición de respuesta que no implica el contacto con ningún dispositivo mecánico y, por lo tanto se encuentra libre de retroalimentación sensorial (i.e. auditiva, táctil) que pudiera funcionar como señal, en condiciones de demora de reforzamiento. Definieron dicha respuesta como la interrupción de un haz de luz por ratas experimentalmente ingenuas. En el Experimento 1, después de realizar el entrenamiento al comedero, presentaron a los sujetos un programa tándem RF 1 RDO 30 s que sirvió para establecer la condición de demora; asignaron a los sujetos a uno de los dos grupos experimentales que se diferenciaron por la señalización o no del inicio del período de demora, realizada con un tono. Los resultados mostraron adquisición de la operante espacialmente definida en ambos grupos de estudio; el grupo sin señal presentó una mayor tasa de respuesta durante el período de demora, así como un mayor número de respuestas por reforzador y un mayor número de sesiones para estabilizar la respuesta.

Por su parte, Lattal y Gleason (1990) realizaron una serie de experimentos para estudiar la adquisición operante bajo condiciones de demora; en su Experimento 3 evaluaron si la configuración espacial operando-dispensador era una variable crítica para la adquisición. Cuatro pichones fueron colocados en una cámara operante en la que el dispensador fue removido del panel de trabajo y fue ubicado en la pared opuesta; después de entrenar al comedero, para programar la contingencia de demora utilizaron

un programa tándem IV 30 s RDO 10 s. Los resultados mostraron adquisición de la respuesta en condiciones de demora pero con tasas de respuesta menores que en otros estudios similares.

Así, parece necesario llevar a cabo estudios con el fin de saber si otras variables interactúan con la demora para modular su efecto y establecer un marco teórico-empírico de mayor solidez (e.g. Jenkins, 1970), En la presente serie de estudios se manipularon variables relativas a la ubicación de la palanca respecto del dispensador (Experimento 1) y el requisito de fuerza mínimo para operar la palanca (Experimento 2), con el fin de probar si estas variables interactúan con el período de demora. Esta selección parece relevante dado que implica lugares en los que se desarrollan las conductas relevantes para el condicionamiento operante: la palanca en donde se emite la respuesta y el dispensador donde se entregan (consumen) los reforzadores.

Un aspecto importante por comprobar es la posibilidad de interacciones fuertes entre variables, es decir, que variables como la ubicación o el peso de la palanca no solamente disminuyan el efecto estudiado (v.gr. disminución de la tasa de respuesta en condiciones de demora), sino que puedan cancelarlo, como en algunos estudios de señalización (i.e. drogas: Dews, 1960; manejo de la rata: Lett, 1973; Lieberman, McIntosh y Thomas, 1979; luces: Lattal y Ziegler, 1982). Por ejemplo, Lattal (1984) diseñó una serie de experimentos para variar el grado de correlación entre el estímulo que servía como señal (apagón de la luz general de la caja) y el intervalo de demora que se usaba durante el mantenimiento de la respuesta. Programó una correlación negativa, una positiva o bien la ausencia de correlación entre la señal y la demora de reforzamiento. Con el uso de programas encadenados de dos eslabones, uno inicial de intervalo variable (IV) y otro terminal de tiempo fijo (TF), programó el apagón de la caja correlacionado o no correlacionado con el eslabón terminal del programa encadenado. Cuando la correlación entre la señal y la demora fue positiva, encontró tasas altas de respuesta, en contraste con las tasas de respuesta bajas que observó en las correlaciones negativas y ausencia de correlación entre la señal y la demora. De igual forma, encontró una mayor reducción en la tasa de respuesta conforme se incrementó el intervalo de demora no señalada.

Por su parte, Schaal y Branch (1988) utilizaron una presentación breve de luz (0.5 s) que sirvió para señalar el inicio de un intervalo de demora. En un programa encadenado cuyo primer componente fue un intervalo variable (IV) 60 s y el segundo componente un tiempo fijo (TF) de t s, los autores programaron cuatro intervalos de demora (1, 3, 9 y 27 s) en el componente TF bajo condiciones de mantenimiento de la respuesta. Cuando la presentación de la luz señaló el inicio de los intervalos de demora de 1, 3 y 9 s, no se observaron decrementos en la tasa de respuesta; la tasa de respuesta fue igual a la que se obtuvo en línea base bajo condiciones de entrega inmediata de reforzamiento. Pero cuando el intervalo de demora fue de 27 s, la tasa de respuesta disminuyó notoriamente, independiente de si su inicio fue o no fue señalado por la

presentación de luz. Sin embargo, cuando los autores señalaron los 27 s del intervalo de demora y la duración de la luz fue coextensiva con el intervalo de demora, no se observó decremento en la tasa de respuesta.

Para estudiar si la manipulación de variables como la ubicación o el peso de la palanca puede interactuar con el efecto estudiado (v.gr. disminución de la tasa de respuesta en condiciones de demora), utilizando ratas como sujetos experimentales, se diseñaron tres condiciones experimentales, iniciando con una condición de intervalo fijo (IF) 10 s. Posteriormente, con el fin de mantener el intervalo entre reforzadores en niveles similares bajo condiciones de reforzamiento inmediato y demorado, evitando así que la diferencia pudiera convertirse en una variable confundida (i.e. Williams, 1976; Weil, 1981; Lattal, 1987), se estableció un nivel operante bajo condiciones de reforzamiento inmediato utilizando un programa IF; posteriormente se utilizó como línea base un programa tándem tiempo fijo (TF) – intervalo fijo (IF). Finalmente, para programar la demora, se utilizó un programa tándem intervalo fijo (IF) – reforzamiento diferencial de otras conductas (RDO) modificando o no la ubicación de la palanca (Experimento 1) o el peso de la misma (Experimento 2).

EXPERIMENTO 1

MÉTODO

Sujetos

Ocho ratas *Wistar* albinas machos de 120 días de edad participaron como sujetos. A todos los sujetos se les restringió el acceso al agua por 23 horas diarias con 30 minutos de libre acceso al término de cada sesión experimental. Las ratas se alojaron individualmente en cajas hogar con comida (Purina Chow) disponible todo el tiempo. Se controló la iluminación con ciclos de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad; la temperatura se mantuvo constante en 26 °C.

Aparatos

Se usó una cámara de condicionamiento operante para ratas (MED associates Inc.), de 30 cm de largo por 24 cm de ancho por 32.5 cm de altura, colocada dentro de una caja de aislamiento de sonido (véase Figura 1). Un dispensador de agua (MED, ENV-201A) se encontraba en el panel posterior de la cámara a 5.5 cm del piso, 19 cm del techo de la cámara, 10.5 cm de la pared lateral izquierda y a 10.5 cm de la pared lateral derecha. El bebedero dispensaba una gota de agua de 0.01cc, en una charola circular que se encontraba debajo de éste.

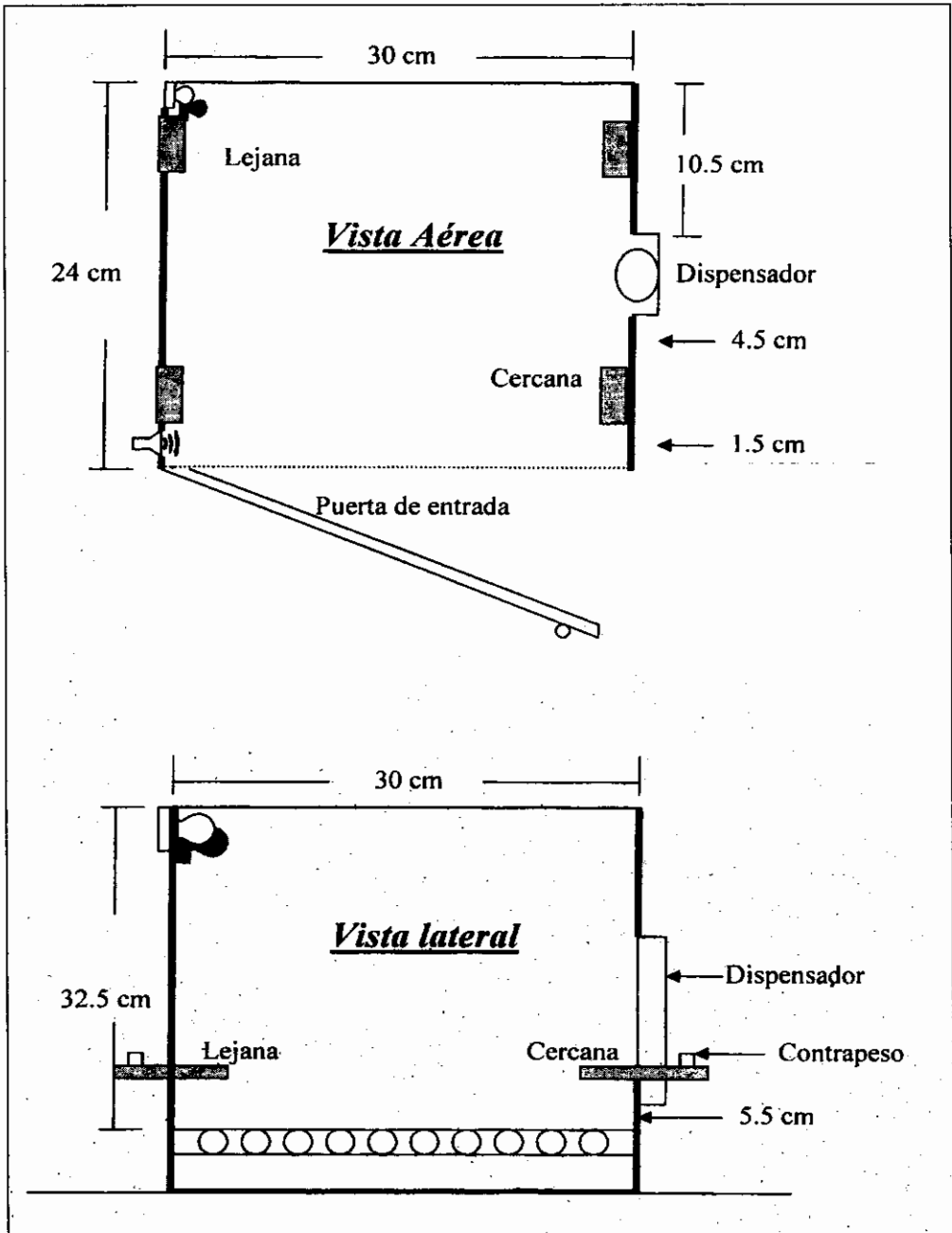


Figura 1. Vistas aérea y lateral de la caja de condicionamiento utilizada.

La cámara experimental tenía cuatro palancas operativas para ratas (MED, ENV-110M) que requerían de una fuerza mínima de 0.24 N para ser operadas. Dos de estas se encontraban en el panel posterior, una a 4.5 cm a la izquierda y la otra a 4.5 cm a la derecha del dispensador de agua. Las otras dos palancas estaban en la pared anterior de la cámara, una a 1.5 cm de la pared izquierda y la otra a 1.5 cm de la pared derecha. Las cuatro palancas estaban a una altura de 7 cm del piso. Todas las palancas estaban disponibles pero sólo dos tenían consecuencias programadas (dependiendo de la condición experimental). Una de las palancas usadas era la de la derecha del bebedero; se denominará palanca cercana. La otra palanca usada era la del lado izquierdo del panel anterior, a 28 cm del bebedero; se denominará *palanca lejana*.

En el panel anterior de la cámara (27 cm del piso, 1.5 cm del techo, 2 cm de la pared derecha y 19.5 cm de la pared izquierda) se encontraba un foco (2 W, 20 V) que sirvió de luz general. Una bocina de 4 cm de ancho por 4 cm de largo, instalada en el centro del panel anterior a 20 cm del piso y a 6 cm de las paredes izquierda y derecha, sirvió para proporcionar ruido blanco a la cámara experimental.

La programación de los eventos, el registro de los datos, y su obtención se llevó a cabo con una computadora PC conectada a un equipo MED.

PROCEDIMIENTO

Moldeamiento

Todos los sujetos pasaron por una sesión inicial de habituación de 30 minutos en la cual la luz general estuvo encendida, el ruido blanco sirvió de fondo y las palancas no tuvieron consecuencia programada alguna. Una segunda sesión de 30 minutos se usó para proporcionar entrenamiento manual al dispensador de agua (se operaba cada vez que los sujetos se encontraban cerca de éste). En una tercera sesión de 45 minutos se moldeó manualmente la conducta de presionar la palanca cercana (sujetos A1, A2, A3 y A4) o lejana (sujetos A5, A6, A7 y A8), dependiendo de las condiciones a las que se enfrentaría el sujeto. A partir de esto se llevaron a cabo sesiones de 45 minutos en las cuales un programa de reforzamiento continuo se usó en la palanca respectiva hasta que las ratas obtuvieron 90 reforzadores consecutivos en una misma sesión.

Condición 1: Inicio

En 20 sesiones consecutivas, las ratas respondieron por agua de acuerdo con un programa de intervalo fijo (IF) 10 s. Los sujetos A1, A2, A3 y A4 tenían que responder a la palanca cercana; los sujetos A5, A6, A7 y A8 respondieron a la palanca lejana. Las sesiones se dieron por terminadas a los 45 minutos o después de que el organismo

obtuvo 60 reforzadores, cualquiera de las dos condiciones que ocurriese primero.

Condición 2: Línea Base

Durante las siguientes 10 sesiones entró en vigor un programa tándem con dos componentes, el primero de tiempo fijo (TF) de 5 s y un segundo componente de intervalo fijo (IF) de 10 s. Los sujetos A1, A2, A3 y A4 tenían que responder a la palanca cercana; los sujetos A5, A6, A7 y A8 respondieron a la palanca lejana. Todas las sesiones se dieron por terminadas cuando el organismo obtuvo 60 reforzadores o después que transcurrieran 45 minutos.

Condición 3: Demora

En las siguientes 20 sesiones el programa tándem se cambió por otro que tenía un componente inicial de intervalo fijo de 10 segundos y un terminal de reforzamiento diferencial de otras conductas de 5 segundos (tand IF 10 s-RDO 5 s). A cuatro de los sujetos se les permitió seguir respondiendo en la misma palanca en que habían sido entrenados (A1 y A2: palanca cercana; A5 y A6: palanca lejana). Para los otros cuatro sujetos, se modificó la ubicación de la palanca (cercana o lejana) reforzada (A3 y A4: palanca lejana; A7 y A8: palanca cercana). Para todas las ratas, las sesiones se terminaban cuando el sujeto obtenía 60 reforzadores o transcurrían 45 minutos, lo que ocurriese primero.

El diseño aparece de forma resumida en la Tabla 1.

Tabla 1

Sujetos	Inicio (IF 10 s)	Base (TF 5 s → IF 10 s)	Demora (IF 10 s → RDO 5 s)
A1, A2	Cercana	Cercana	Cercana
A3, A4	Cercana	Cercana	Lejana
A5, A6	Lejana	Lejana	Lejana
A7, A8	Lejana	Lejana	Cercana

Experimento 1, condiciones experimentales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se graficaron sólo las respuestas sobre la palanca donde se programaron las consecuencias (cercana y/o lejana), pues en las otras dos palancas se observaron tasas de respuestas cercanas a cero sin modificaciones sistemáticas en dichas tasas a lo largo de las condiciones (Ver también los datos resumidos en el Anexo 1).

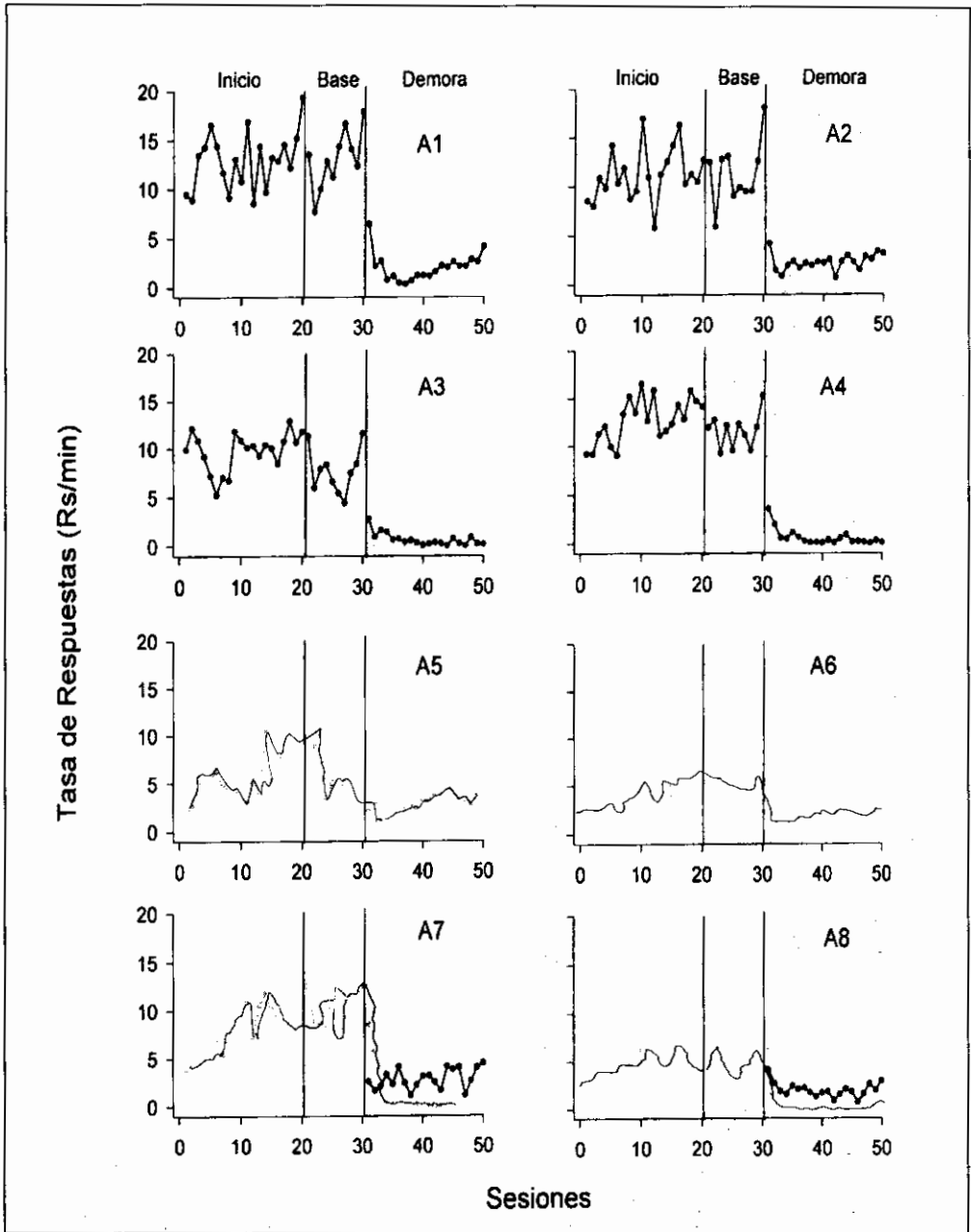


Figura 2. Tasa de respuesta por sujeto a lo largo de las sesiones en la palanca cercana (puntos y líneas negras) y en la palanca lejana (puntos y líneas grises).

Las secciones superiores muestran los datos obtenidos con los sujetos que fueron entrenados en la palanca cercana (A1, A2, A3 y A4) y las secciones inferiores los datos de los sujetos entrenados en la palanca lejana (A5, A6, A7 y A8). En todas las secciones, las líneas y puntos de color negro muestran la tasa de respuesta en la palanca cercana; las líneas y puntos de color gris, muestran la tasa de respuesta en la palanca lejana.

En la condición de inicio se observan tasas de respuesta menores para los sujetos entrenados en la palanca lejana (5.35 Rs/min) en relación con las tasas emitidas por los sujetos entrenados en la palanca cercana (11.65 Rs/min); el rango de variación en el promedio de respuestas de una sesión a otra fue mayor en los sujetos entrenados en la palanca cercana ($DE = 2.59$ Rs/min) que en el grupo entrenado en la palanca lejana ($DE = 1.95$ Rs/min). Al pasar a la condición de línea base (tándem TF 5 s- IF 10 s) no se observaron cambios notables en la tasa de respuesta en la palanca operativa respectiva tanto para los sujetos A1, A2, A3 y A4 entrenados en la palanca cercana ($M = 10.9$ Rs/min) como para los sujetos A5, A6, A7 y A8 entrenados en la palanca lejana ($M = 6.48$ Rs/min).

En el tándem TF 5 s IF 10 s, de una sesión a otra, en todos los sujetos se observaron variaciones en el número de respuestas que fueron similares (palanca cercana: $DE = 2.62$ Rs/min; palanca lejana: $DE = 1.51$ Rs/min) que aquellas en el IF 10 s ($DE = 2.59$ y 1.95 Rs/min, respectivamente).

Los cambios más notorios en la tasa de respuesta emitidas en las palancas se observaron al pasar a la condición de demora (tándem IF 10 s - RDO 5 s); para los sujetos que respondían en la palanca cercana (A1, A2, A7 y A8), la tasa de respuestas promedio por sesión fue de 2.21 Rs/min, con un rango de variación de una sesión a otra igual a $DE = 0.84$. Para los sujetos que respondieron en la palanca lejana se observó un decremento mayor en el número de respuestas ($M = 1.03$ Rs/min) y un rango de variación de 0.41 Rs/min. Al mismo tiempo, puede observarse un efecto de extinción de la respuesta cuando se programó el cambio de la ubicación de la palanca operativa (cercana \rightarrow lejana: A3 y A4; lejana \rightarrow cercana: A7 y A8) con promedios de respuestas por minuto de 0.99 y una $DE = 0.72$. Es importante notar que dicho efecto fue más notorio para los sujetos A3 y A4, en los que el cambio de palanca programado fue de cercana \rightarrow lejana, quienes emitieron una tasa de respuesta promedio de 0.03 Rs/min sobre la palanca lejana, con un rango de variación de 0.03 Rs/min; por su parte, los sujetos A7 y A8, en los que el cambio de palanca fue inverso (lejana \rightarrow cercana), la disminución observada fue menor pues emitieron un promedio de 2.38 Rs/min sobre la palanca cercana, con un rango de variación de una sesión a otra de 0.89 Rs/min.

En resumen, la tasa de respuesta disminuyó para todos los sujetos cuando entró en funcionamiento el programa de demora, independientemente de la palanca en la que fueron entrenados y de la palanca en que respondieron en dicha condición. Este efecto fue más notorio en los sujetos en los que la condición de ubicación “empeoró” (cercana → lejana).

En la Figura 3, se graficó el promedio de respuestas por minuto emitidas por los sujetos que respondían en la palanca cercana (puntos y líneas negras) y los sujetos que respondían en la palanca lejana (puntos y líneas grises), en la condición de línea base (0 s) y en las últimas 10 sesiones de la condición de demora (5 s). Cada promedio tiene una línea vertical cuya amplitud vale la mitad del rango asociado con éste promedio.

En la condición de línea base (0 s), puede observarse que el promedio de respuestas por minuto es superior en los sujetos que respondieron en la palanca cercana ($M = 10.9$ Rs/min) que en los de la palanca lejana ($M = 6.48$ Rs/min). Al entrar en función la demora (5 seg), puede observarse que la diferencia entre ambas palancas se reduce, siendo el promedio ligeramente superior para los sujetos en la palanca cercana ($M = 2.41$ Rs/min) que para los sujetos en la palanca lejana ($M = 1.35$ Rs/min).

En resumen, la Figura 3 no muestra interacciones fuertes entre demora y la ubicación de la palanca. La ligera convergencia de las líneas puede indicar una interacción débil entre las dos variables o, bien, un efecto de suelo sobre la tasa de respuestas en la condición de demora. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta un factor adicional para describir la convergencia de las líneas: el “empeoramiento” de la condición debido al cambio de ubicación (cercana → lejana). Este cambio, combinado con la demora provoca que la tasa de respuesta sea especialmente baja (Figura 2, sujetos A3 y A4, líneas grises).

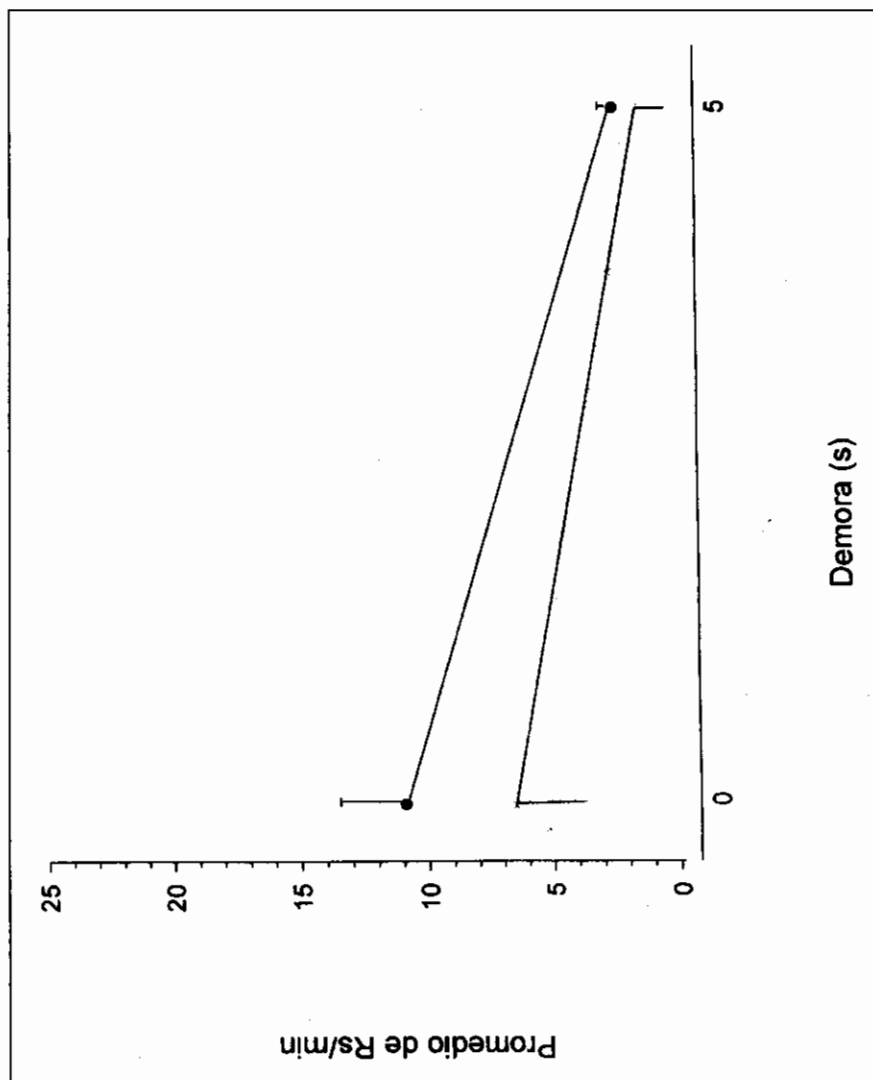


Figura 3. Promedio de respuestas por minuto emitidas por los sujetos en la palanca cercana (puntos y líneas negras) y en la palanca lejana (puntos y líneas grises) durante líneas base (0 s) y las últimas 10 sesiones de demora (5 s). Cada promedio presenta una línea vertical cuya amplitud vale la mitad del rango asociado con dicho promedio.

EXPERIMENTO 2

MÉTODO

Sujetos

Ocho ratas *Wistar* albinas machos de 120 días de edad participaron como sujetos. A todas las ratas se les restringió el acceso al agua por 23 horas con 30 minutos de libre acceso al término de cada sesión experimental. Las ratas se alojaron individualmente en cajas hogar con comida (Purina Chow) disponible todo el tiempo. Se controló la iluminación del cuarto con ciclos de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad; la temperatura se mantuvo constante en 26 °C.

Aparatos

El mismo aparato que se usó en el Experimento 1 se usó en el Experimento 2. A diferencia del experimento anterior, las contingencias de reforzamiento se programaron exclusivamente ante la palanca cercana (ver la sección Método en la descripción del Experimento 1), variando el requisito de fuerza mínima (0.24 N o 0.48 N) necesaria para ser operada. Para ello se utilizaron contrapesos con los gramos necesarios para cubrir el criterio establecido, colocados en la parte trasera de la palanca, fuera de la caja de condicionamiento.

PROCEDIMIENTO

Moldeamiento

Todos los sujetos pasaron por una sesión inicial de habituación de 30 minutos en la cual la luz general estuvo encendida, el ruido blanco sirvió de fondo y las palancas no tuvieron consecuencia programada alguna. Una segunda sesión de 30 minutos se usó para proporcionar entrenamiento manual al dispensador de agua (se operaba cada vez que los sujetos se encontraban cerca de éste). En una tercera sesión de 45 minutos se moldeó manualmente la conducta de presionar la palanca cercana. Se usaron dos requisitos de fuerza: 0.24 N (sujetos B1, B2, B3 y B4) o 0.48 N (sujetos B5, B6, B7 y B8), dependiendo de las condiciones a las que se enfrentarían los sujetos. A partir de esto se llevaron a cabo sesiones de 45 minutos en las cuales un programa de reforzamiento continuo se usó en la palanca con el requisito de fuerza respectivo hasta que las ratas obtuvieron 90 reforzadores consecutivos.

Condición 1: Inicio

En 20 sesiones consecutivas, las ratas respondieron por agua sobre la palanca, manteniendo el requisito de fuerza moldeado, de acuerdo con un programa de intervalo fijo (IF) 10 s. Las sesiones se dieron por terminadas a los 45 minutos o después de que el organismo obtuvo 60 reforzadores, cualquiera de las dos condiciones que ocurriese primero.

Condición 2: Línea Base

Durante las siguientes 10 sesiones entró en vigor un programa tándem con dos componentes, el primero de tiempo fijo (TF) de 5 s y un segundo componente de intervalo fijo (IF) de 10 s. Todas las sesiones se dieron por terminadas cuando el organismo obtuvo 60 reforzadores o después que transcurrían 45 minutos.

Condición 3: Demora

En las siguientes 20 sesiones el programa tándem se cambió por otro que tenía un componente inicial de intervalo fijo de 10 segundos y un terminal de reforzamiento diferencial de otras conductas de 5 segundos (tand IF 10 s-RDO 5 s). A cuatro de los sujetos (B1 y B2: 0.24 N; B5 y B6: 0.48 N) se les permitió responder con el mismo requisito de fuerza en que habían sido entrenados. Para los otros cuatro sujetos (B3 y B4: 0.48 N; B7 y B8: 0.24 N), se modificó el requisito de fuerza para operar la palanca respecto del que habían sido entrenados. Para todas las ratas, las sesiones se terminaban cuando el sujeto obtenía 60 reforzadores o transcurrían 45 minutos, lo que ocurríase primero.

El diseño aparece de forma resumida en la Tabla 2.

Tabla 2

Sujetos	Inicio (IF 10 s)	Base (TF 5 s → IF 10 s)	Demora (IF 10 s → RDO 5 s)
B1, B2	0.24 N	0.24 N	0.24 N
B3, B4	0.24 N	0.24 N	0.48 N
B5, B6	0.48 N	0.48 N	0.48 N
B7, B8	0.48 N	0.48 N	0.24 N

Experimento 2, condiciones experimentales.

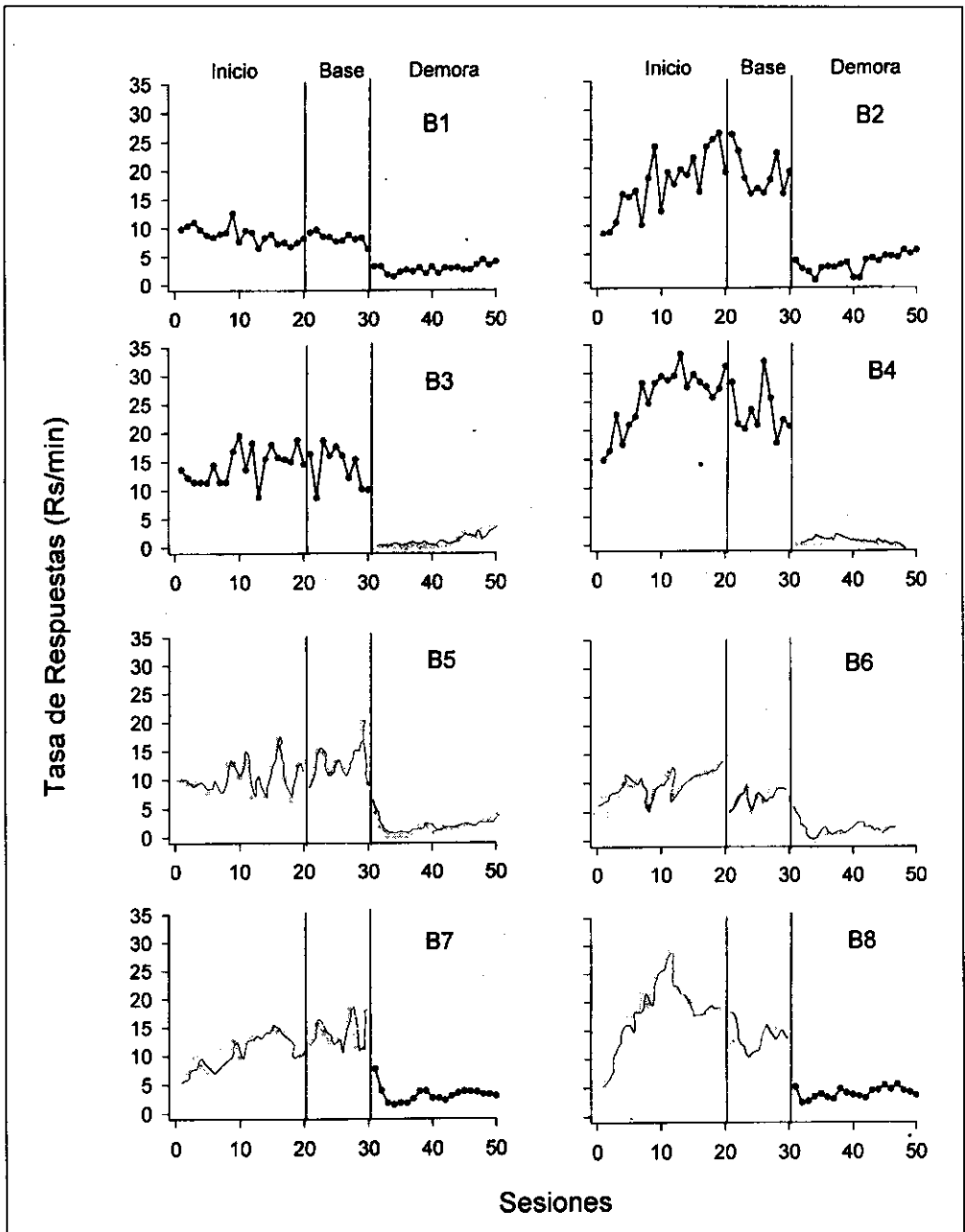


Figura 4. Tasa de respuesta por sujeto a lo largo de las sesiones en la palanca con un requisito mínimo de fuerza de 0.24 N (puntos y líneas negras) y en la palanca con un requisito de fuerza de 0.48 N (puntos y líneas grises).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 4 se graficaron sólo las respuestas sobre la palanca donde se programaron las consecuencias (cercana); en las otras palancas se observaron tasas de respuestas cercanas a cero sin modificaciones sistemáticas en dichas tasas a lo largo de las condiciones (Ver también los datos resumidos en el Anexo 2). Las secciones superiores muestran los datos obtenidos con los sujetos que fueron entrenados con un requisito de fuerza de 0.24N (B1, B2, B3 y B4) y las secciones inferiores los datos de los sujetos entrenados con un requisito de 0.48N (B5, B6, B7 y B8). En todas las secciones, las líneas y puntos de color negro muestran la tasa de respuesta en la palanca con un requisito de respuesta de 0.24 N; las líneas y puntos de color gris, muestran la tasa de respuesta en la palanca con un requisito de respuesta de 0.48 N.

En la condición de inicio se observan tasas de respuesta menores para los sujetos entrenados con una resistencia 0.48 N (12.25 Rs/min) en relación con las tasas emitidas por los sujetos entrenados con 0.24 N (16.41 Rs/min); el rango de variación en el promedio de respuestas de una sesión a otra para los sujetos entrenados con 0.24 N ($DE = 3.81$ Rs/min) y los sujetos entrenados con 0.48 N ($DE = 3.46$ Rs/min) fue similar.

Al pasar a la línea base (tándem TF 5 s IF 10 s) el promedio de respuestas por minuto fue similar al obtenido en la condición de inicio tanto para los sujetos B1, B2, B3 y B4 (resistencia de 0.24 N, $M = 16.08$ Rs/min) como para los sujetos B5, B6, B7 y B8, entrenados con 0.48 N ($M = 11.94$ Rs/min). En el tándem TF 5 s - IF 10 s, en los sujetos entrenados con 0.24 N se observaron variaciones en el número de respuestas que fueron similares ($DE = 3.1$ Rs/min) que aquellas en el IF 10 s ($DE = 3.81$ Rs/min). Para los sujetos entrenados con resistencia de 0.48 N, se observó una disminución en esta condición de línea base ($DE = 2.31$ Rs/min) respecto a lo registrado en la condición de inicio ($DE = 3.46$ Rs/min).

Al cambiar a la condición de demora (tándem IF 10 s - RDO 5 s), para los sujetos que respondieron con una resistencia de 0.24 N (B1, B2, B7 y B8) la tasa promedio de respuestas emitida por sesión fue de 3.27 Rs/min, con un rango de variación de una sesión a otra igual a $DE = 1.12$ Rs/min. Para los sujetos a los que se les permitió responder con una resistencia de 0.48 N (B3, B4, B5 y B6), se observó un decremento mayor en el número de respuestas ($M = 1.14$ Rs/min) y un rango de variación de 1.01 Rs/min. Cabe notar que los sujetos B3 y B4, en los que el cambio de resistencia programado fue de 0.24 N \rightarrow 0.48 N, emitieron una tasa de respuesta promedio de 0.15 Rs/min, con un rango de variación de 0.83 Rs/min; mientras que los sujetos B7 y B8, en los

que el cambio de resistencia fue inverso (0.48 N \rightarrow 0.24 N), emitieron un promedio de 3.53 Rs/min, con un rango de variación de una sesión a otra de 1.1 Rs/min.

En resumen, en todos los sujetos disminuyó la tasa de respuesta cuando se presentó la demora, independientemente del criterio de fuerza mínima necesaria para operar la palanca (0.24 N o 0.48 N).

En la Figura 5, se graficó el promedio de respuestas por minuto emitidas por los sujetos que respondieron con una resistencia de 0.24 N (puntos y líneas negras) y los sujetos que respondieron con una resistencia de 0.48 N (puntos y líneas grises), en la condición de línea base (0 s) y en las últimas 10 sesiones de la condición de demora (5 s). Cada promedio tiene una línea vertical cuya amplitud vale la mitad del rango asociado con éste promedio.

En la condición de línea base, puede observarse que el promedio de respuestas por minuto es superior en los sujetos B1, B2, B3 y B4, quienes respondieron con la resistencia de 0.24 N ($M = 16.08$ Rs/min) que en los sujetos B5, B6, B7 y B8, quienes respondieron con una resistencia de 0.48 N ($M = 11.83$ Rs/min). Cuando entró en función la demora, puede observarse que la diferencia entre ambas palancas se reduce, siendo el promedio ligeramente superior para los sujetos B1, B2, B7 y B8, ante resistencia de 0.24 N ($M = 3.65$ Rs/min) que para los sujetos B3, B4, B5 y B6, ante 0.48 N de resistencia en la palanca operativa ($M = 1.65$ Rs/min).

En resumen, la Figura 5 no muestra interacciones fuertes entre la demora y el requisito de fuerza mínima exigido, pues las líneas son prácticamente paralelas entre sí. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta el factor "empeoramiento" de las condiciones, que se ve reflejado en el cambio 0.24 N \rightarrow 0.48 N. Este hecho, combinado con la instauración de la demora provoca que la tasa de respuestas sea especialmente baja en los sujetos que se enfrentaron a esta manipulación (Figura 4, sujetos B3 y B4, líneas grises).

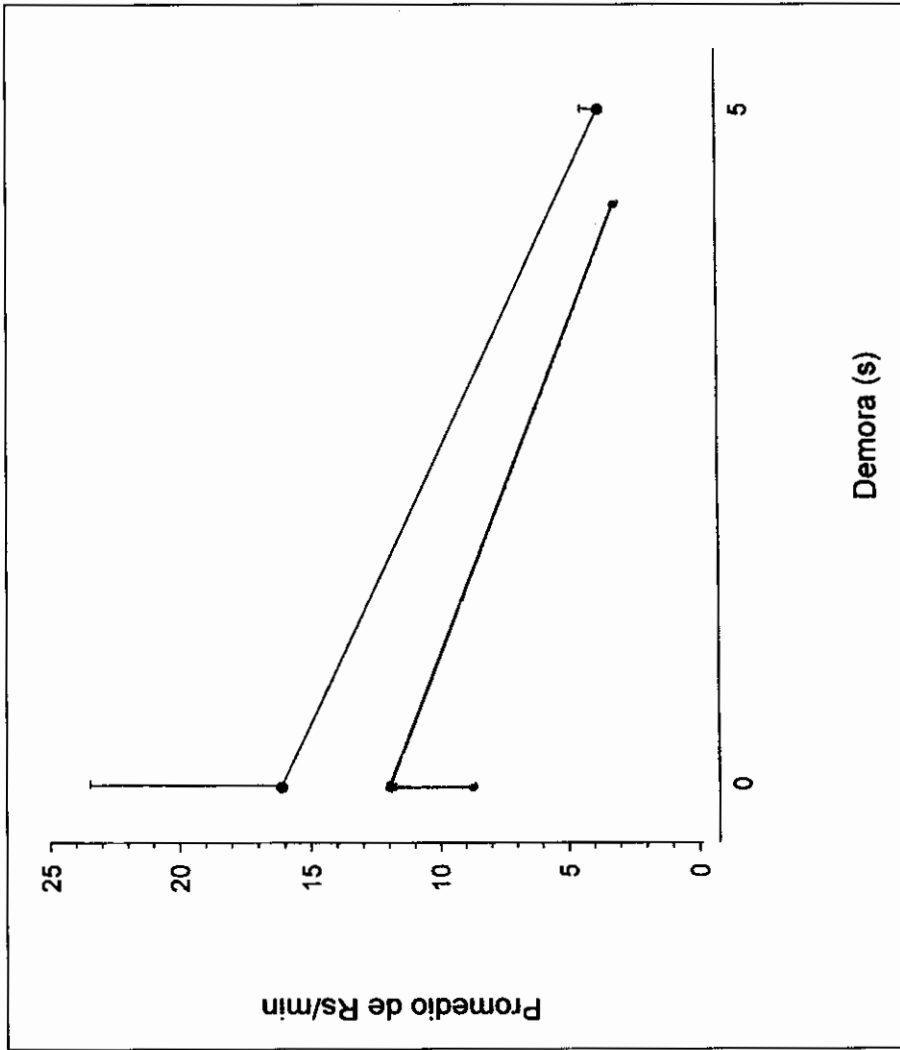


Figura 5. Promedio de respuestas por minuto emitidas por los sujetos en la palanca cercana (puntos y líneas negras) y en la palanca lejana (puntos y líneas grises) durante línea base (0 s) y las últimas 10 sesiones de demora (5 s). Cada promedio presenta una línea vertical cuya amplitud vale la mitad del rango asociado con dicho promedio.

DISCUSIÓN GENERAL

Diversos estudios (i.e. Watson, 1917; Warden y Haas, 1927; Hamilton, 1929, Perin, 1943a; Logan, 1960; Azzi, Fix, Keller y Rocha e Silva, 1964; Lett, 1973; Lachter, 1973; Lattal y Ziegler, 1982; Lattal y Gleeson, 1990; Van Haaren, 1992; Dickinson, Watt y Griffiths, 1992; Lattal y Metzger, 1994; Bruner, Lattal y Acuña, 1994; Sutphin, Byrne y Poling, 1998) han observado gran consistencia en el efecto de disminución que tiene la demora de reforzamiento sobre la ejecución de los sujetos, independientemente del ambiente experimental, la tarea o la medida de la ejecución utilizados. Al mismo tiempo, se ha observado que algunas variables pueden modular el efecto debilitador de la demora (i.e. estímulos presentes en el momento del reforzamiento: Grice, 1948 ; Schaal y Branch, 1988; modificaciones en el espacio experimental: Critchfield y Lattal, 1993; Williams y Lattal, 1999).

Los dos experimentos planteados en el presente escrito probaron la posibilidad de que variables relacionadas con la ubicación de la palanca operativa (cercana o lejana, Experimento 1) y el requisito mínimo de fuerza para accionar la palanca (0.24 N o 0.48 N, Experimento 2) pudieran interactuar con la demora, modulando de esta forma el efecto debilitador de dicho período sobre la ejecución. Los programas utilizados en las tres condiciones se mantuvieron constantes en ambos experimentos (inicio = IF 10 s; línea base = tándem TF 5 s – IF 10 s; demora = tándem IF 10 s – RDO 5 s), variando la ubicación o el requisito de fuerza durante la condición de demora, en los casos que así se programaron.

Los resultados fueron consistentes con lo reportado por otros estudios de mantenimiento de respuesta bajo condiciones de demora; de manera similar que en el estudio de Lattal y Gleason (1990), en el que el cambio de la ubicación del dispensador produjo adquisición de la respuesta operante pero con tasas de respuesta inferiores a las obtenidas bajo condiciones de contigüidad espacial operando-dispensador, los datos del presente trabajo mostraron que en el momento de entrar en función la condición de demora se presentó una disminución importante de la tasa de respuesta de los sujetos respecto de la mantenida en condiciones de reforzamiento inmediato (v.gr. condición de línea base), independientemente del mantenimiento o cambio de la ubicación o el requisito de fuerza. Esta disminución fue más notoria cuando el cambio de condiciones resultó en un “empeoramiento” de las mismas, es decir cuando el cambio de ubicación fue de la palanca cercana → lejana y cuando el cambio de requisito fue de 0.24 N → 0.48 N.

Por su parte, en los sujetos en que el cambio significó que se “facilitaran” las condiciones (lejana → cercana, 0.48 N → 0.24 N), se observaron tasas de respuesta similares a las emitidas por los sujetos que respondieron bajo condiciones “fáciles” y para quienes no se programó ningún cambio durante la demora (palanca cercana o 0.24

N de requisito mínimo de fuerza). Al mismo tiempo, las tasas de respuesta emitidas en la condición de demora por estos sujetos en que se “facilitaron” las condiciones fueron ligeramente superiores que las emitidas por los sujetos para quienes no se programó ningún cambio pero que respondieron bajo condiciones “difíciles” (palanca lejana o 0.48 N).

Los resultados de ambos experimentos indican la existencia de una interacción débil entre la ubicación de la palanca y la demora, así como la falta de interacción entre el requisito mínimo de fuerza requerida y la demora de reforzamiento; en general, las variables tienen efectos aditivos o cuasi-aditivos. Sin embargo, cabe señalar la posibilidad de que el uso de valores extremos tanto de la distancia entre el operando y el dispensador, así como del requisito de fuerza, propicien una interacción más fuerte entre variables. Por ello, la debilidad de las interacciones en las preparaciones presentes no implica que no exista interacción entre la ubicación de la palanca, el requisito de fuerza y la demora, la cual pudiera presentarse en otras situaciones.

Finalmente, es necesario apuntar la importancia que tuvo el tipo de modificación realizado (“empeoramiento” o “facilitación”) sobre la modulación del efecto de la demora, por lo que en estudios posteriores esta variable debería seguir estudiándose de manera paramétrica.

REFERENCIAS

- Azzi, R., Fix, D.S.R., Keller, F.S. y Rocha e Silva, M.I. (1964) Exteroceptive control of response under delayed reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7, 159-162.
- Bruner, C.A., Lattal, K.A. y Acuña, L. (1994). Los efectos del reforzamiento independiente de la respuesta sobre el responder adquirido con reforzamiento demorado. *Acta Comportamental*, 2, 172-191.
- Critchfield, T.S. y Lattal, K.A. (1993). Acquisition of a spatially defined operant with delayed reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59, 2, 373-387.
- Dews, P.B. (1960). Free-operant behavior under conditions of delayed reinforcement: I. CRF-type schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 3, 1, 221-234.
- Dickinson, A., Watt, A. y Griffiths, W.J.H. (1992). Free-operant acquisition with delayed reinforcement. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 3, 241-258.
- Grice, G.R. (1948). The relation of secondary reinforcement to delayed reward in visual discrimination learning. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 1-16.
- Guthrie, E.R. (1935). *The psychology of learning*. New York: Harper y Row.
- Hamilton, E.L. (1929). The effects of delayed incentive on the hunger drive in the white rat. *Genetical Psychology Monograph*, 5, 131-209.
- Hull, C.L. (1943/1986). *Principios de Conducta*. Madrid: Debate.
- Jenkins, H.M. (1970). Organización secuencial en los programas de reforzamiento. En: W.N. Schoenfeld (Ed.) *Teoría de los programas de reforzamiento*. México: Trillas. Pp. 87-141
- Keesey, R.E. (1964). Intracranial reward delay and the acquisition rate of a brightness discrimination. *Science*, 143, 702-703.

- Kitaguchi, K. y Nakajima, S. (1998). Signaled reinforcement effects on fixed-interval performance in rats with lever depressing or releasing as a target response. *Japanese Psychological Research*, 40, 104-110
- Lachter, G.D. (1973). Response-reinforcer relationships in variable delay and non-contingent schedules of reinforcement. *Psychological Reports*, 33, 627-631.
- Lattal, K.A. (1984). Signal functions in delayed reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 42, 2, 239-253.
- Lattal, K. A. (1987). Considerations in the experimental analysis of reinforcement delay. En: M.L. Commons, J.E. Mazur, J.A. Nevin y H. Rachlin (Eds.) *Quantitative Analyses of Behavior*, vol. 5. New Jersey: Hillsdale.
- Lattal, K.A. y Gleeson, S. (1990). Response acquisition with delayed reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 27-39.
- Lattal, K.A. y Metzger, B. (1994). Response acquisition by siamese fish (*beta splenders*) with delayed visual reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61, 35-44.
- Lattal, K.A. y Ziegler, D.R. (1982) Briefly delayed reinforcement: An interresponse time analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 407-416.
- Lett, B.T. (1973). Delayed reward learning: Disproof of the traditional theory. *Learning and Motivation*, 4, 237-246.
- Lieberman, D.A., McIntosh, D.C. y Thomas, G.V. (1979). Learning when reward is delayed: A marking hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 5, 224-242.
- Logan, F.A. (1960). *Incentive: How the conditions of reinforcement affect the performance of rats*. New Haven: Yale University Press Inc.
- Mowrer, O.H. (1960). *Learning theory and behavior*. USA: John Wiley and sons.
- Navarick, D.J. (2004). Discounting of delayed reinforcers: Measurement by questionnaires versus operant choice procedures. *The Psychological Record*, 54, 85-94.
- Perin, C.T. (1943). A quantitative investigation of the delay-of-reinforcement gradient. *Journal of Experimental Psychology*, 32, 37-51.
- Pierce, C.H., Hanford, P.V. y Zimmerman, J. (1972). Effects of different delay of reinforcement procedures on variable-interval responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18, 141-146.
- Schaal, D.W. y Branch, M.N. (1988). Responding of pigeons under variable-interval schedules of unsigned, briefly signaled and completely signaled delays to reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 50, 33-54.
- Schaal, D.W., Shahan, T.A., Kovera, C.A. y Reilly, M.P. (1998). Mechanisms underlying the effects of unsigned reinforcement on key pecking of pigeons under variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 69, 103-122.
- Schneider, S.M. (1990). The role of contiguity in free-operant unsigned delay of positive reinforcement: A brief review. *The Psychological Record*, 40, 239-257.
- Schlinger Jr, H.D. (1994). The effects of delayed reinforcement and a response-produced auditory stimulus on the acquisition of operant behavior in rats. *The Psychological Record*, 44, 391-409.
- Schoenfeld, W.N., Cole, B. K., Long, J. y Mankoff, R. (1973). "Contingency" in behavior theory. En F. J. McGuigan y D. B. Lumsden (Eds.). *Contemporary Approaches to conditioning and learning*. Winston: Wiley.
- Sizemore, O.J. y Lattal, K.A. (1978). Unsigned delay of reinforcement in variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 30, 169-175.
- Skinner, B.F. (1938/1979). *La Conducta de los organismos*. Barcelona: Fontanella.

- Skinner, B.F. (1948). "Superstition" in the pigeon. *The Journal of Experimental Psychology*, 38, 168-172
- Spence, K. W. (1947). The role of secondary reinforcement in delayed reward learning. *The Psychological Review*, 54, 1-8.
- Spence, K.W. (1956). *Behavior theory and conditioning*. New Haven: Yale University Press.
- Sutphin, G., Byrne, T. y Poling, A. (1998). Response acquisition with delayed reinforcement: comparison of two lever procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 69, 17-28.
- Tolman, E.C. (1959). Principles of purposive behavior. En: S. Koch (Ed.). *Psychology: A study of science, vol.2*. New York: McGraw-Hill.
- Thorndike, E.L. (1911). *Animal intelligence*. New York: The Macmillan Co.
- Van Haaren, F. (1992). Response acquisition with fixed and variable resetting delays of reinforcement in male and female Wistar rats. *Physiology and Behavior*, 52, 767-772.
- Vansickel, A., White, V. y Byrne, T. (2004). Acquisition and maintenance of lever pressing with prolonged exposure to delayed reinforcement. *The Psychological Record*, 54, 523-530.
- Warden, C.J. y Haas, E.L. (1927). The effect of short intervals of delay in feeding upon speed of maze learning. *Journal of Comparative Psychology*, 7, 107-115.
- Watson, J.B. (1917). The effect of delayed feeding upon learning. *Psychobiology*, 1, 51-60.
- Weatherly, J.N., Stout, J. E., Rue, H. C. y Melville, C. L. (2000). Effect of unsignaled delay to reinforcement on within-session responding. *The Psychological Record*, 50, 355-371.
- Weil, J.L. (1981) The effects of delayed reinforcement on free-operant responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 41, 143-155.

RESUMEN

En dos experimentos se evaluó la posible interacción de variables relacionadas con la ubicación de la palanca, el requisito de respuesta y la demora de reforzamiento en una situación de operante libre. Para tales fines, empleando diferentes grupos de ratas, se manipuló el espacio entre la palanca en donde se emitió la respuesta y el lugar en donde se obtuvo el reforzador (Experimento 1) y el requisito mínimo de fuerza requerido para accionar la palanca operativa (Experimento 2) bajo condiciones de reforzamiento inmediato y demorado. Los resultados mostraron una débil o poca interacción entre las variables en estudio, aunque se observó un mayor efecto cuando las condiciones experimentales "empeoraban" durante la demora en comparación con la condición de línea base. Se discuten estos resultados en relación con los procedimientos de demora así como la posibilidad de encontrar interacciones más fuertes bajo valores más extremos de los parámetros utilizados en los presentes estudios.

Palabras Clave: Demora de reforzamiento, requisito de respuesta, ubicación de la respuesta, fuerza de la respuesta, ratas.

ABSTRACT

In two experiments, the possible interaction of variables related to lever location, response requirement and delay of reinforcement in a situation of free operant behavior, was assessed. Using different groups of rats, distance between response lever and water dispenser (Experiment 1) and the minimum force required to operate the lever (Experiment 2) under conditions of immediate and delayed

reinforcement, were manipulated. Results showed a weak interaction between the variables under study, although a stronger effect was observed when the experimental conditions worsened during the delay procedure in comparison with the condition of baseline. These results are discussed in relation to delay procedures as well as the possibility of finding stronger interactions under more extreme values of the parameters used in the present studies.

Key words: Reinforcement delay, Response criteria, Response location, Response force, rats.

ANEXO 1

Tabla 3

CONDICIONES EXPERIMENTALES			
Sujetos	Inicio	Base	Demora
	Rs/min	Rs/min	Rs/min
A1	12.74	13.04	2.01
	<i>2.93</i>	<i>3.02</i>	<i>1.41</i>
A2	11.25	11.26	2.19
	<i>2.74</i>	<i>3.29</i>	<i>0.83</i>
A3	9.88	7.73	0.03
	<i>1.98</i>	<i>2.34</i>	<i>0.04</i>
A4	12.76	11.57	0.03
	<i>2.32</i>	<i>1.84</i>	<i>0.02</i>
A5	5.28	5.91	2.83
	<i>2.05</i>	<i>2.43</i>	<i>0.83</i>
A6	3.45	4.62	1.26
	<i>1.63</i>	<i>1.02</i>	<i>0.77</i>
A7	8.34	10.77	2.77
	<i>2.77</i>	<i>1.64</i>	<i>1.04</i>
A8	4.34	4.64	1.99
	<i>1.35</i>	<i>0.99</i>	<i>0.75</i>

Promedio (línea superior) y desviación estándar (línea inferior en cursivas) de la tasa de respuesta por sujeto para cada una de las condiciones del Experimento 1.

ANEXO 2**Tabla 4**

CONDICIONES EXPERIMENTALES			
Sujetos	Inicio	Base	Demora
	Rs/min	Rs/min	Rs/min
B1	8.72	8.19	2.80
	<i>1.54</i>	<i>0.96</i>	<i>0.74</i>
B2	17.2	18.96	3.22
	<i>5.31</i>	<i>3.62</i>	<i>1.54</i>
B3	14.11	14.05	0.89
	<i>2.92</i>	<i>3.51</i>	<i>1.26</i>
B4	25.62	23.16	0.14
	<i>5.05</i>	<i>4.31</i>	<i>0.41</i>
B5	10.25	13.04	1.69
	<i>2.97</i>	<i>3.40</i>	<i>1.21</i>
B6	10.09	7.34	1.87
	<i>2.93</i>	<i>1.49</i>	<i>1.20</i>
B7	10.18	13.53	3.10
	<i>2.61</i>	<i>2.76</i>	<i>1.33</i>
B8	18.41	13.41	3.97
	<i>5.34</i>	<i>1.62</i>	<i>0.87</i>

Promedio (línea superior) y desviación estándar (línea inferior en cursivas) de la tasa de respuesta por sujeto para cada una de las condiciones del Experimento 2.