



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN COMPORTAMIENTO

REQUERIMIENTO DE CAMBIO Y ELECCIÓN DINÁMICA

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO
OPCIÓN ANÁLISIS DE LA CONDUCTA

PRESENTA:
ÁNGEL ANDRÉS JIMÉNEZ ORTIZ

Director: Dr. Carlos Fernando Aparicio Naranjo
Comité: Dr. Emilio Ribes Iñesta
Dr. François Jacques Tonneau
Dr. José Enrique Burgos Triano
Dr. Félix Héctor Martínez Sánchez

Guadalajara, Jalisco. Diciembre del 2002

184898/024134
P370
gg

Índice

Resumen	2
Planteamiento del problema	3
Introducción	5
Método	18
Sujetos	18
Aparatos	18
Procedimiento	19
Resultados	23
Discusión	37
Conclusiones	43
Referencias	44

Resumen

Cuando la ejecución concurrente alcanza estabilidad, la sensibilidad de los organismos al reforzamiento aumenta con incrementos en el costo del requisito de cambio. El presente estudio evaluó este hallazgo en una situación de elección en la cual la conducta no alcanzó estabilidad. Se utilizó un procedimiento similar al de Davison y Baum (2000) para simular un ambiente de reforzamiento variable. Un programa concurrente con dos componentes de intervalo aleatorio proporcionó reforzamientos, en promedio cada 12 segundos, en dos palancas. Un generador de probabilidades decidió si un intervalo de tres segundos terminaba con reforzamiento en la palanca izquierda o en la derecha. Siete razones de reforzamiento se programaron dentro de una misma sesión (27:1, 9:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:9 y 1:27); cada razón proporcionó 10 reforzadores en las dos palancas y fue separada de la siguiente por un periodo de oscuridad de 1 minuto. En diferentes condiciones la palanca de cambio requirió de 1, 2, 4, 8, 16, 32 o 64 respuestas para alternar entre los dos programas de intervalo aleatorio. Con todos los requisitos de cambio, los logaritmos de distribuciones de respuestas se ajustaron rápidamente a los cambios dinámicos en las razones de reforzamiento. La pendiente de la relación de igualación (sensibilidad) fue una función no monotónica del requisito de cambio (incrementó con los incrementos en los requisitos de respuesta de cambio hasta llegar a un nivel asintótico o descendió ligeramente). Las implicaciones de una experiencia prolongada en un ambiente de reforzamiento variable y su contribución a la sensibilidad al reforzamiento se discuten en este trabajo.

Planteamiento del Problema

Cuando un organismo se encuentra en una situación en la que tiene simultáneamente disponibles dos alternativas de respuesta, a la acción de responder en una de ellas y no responder a la otra se le conoce como conducta de elección. Se puede decir que cualquier emisión de conducta operante representa una situación de elección (Catania, 1966). Por ejemplo, un organismo en cualquier momento puede elegir entre responder o no hacerlo; por esta razón el estudio de la elección es esencial para entender la conducta de los organismos.

Tradicionalmente, la elección en el laboratorio ha sido estudiada en un ambiente en estado estable; es decir, la frecuencia de reforzamiento en dos alternativas de respuesta permanece constante al menos durante 15 sesiones hasta que la ejecución concurrente no muestra variaciones. Bajo estas circunstancias, en muchos estudios se ha encontrado que los incrementos en el costo o penalización de la conducta de cambiar de una alternativa a otra resultan en un mayor número de respuestas en una o ambas alternativas (distribuciones de respuestas más extremas), en proporción al número de reforzamientos obtenidos en las mismas, resultado que se conoce como "sobreigualación".

En los últimos años ha surgido interés por el estudio de la conducta de elección en un "medio ambiente de reforzamiento variable", esto es, en una situación en la que la frecuencia de reforzamiento en ambas alternativas cambia de una sesión a otra o dentro de la misma sesión antes de que la ejecución concurrente muestre estabilidad. No obstante, en medios ambientes con estas características, el costo de respuesta para cambiar de una alternativa a la otra no se ha manipulado.

Esta tesis tiene como principal interés poner a prueba esta idea en un medio ambiente de reforzamiento variable. Concretamente, este trabajo intenta evaluar si las distribuciones de

respuestas alcanzan valores más extremos que los cambios en las distribuciones de reforzamientos (sobregualación) cuando el requisito para cambiar de alternativa incrementa en diferentes condiciones.

Introducción

Para estudiar la elección en el laboratorio operante se utilizan programas de reforzamiento concurrentes con componentes de intervalo o de razón, que pueden ser fijos o variables (Ferster y Skinner, 1957). En la situación de elección, ambos programas funcionan simultáneamente con su propio dispositivo de respuestas (tecla o palanca) o bien de manera alternada (Findley, 1958: ver abajo); cada programa cuenta con su propio estímulo discriminativo y con su propia fuente de reforzamiento primario.

Ferster y Skinner (1957, pág. 724) definieron a los programas concurrentes como "dos o más programas arreglados de manera independiente que operan al mismo tiempo y ambos entregan reforzamiento".

Tradicionalmente los programas concurrentes se han estudiado de dos maneras. En el procedimiento de dos teclas o palancas (Herrnstein, 1961) el organismo responde a dos programas que están simultáneamente disponibles en dos operandos (uno en cada tecla o palanca). En el procedimiento de tecla o palanca de cambio (Findley, 1958), los dos programas de reforzamiento operan en una misma tecla o palanca con sus respectivos estímulos discriminativos y el organismo tiene que responder en el operando de cambio para cambiar de un programa a otro. Los dos procedimientos son equivalentes en cuanto a que los programas de reforzamiento disponibles corren simultáneamente dándole al sujeto en todo momento la elección de responder en cualquiera de ellos para obtener el reforzador (usualmente comida).

Todorov, Acuña Santaella y Falcón-Sanguinetti (1982) propusieron otro procedimiento para trabajar con ratas que llamaron procedimiento de "cadena de cambio". En éste, dos programas de intervalo variable (IV) que operan concurrentemente se asocian con dos palancas retráctiles de respuesta y solo una de ellas está extendida en la caja experimental a la vez. Una

cadena, que cuelga del techo de la caja, al ser jalada por la rata provoca que la palanca extendida se retire y que la otra palanca se extienda, produciéndose así el cambio de un programa de IV al otro por medio de una respuesta de topografía diferente.

Con los procedimientos básicos (Herrnstein, 1961 y Findley, 1958) los investigadores han estudiado los efectos de diferentes programas de reforzamiento sobre la preferencia del organismo por alguna de las alternativas disponibles y los factores que afectan para su elección de abandonar la alternativa en la que está respondiendo y cambiar a la otra. Los estudios con programas concurrentes que han usado dos componentes de razón fija (RF) han encontrado que estos programas generan cambios infrecuentes y las respuestas tienden a estar mantenidas sólo por el programa que tiene el menor requisito de razón (de Villiers, 1977). Este resultado se debe a que, en los programas de razón, la frecuencia de reforzamiento depende directamente de la tasa de la respuesta; entre más frecuentemente responda el organismo mayor será el número de reforzadores que obtiene. Por otro lado, estudios que han utilizado dos programas de intervalo fijo (IF) han reportado que los organismos muestran una preferencia por el programa que tiene el valor más corto (Catania, 1966). Como en los programas de intervalo la frecuencia de reforzamiento está controlada por el paso del tiempo y no depende mucho de la tasa de respuesta, el sujeto muestra una preferencia por el programa que lo lleva más rápido a obtener el reforzador respondiendo.

Para evitar la preferencia exclusiva de los organismos por uno de los dos programas de reforzamiento, algunos investigadores hicieron combinaciones de programas fijos y variables tanto de intervalo como de razón; sin embargo sus resultados mostraron una preferencia por el programa variable sobre el fijo (de Villiers, 1977).

Cuando se han utilizado programas concurrentes IV - IF los animales han mostrado una

preferencia hacia el programa de IV, con una tasa local en el IF que incrementa conforme aumenta el tiempo transcurrido desde el último reforzamiento en el intervalo (Ferster y Skinner, 1957). Por otra parte, la programación concurrente de un componente de IF con otro de RF ha mostrado una distribución de respuestas en el programa de RF que tiende a ocurrir al principio de los intervalos cuando las respuestas en el IF no son reforzadas; después de esto, los organismos cambian al programa de IF y responden sin interrupción hasta el reforzamiento. Por consiguiente, las respuestas en el IF rara vez ocurren inmediatamente después del reforzamiento (Catania, 1966).

Con programas concurrentes IV - RF, Catania (1966) encontró una tasa constante de respuestas en el programa de IV, mientras que en el de RF las respuestas ocurrieron con poca frecuencia; sin embargo, cuando las respuestas ocurrieron en el programa de RF no se observaron cambios hacia el programa de IV, hasta que se produjo el reforzamiento en el programa de RF. Cuando los sujetos regresaban a la tecla del IV, respondían a una tasa local más alta; parecía que trataron de "recuperar" en el componente de IV el tiempo que invirtieron respondiendo en el RF (Catania, 1966).

Como puede verse, debido a que estas combinaciones de programas simples generan pocos cambios entre las alternativas, lo cual dificulta el cálculo de las razones de respuestas y de reforzamientos, los programas de reforzamiento que más se usan para estudiar la elección son los programas de IV. En éstos, el valor del requisito de tiempo para la entrega del reforzador varía de un intervalo a otro de acuerdo a un promedio, lo cual elimina la posibilidad de que un tiempo fijo controle la conducta del organismo y este se anticipe a la entrega del reforzamiento. Por otro lado, los programas de IV facilitan que los animales respondan en las dos alternativas, porque de esta manera se puede conseguir una mayor cantidad de reforzamiento que si solo se responde a

una alternativa. Por ejemplo, si los dos programas entregan reforzamiento con la misma frecuencia, el organismo obtendrá el mismo número de reforzamientos en la mitad del tiempo si responde en ambos programas, que si sólo lo hace en uno de ellos; aún cuando el valor de los IVs sea diferente en las dos alternativas, el organismo ganará más reforzadores respondiendo a los dos programas, porque mientras más tiempo pase respondiendo en un programa, mayor será la probabilidad de que reciba reforzamiento en el otro.

Los cambios frecuentes que se observan en los programas de IV funcionando concurrentemente plantean un problema metodológico, ya que la respuesta de cambiar a la otra alternativa es reforzada por las contingencias de reforzamiento que operan en esa alternativa. El fortalecimiento accidental o el mantenimiento de una operante debido al reforzamiento programado para otra constituye un caso de superstición concurrente (Catania, 1966). Aquí, para lograr que dos operantes sean incompatibles y que ocurran en sucesión, se pueden programar contingencias de reforzamiento explícitas que las separen en el tiempo (Catania, 1966); un procedimiento que hace esto se conoce con el nombre de *demora de cambio* (DCA) (Herrnstein, 1961).

Con el procedimiento de dos operandos (Herrnstein, 1961), la DCA se puede programar de dos maneras: 1) Una que se cuenta a partir de la primera respuesta que ocurre en la alternativa después de un cambio (de Villiers, 1983); con ésta, la primera respuesta en la alternativa después del cambio nunca es reforzada porque tiene que cumplirse un tiempo especificado por la DCA para que la siguiente respuesta pueda ser reforzada. A esta técnica se le llama DCA respuesta-respuesta (Shahan y Lattal, 1998), 2) La otra cuenta el tiempo desde la última respuesta en la alternativa antes del cambio (de Villiers, 1983), de manera que la primera respuesta en la alternativa a la que el sujeto cambió puede ser reforzada si ésta ocurre en un tiempo mayor al



especificado por la DCA, a esta técnica se le conoce como DCA pausa-respuesta (Shahan y Lattal, 1998).

En el procedimiento de operando de cambio (Findley, 1958), una DCA similar a la de respuesta-respuesta inicia el conteo a partir de la primera respuesta en el operando del programa después de una respuesta en el operando de cambio (Pliskoff, 1971). En el segundo caso, una DCA similar a la pausa-respuesta se consigue cuando la DCA empieza a contar a partir de la respuesta en la palanca de cambio (e.g. Stubbs y Pliskoff, 1969), de manera que la primera respuesta en el operando del programa puede ser reforzada si ya ha transcurrido el tiempo especificado por la DCA.

Con el uso de los dos tipos de DCA, respuesta-respuesta y pausa-respuesta, son diversos los estudios con dos programas de IV que han mostrado que la distribución o proporción de respuestas o de tiempos en una alternativa iguala a la distribución o proporción de reforzadores obtenidos en esa alternativa, resultado al que se ha llamado la ley de igualación (Herrnstein, 1961). Formalmente esta ley se expresa como sigue: la tasa relativa de respuestas en una alternativa iguala a la tasa relativa de reforzadores obtenidos en esa alternativa (Herrnstein, 1970); aquí las tasas de respuestas y las de reforzamientos obtenidos se refieren a la frecuencia de estos eventos dividida por la duración de la sesión experimental. La Ecuación 1 captura formalmente a la ley de igualación como sigue:

$$R_1 / (R_1 + R_2) = r_1 / (r_1 + r_2) \quad (1)$$

en donde R_1 y R_2 son los números de respuestas emitidas en las alternativas 1 y 2, y r_1 y r_2 , los números de reforzadores obtenidos respectivamente.

La ley de igualación ha recibido apoyo empírico de estudios sobre elección con diversas especies incluyendo humanos (e.g., McDowell, 1988). Sin embargo, su generalidad se ha

cuestionado porque la mayoría de los estudios sobre elección han encontrado que la frecuencia relativa con la cual responden los organismos en las alternativas (tasas relativas de respuestas) es menos extrema que la frecuencia relativa de reforzamientos en las mismas. Para identificar desviaciones de la igualdad, Baum (1974) propuso calcular la *razón* de respuestas de las dos alternativas (R_1 / R_2) como función de la *razón* de los reforzamientos obtenidos de estas alternativas (r_1 / r_2), expresiones algebraicamente equivalentes a las proporciones de respuestas y de reforzamientos de la Ecuación 1; así, esta ecuación tomó la siguiente forma:

$$(R_1 / R_2) = b (r_1 / r_2)^s \quad (2)$$

en donde R_1 y R_2 representan los números de respuestas emitidas en las alternativas 1 y 2, y r_1 y r_2 los números de reforzadores obtenidos en dichas alternativas, respectivamente. El parámetro b representa el sesgo (bias) del organismo por una de las dos alternativas, usualmente la izquierda o la derecha. El parámetro s indica la sensibilidad del organismo a las razones de reforzamiento.

Posteriormente, Baum expresó la Ecuación 2 como una función lineal por medio de una transformación logarítmica. A esta formulación se le llamó "Ley de Igualación Generalizada" y formalmente se expresa como sigue:

$$\log (R_1 / R_2) = s \log (r_1 / r_2) + \log b \quad (3)$$

Esta formulación permite representar distribuciones de respuestas y reforzamientos obtenidos en escalas logarítmicas con base 10, lo cual facilita la representación gráfica y permite incluir grandes diferencias en escalas que son proporcionales. Cuando el parámetro s (la sensibilidad) tiene un valor de 1.0, la distribución de respuestas de las alternativas iguala a la distribución de reforzamientos en las mismas. Una desviación de la igualdad es la subigualación en donde el parámetro s tiene un valor menor a 1.0; ésta se caracteriza por generar tasas relativas de

respuestas menos extremas que las tasas relativas de reforzamientos. Otra desviación de la igualdad se identifica por tener un valor en el parámetro s mayor a 1.0, lo cual indica una sobreigualación en donde las tasas relativas de respuestas son más extremas que las tasas relativas de reforzamientos.

Durante los últimos años, la ley de igualdad generalizada se ha utilizado para describir los resultados en una serie de estudios cuyo interés central ha sido examinar el papel de la duración de la DCA sobre la conducta de elección. Con programas concurrentes IV - IV que han incluido una DCA, se ha encontrado que la frecuencia relativa de respuestas iguala a la frecuencia relativa de reforzamientos (Herrnstein, 1961). Un acuerdo general de estos estudios es que para observar la igualdad en pichones se necesita usar una DCA con una duración mínima de 2 segundos (Herrnstein, 1961). No obstante, se ha reportado con pichones que la igualdad no se afecta por los incrementos en los valores de la DCA en un rango de 2.5 a 12.5 segundos (Allison y Lloyd, 1971). Por otro lado, para obtener una igualdad en ratas, la DCA necesita tener una duración entre 5 y 10 segundos (de Villiers, 1983).

Estos resultados son consistentes con aquellos encontrados en otras especies y situaciones en donde se manipuló la DCA. Por ejemplo, Temple, Scown y Foster (1995) reportaron que al incrementar la DCA de 0 a 2 segundos, los valores de la pendiente incrementaron muy poco manteniéndose en la subigualación. Sin embargo, con DCAs mayores de 2 segundos (4, 7.5 y 15 segundos) la pendiente se estabilizó en valores cercanos a la igualdad. Estos autores reportaron que a medida que se incrementó la duración de la DCA aumentaron los tiempos de intercambio o de residencia en la tecla relacionada con la mayor frecuencia de reforzamiento.

En otros estudios con pichones, el procedimiento de tecla de cambio se ha utilizado para requerir un número fijo de respuestas a la conducta de cambiar de una alternativa a otra. Con este

procedimiento, Pliskoff y Fetterman (1981) encontraron que un requerimiento de cambio (RCA) de una respuesta equivale a una DCA de cero segundos, resultando en una subigualación con distribuciones de respuestas y de tiempos. Sin embargo, cuando Pliskoff y Fetterman requirieron dos o cuatro respuestas para cambiar de una alternativa a otra, observaron sobreigualación con distribuciones de respuestas y de tiempos.

La cámara operante estándar (caja de Skinner) también ha sido adaptada para manipular el requisito de cambio. Por ejemplo, Baum (1982), mediante una barrera colocada entre las dos teclas de la cámara experimental, obligó a los pichones a rodearla (traslado horizontal) para cambiar de una alternativa a otra. Baum varió la longitud de la barrera hasta que llegó a tener ocho pulgadas de largo. Con una barrera mayor a cuatro pulgadas separando a las teclas, sus resultados mostraron que el tiempo de viaje (traslado), las duraciones de las visitas y el número de respuestas por visita incrementaron; esto provocó una disminución en el número de cambios y una preferencia más marcada por la alternativa que proporcionó el mayor número de reforzamientos. También encontró con estas manipulaciones que las pendientes de la ley de la igualación generalizada revelaron una fuerte tendencia a la sobreigualación.

En contraste, con una barrera menor a cuatro pulgadas, Baum reportó que solo las distribuciones de tiempo tendieron a sobreigualar a las distribuciones de reforzamiento; las distribuciones de respuestas mostraron resultados consistentes con la subigualación. Con base en estos resultados Baum sugirió que la DCA puede ser entendida como un requerimiento de intervalo fijo y es equivalente a un requisito de viaje o traslado que ocurre en situaciones naturales. La diferencia es que la primera sólo impone un tiempo en el que es imposible obtener reforzamiento; la última, además de imponer un tiempo sin reforzamiento, requiere de un esfuerzo físico durante el cambio (Baum, 1982).

Estudios posteriores (Aparicio y Baum, 1997) que compararon el requisito de viaje en donde las ratas tenían que escalar una barrera (traslado vertical) con la conducta de presionar una palanca, encontraron que la locomoción y el RCA producen efectos similares sobre la conducta de elección. Estos resultados apoyan la idea de que el uso de presión de palanca es equivalente al requisito de traslado en estudios de elección. Sin embargo, sugieren que un viaje más costoso, como el caso de la locomoción en el que hay que escalar una barrera, puede no ser equivalente en sus efectos sobre la elección al que produce el RCA. Esta idea se ha desarrollado dando lugar a lo que se llamó el paradigma de elección con barrera, que se usa para imponer un costo a la conducta de viajar entre dos palancas (Aparicio, 2001). Con este paradigma se evaluaron dos alturas de una barrera que separaba a dos palancas; estas fueron de 30.5 y de 45.7 centímetros. Con la primera altura, la ley de igualación generalizada mostró pendientes iguales a 1.0 para la distribución de respuestas y de tiempo. Sin embargo, cuando la altura de la barrera fue 45.7 centímetros, las distribuciones de respuestas sobreigualaron las razones de reforzamientos; es decir, las pendientes fueron mayores a 1.0.

No obstante, con el procedimiento de cadena de cambio, Todorov et al (1982) observaron en ratas que las razones de respuestas y de tiempos no se relacionaron con cambios en la duración de la DCA (0, 1, 2, 4, 8 y 16 segundos). Sus datos indicaron que con el procedimiento de cadena de cambio se obtienen distribuciones de respuestas y tiempos que igualan a las distribuciones de reforzamientos.

En resumen, cuando el requisito de la DCA es muy corto (1 o 2 segundos) hay un aumento del número de cambios de una alternativa a otra (Shull y Pliskoff, 1967) y las distribuciones de respuestas y de tiempos subigualan a las distribuciones de reforzamientos obtenidos (Herrnstein, 1961). Conforme se incrementa la duración de la DCA las distribuciones

de respuestas y de tiempos igualan las distribuciones de reforzamiento (Temple, Scown y Foster, 1995). Cuando la DCA alcanza un valor considerable se observa una sobreigualación que llega a un nivel asintótico. Los mismos resultados se han obtenido cuando la situación experimental estándar (caja de Skinner) se ha modificado para manipular la locomoción (Baum, 1982), o cuando se ha manipulado el número de respuestas como RCA (Pliskoff y Fetterman, 1981). Por lo tanto, estos estudios en conjunto sugieren que la conducta de elección en estado estable muestra una mayor sensibilidad al reforzamiento cuando la situación de elección impone un costo a la respuesta de cambiar de una alternativa a la otra (Aparicio, 2001).

Usualmente en los estudios de elección la conducta se ha estudiado con programas concurrentes de dos componentes de IV que no cambian en frecuencia de reforzamiento hasta que la distribución de respuestas en las dos alternativas alcanza un estado estable. Sidman (1960, pág. 234) definió un estado estable como "aquella condición en la que la conducta en cuestión no cambia sus características en un periodo de tiempo", esto debido a que un grupo de condiciones experimentales se mantienen constantes durante un periodo extenso de tiempo. El criterio usual es que se requieren de 15 a 30 sesiones de entrenamiento y típicamente solo se analizan los datos de las últimas 5 sesiones para obtener de esta manera una línea base en estado estable antes de hacer cualquier manipulación de la variable independiente y así evaluar los efectos de esta con respecto a la conducta del organismo.

Sin embargo, en los últimos años una serie de investigadores se han interesado en estudiar la ejecución concurrente en estado de transición (esto es, cuando no ha alcanzado estabilidad), argumentando que esto simula de manera más precisa las condiciones que predominan en medios ambientes naturales a los que se enfrenta cualquier organismo. Por ejemplo, Davison y Hunter (1979) cambiaron la razón de reforzamiento en dos programas

concurrentes de IV cada seis sesiones y reportaron que inmediatamente después de un cambio de condición la preferencia estuvo sesgada hacia la alternativa preferida en la condición anterior. Sin embargo, este efecto desapareció antes de la sexta sesión, es decir, los pichones ajustaron su conducta a las razones de reforzamientos en menos de seis sesiones. En un estudio posterior, Hunter y Davison (1985) variaron la razón de reforzamiento de una sesión a otra (cada día) y encontraron que las distribuciones de las respuestas de los pichones cambiaron en cada sesión siguiendo los cambios diarios en las razones de reforzamientos (estabilidad local). Además los logaritmos de las razones de respuestas cambiaron en función de la razón de reforzamiento en la sesión actual y de las razones de reforzamientos de sesiones previas (Hunter y Davison, 1985).

Bailey y Mazur (1990) estudiaron los estados de transición mediante un procedimiento de ensayos discretos con dos alternativas en donde la sesión experimental tuvo una duración de 600 ensayos. Ellos reportaron que sus pichones desarrollaron una preferencia por la alternativa rica antes del término de la sesión de transición. Además propusieron la hipótesis de dos efectos del reforzamiento, uno a corto y otro a largo plazo. El efecto a corto plazo fue un incremento en la probabilidad de responder en la misma alternativa en uno o dos ensayos siguientes a la entrega del reforzador. El efecto a largo plazo (cientos de ensayos) fue un incremento gradual en la proporción de respuestas en la alternativa con la mayor probabilidad de reforzamiento.

Uno de los primeros en variar las razones de reforzamientos dentro de la misma sesión experimental fue Dreyfus (1991). El utilizó programas concurrentes IV-IV con 2 o 4 cambios no señalados de las razones de reforzamientos y descubrió que la distribución del tiempo relativo siguió a los cambios en la distribución del reforzamiento; sus datos mostraron que la tasa relativa de reforzamientos puede controlar la conducta sobre un periodo de tiempo menor a la duración de una sesión experimental.

Con base en estos estudios, surgió el interés por estudiar la ley de igualación en un ambiente variable en donde la razón de reforzamiento cambia varias veces dentro de la misma sesión experimental (momento a momento) y la elección no puede alcanzar un estado estable global. Por ejemplo, Davison y Baum (2000) se interesaron en saber si el comportamiento de los organismos en esta situación de elección se puede ajustar rápidamente a las variaciones aleatorias en las razones de reforzamiento que dos alternativas proporcionan. Con pichones como sujetos, ellos utilizaron un programa concurrente con dos componentes de intervalo aleatorio (IA) que proporcionaban grano en promedio cada 18 segundos de acuerdo a siete razones de reforzamiento (27:1, 9:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:9, 1:27) en la misma sesión. Su procedimiento seleccionaba aleatoriamente una razón que proporcionaba un número fijo de reforzadores (4, 6, 8, 10 o 12) consecutivos. Al cumplirse este número de reforzamientos, un tiempo de oscuridad de 10 segundos (*blackout*) se usaba para introducir la siguiente razón de reforzamiento que operaba de la misma manera, repitiéndose el ciclo hasta que las siete razones se utilizaban. Sus resultados mostraron que un medio ambiente de reforzamiento variable puede ejercer un control sobre las elecciones de los pichones. A lo largo de los reforzadores consecutivos el mayor número de respuestas ocurrió en la alternativa que proporcionó la tasa de reforzamientos más alta. Posteriormente, estos resultados fueron replicados por Landon y Davison (2001) que extendieron el rango de variación en las razones de reforzamiento, lo cual resultó en una mayor sensibilidad de los pichones a cada entrega del reforzamiento. Los estudios de Davison y colaboradores muestran que en la elección un medio ambiente variable ejerce un control momento a momento (local) en donde cada reforzamiento cuenta para determinar la sensibilidad del organismo al reforzamiento.

Por lo anteriormente expuesto, la diferencia entre el medio ambiente en estado

estable y el medio ambiente de reforzamiento variable es la velocidad con que la frecuencia de reforzamiento cambia en las alternativas. La ley de igualación generalizada puede ser utilizada para describir los datos provenientes de ambos tipos de ambientes porque lo que cambia es el tamaño de la ventana de observación, en el análisis en estado estable se toman en cuenta varias sesiones y el análisis en un ambiente de reforzamiento variable es reforzamiento por reforzamiento.

El presente estudio se diseñó para hacer manipulaciones en los requisitos de respuesta de cambio (que en los estudios en estado estable afectan a la ejecución concurrente).

Específicamente, este estudio se llevó a cabo para determinar si la sensibilidad de las ratas al reforzamiento incrementa conforme aumenta el requisito de respuesta de cambio en un medio ambiente de reforzamiento variable. Un objetivo adicional fue ver si los incrementos en el requisito de respuestas para cambiar de una alternativa a otra afectan el control local que el reforzamiento ejerce sobre la ejecución concurrente.

Método

Sujetos

Ocho ratas macho de la cepa Wistar, de 90 días de edad al inicio del experimento y experimentalmente ingenuas, fueron reducidas al 80% del peso que tenían en alimentación libre. Las ratas fueron alojadas en cajas hogar individuales en donde tuvieron acceso libre al agua. Se mantuvo un ciclo de 12 horas de luz con 12 horas de oscuridad.

Aparatos

El ámbito experimental fue una caja modular (Coulbourn, E10-18TC) para ratas de 31 cm de largo, 26 cm de ancho, y 32 cm de altura. Las paredes anterior y posterior eran de aluminio y las paredes laterales de acrílico transparente. En la pared anterior se montó un comedero (E14-01) de 3 cm de ancho y 4 cm de alto, a una altura de 2 cm del piso. Dos palancas retráctiles (E23-17) de 3 cm de ancho, que requerían una fuerza de 0.2 N para ser operadas, se montaron a 10 cm del piso, una 5 cm a la izquierda del comedero y la otra 5 cm a la derecha del mismo. La distancia de las palancas a las paredes laterales izquierda y derecha fue de 3 cm. Encima de las palancas, a 2 cm de distancia, se montaron dos estímulos luminosos (E11-03) de 28 V DC. En la parte central de la pared posterior, a una altura de 10 cm del piso y a 11 cm de las paredes laterales, se montó una palanca no retráctil (E21-03). Un dispensador de alimento (E14-24) arrojó pellas de 45 mg (PJ Noyes, Lancaster, NH) en el comedero. Una bocina (E12-01) de 2.6 cm de ancho por 4 cm de alto, montada en la pared anterior y alineada al centro de la misma a 2 cm del techo y a 23 cm del piso, proporcionó un ruido blanco constante. Una rejilla de malla metálica (E10-18NS) de 28.5 cm de ancho por 27 cm de largo constituyó el piso de la caja. La cámara experimental se colocó dentro de un cajón a prueba de ruidos de 54 cm de ancho por 78.5 cm de largo por 51 cm de alto. Una interfase (L18-16S/C) se

instaló en una microcomputadora (HP Brio) y se enchufó a una caja de distribución (L18-16X/C) que estaba conectada con un controlador de eventos (HABITEST EZ LINC, L9102S). La programación de los estímulos y la recolección de los datos se hizo con ayuda del paquete de software Graphic State 1.0 (Coulbourn Instruments).

Procedimiento

Para entrenar la respuesta de presionar en las palancas, cada palanca se introdujo en la caja por separado. Al inicio, un programa de reforzamiento continuo proporcionó alimento contingente a la respuesta de presionar la palanca que estaba disponible. Cuando los animales respondieron consistentemente en cada palanca por separado, las tres palancas se insertaron en la caja y un programa concurrente de reforzamiento continuo estuvo en operación hasta que las ratas obtuvieron reforzamiento de manera consistente en las tres palancas. Después de esto el experimento propiamente dicho inició.

El procedimiento fue similar al que usaron Davison y Baum (2000) para variar dentro de una misma sesión el número de reforzadores en dos alternativas (i.e., Belke y Heyman, 1994). Se utilizó un programa de IA para variar el número de reforzadores en las dos palancas concurrentemente disponibles que proporcionaron reforzamiento cada 12 segundos en promedio; es decir, en las dos palancas la tasa global de reforzamiento se mantuvo constante a 300 reforzamientos por hora. El programa de IA iniciaba un conteo de un tiempo fijo de 3 segundos; al finalizar este tiempo y de acuerdo a una misma o a diferente probabilidad, la computadora decidía en cuál de las dos palancas se preparaba la entrega de un reforzador (pella de 45 mg) que podía ser obtenido presionando una vez esa palanca. La Tabla 1 muestra las diferentes probabilidades que dentro de una misma sesión operaron en las dos palancas; estas dieron lugar a siete diferentes razones o componentes de reforzamiento (i.e., Alsop y

Elliffe, 1988; Elliffe y Alsop, 1996)

Tabla 1.

Probabilidad de reforzamiento en ambas palancas
en las siete razones de reforzamiento del programa.

<u>Probabilidad en las Palancas</u>		<u>Razones de Reforzamiento</u>
<u>Izquierda</u>	<u>Derecha</u>	<u>I : D</u>
0.9643	0.0357	27:1
0.9000	0.1000	9:1
0.7500	0.2500	3:1
0.5000	0.5000	1:1
0.2500	0.7500	1:3
0.1000	0.9000	1:9
0.0357	0.9643	1:27



La computadora seleccionaba al azar y sin reemplazo una razón de reforzamiento que programaba 10 reforzadores que podían ser obtenidos presionando la palanca izquierda, la derecha, o cualquier combinación que involucrara responder en ambas palancas. Cada razón de reforzamiento era separada por un periodo de oscuridad en el cual las luces de ambas palancas se apagaban durante 60 segundos. Una vez transcurrido este tiempo, la computadora seleccionaba otra razón de reforzamiento diferente y el mismo procedimiento se repetía hasta que las siete razones de reforzamiento habían sido presentadas, proporcionando un total de 70 reforzadores (lo cual terminaba la sesión experimental).

Las sesiones comenzaban con las dos palancas de la pared anterior extendidas y las luces arriba de estas encendidas. La primera respuesta en cualquiera de las dos palancas tenía como consecuencia el retiro de la palanca opuesta e iniciaba el conteo de tiempo del programa de IA. Las ratas podían responder en la palanca disponible y obtener reforzadores de acuerdo a la probabilidad de reforzamiento que regía en esa palanca. Sin embargo, todos los

reforzamientos eran programados de manera dependiente (Stubbs y Pliskoff, 1969). Esto significa que toda vez que un reforzador era programado en cualquiera de las dos palancas, estuviese o no extendida esa palanca, no se programaba otro reforzamiento en ninguna de las palancas hasta que las ratas obtenían el reforzador que ya estaba programado. Cuando esto sucedía en la palanca retraída, las ratas tenían que presionar la palanca de cambio en la pared posterior para extender la palanca retraída, retirar la extendida y presionar una vez en la extendida para obtener el reforzador programado. En cualquier momento la rata podía cambiar de una palanca a otra, presionando la palanca de cambio que tenía como consecuencia el retiro de la palanca disponible, la terminación de la luz arriba de ésta, la extensión de la palanca que estaba retirada y el encendido de la luz arriba de ésta. Se usaron diferentes requisitos de cambio; en diferentes condiciones el RCA tomó valores de 1, 2, 4, 8, 16, 32 y 64 respuestas. Después de esto se obtuvieron redeterminaciones de los RCAs en orden descendente: 32, 16, 8, 4, 2 y 1 respuestas. Con los RCAs en orden ascendente se corrieron 18 sesiones consecutivas, y con los valores en orden descendente 12 sesiones consecutivas. (Esta diferencia se debe a que durante la determinación se decidió analizar las ejecuciones de los sujetos en las últimas 12 sesiones de cada condición, por lo que se consideró suficiente correr sólo 12 sesiones por condición en la redeterminación). La condición de determinación con un RCA de 1 respuesta se consideró la línea base, razón por la cual se corrieron 48 sesiones en esta condición. De la misma manera sólo se analizaron los datos de las últimas 12 sesiones. La Tabla 2 muestra el número de respuestas de cambio requeridas para cada condición y el número de sesiones que se corrieron.

Tabla 2.

Requisitos de cambio y número de sesiones.

Respuestas	<u>Sesiones para Orden</u>	
	Ascendente	Descendente
1	48	12
2	12	12
4	18	12
8	18	12
16	18	12
32	18	12
64	18	

Resultados

Para cada sujeto, los datos obtenidos por sesión se separaron de acuerdo a las siete razones de reforzamiento. Con cada una de éstas, las respuestas de las sesiones se sumaron por reforzamiento por reforzamiento; con tal fin se usaron las doce últimas sesiones para cada una de las condiciones en donde el RCA fue diferente (1, 2, 4, 8, 16, 32 y 64 respuestas). Para obtener las razones de respuestas (izquierda / derecha), las sumatorias de las respuestas emitidas en la palanca izquierda se dividieron entre aquellas emitidas en la palanca derecha y estas razones se transformaron en logaritmos base 10. Estos valores se compararon con los promedios de los logaritmos de razones de respuestas. Como no se detectaron grandes diferencias entre los datos de los individuos y los del grupo, la descripción de los resultados se basa en las medias aritméticas del grupo de ocho ratas en todas las condiciones de la determinación y en la condición con RCA de 32 respuestas de la redeterminación. Debido a la muerte de una rata, el resto de las condiciones de redeterminación se basan en los promedios de las siete ratas restantes.

Las Figuras 1-7 muestran los logaritmos de las razones de respuestas (eje de la ordenada) a través de las diferentes condiciones en donde se manipuló la respuesta de cambio, en función de los diez reforzadores obtenidos sucesivamente en cada razón de reforzamiento (eje de la abscisa). En cada figura los paneles están arreglados de acuerdo al componente de razón de reforzamiento y en cada uno de estos las diferentes curvas representan la ejecución de los sujetos durante 12 sesiones. En cada condición, los círculos representan el bloque de determinación y los triángulos el bloque de redeterminación. Con la finalidad de facilitar la identificación de logaritmos de razones de respuestas que se desvían del punto de indiferencia, en todos los paneles aparece en el cero una línea continua

horizontal.

En la razón de reforzamiento 1:1 (panel superior izquierdo en las Figuras 1-7) las distribuciones de respuestas mostraron valores cercanos a cero, lo cual indica que las ratas emitieron aproximadamente el mismo número de respuestas en las dos palancas. En las otras razones de reforzamiento, las distribuciones de respuestas a lo largo de los reforzadores sucesivos evolucionaron en dirección de la alternativa que proporcionó la frecuencia de reforzamientos más alta (alternativa rica). Esto se ve claramente en las Figuras 1-7; los paneles de la izquierda (razones de reforzamiento 1:3, 1:9, 1:27) muestran logaritmos de razones de respuestas que tienen valores negativos y los del lado derecho (razones de reforzamiento 3:1, 9:1, 27:1) muestran valores positivos de los logaritmos de las razones de respuestas. Este resultado indica que conforme las ratas obtuvieron reforzadores consecutivos, las distribuciones de sus respuestas en las dos alternativas se alejaron progresivamente de la línea de indiferencia, lo cual se acentuó a través de las diferentes condiciones en las que se incrementó el RCA (1, 2, 4, 8, 16, 32 y 64 respuestas). Por otra parte, los paneles de las Figuras 1-7 muestran que en las razones de reforzamiento con un rango más amplio de variación (27:1, 9:1, 1:27 y 1:9), los logaritmos de razones de respuestas alcanzaron valores más altos (positivos o negativos, respectivamente) que los que se muestran en las razones de reforzamiento en donde el rango de variación fue menor (3:1 y 1:3).

A través de los diferentes requisitos de respuesta, los paneles de las Figuras 1-7 muestran puntos de redeterminación para los logaritmos de las razones de respuestas (triángulos) que en general se alejan más de la línea de indiferencia que los puntos originales de determinación (círculos), lo cual demuestra que la experiencia de las ratas en

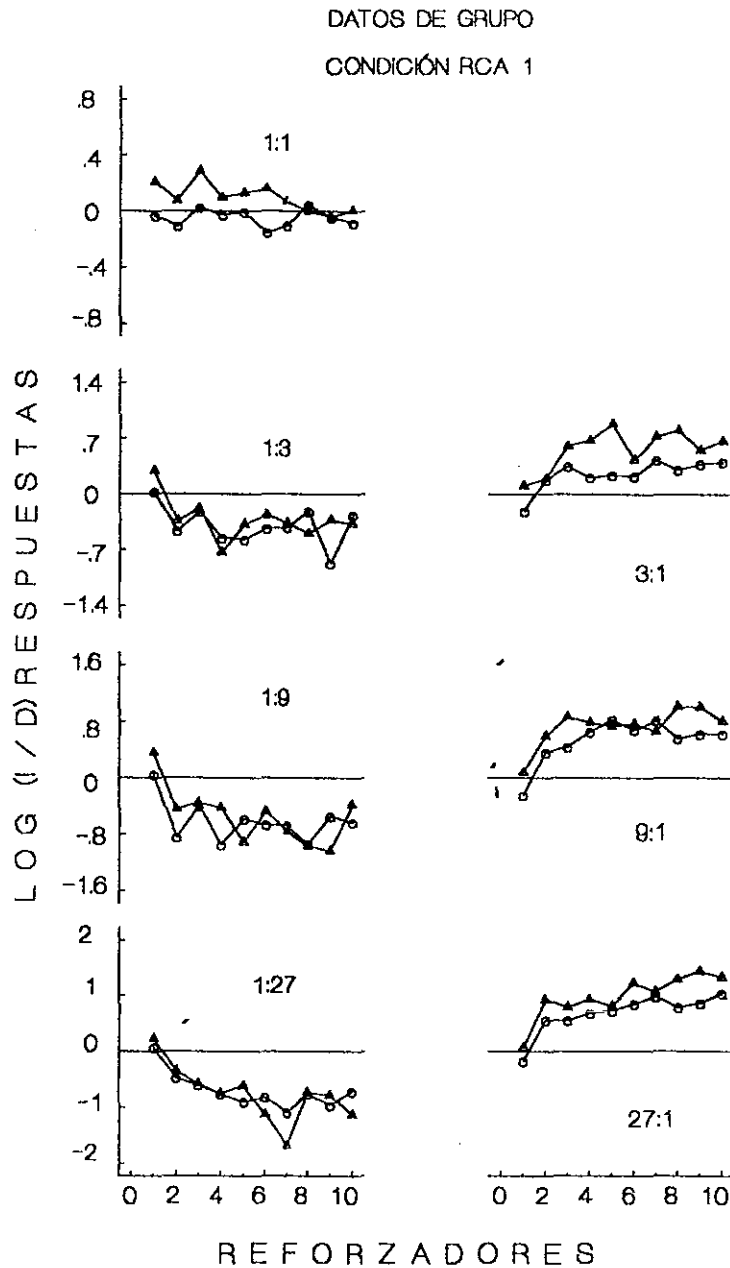


Figura 1. Para la condición RCA 1, logaritmos de razones de repuestas en función de los 10 reforzadores sucesivos entregados en las siete razones de reforzamiento. Cada panel muestra los datos de una razón de reforzamiento en particular (indicada en la parte superior o inferior de los paneles). Los círculos representan determinaciones y los triángulos redeterminaciones.

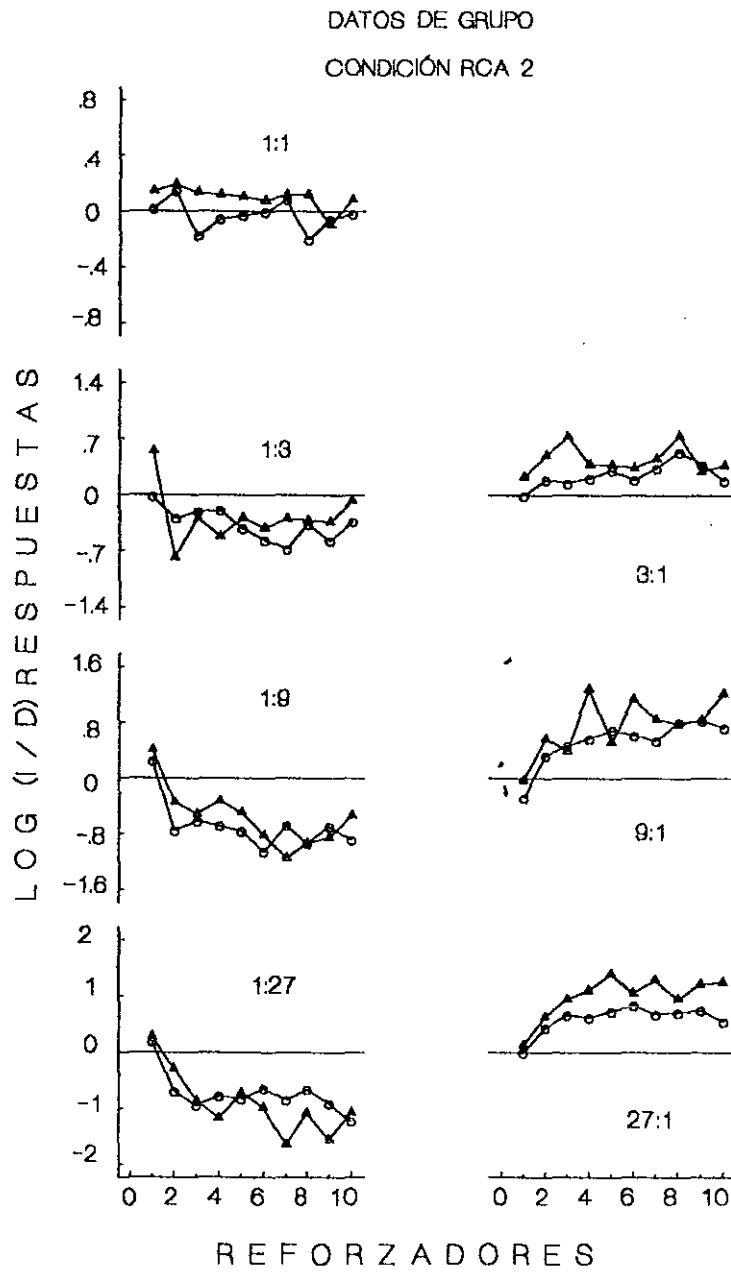


Figura 2. Para la condición RCA 2, logaritmos de razones de respuestas en función de los 10 reforzadores sucesivos entregados en las siete razones de reforzamiento. Para otros detalles vea la leyenda de la Figura 1.

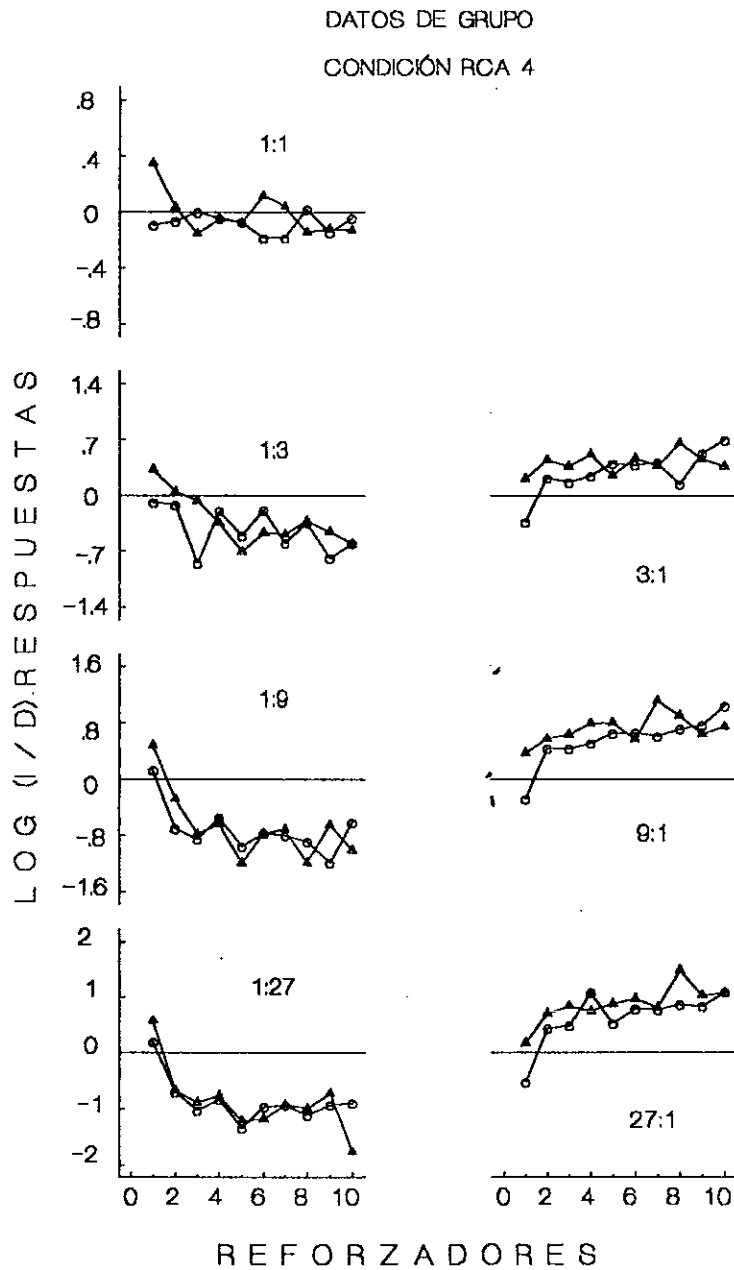


Figura 3. Para la condición RCA 4, logaritmos de razones de respuestas en función de los 10 reforzadores sucesivos entregados en las siete razones de reforzamiento. Para otros detalles vea la leyenda de la Figura 1.

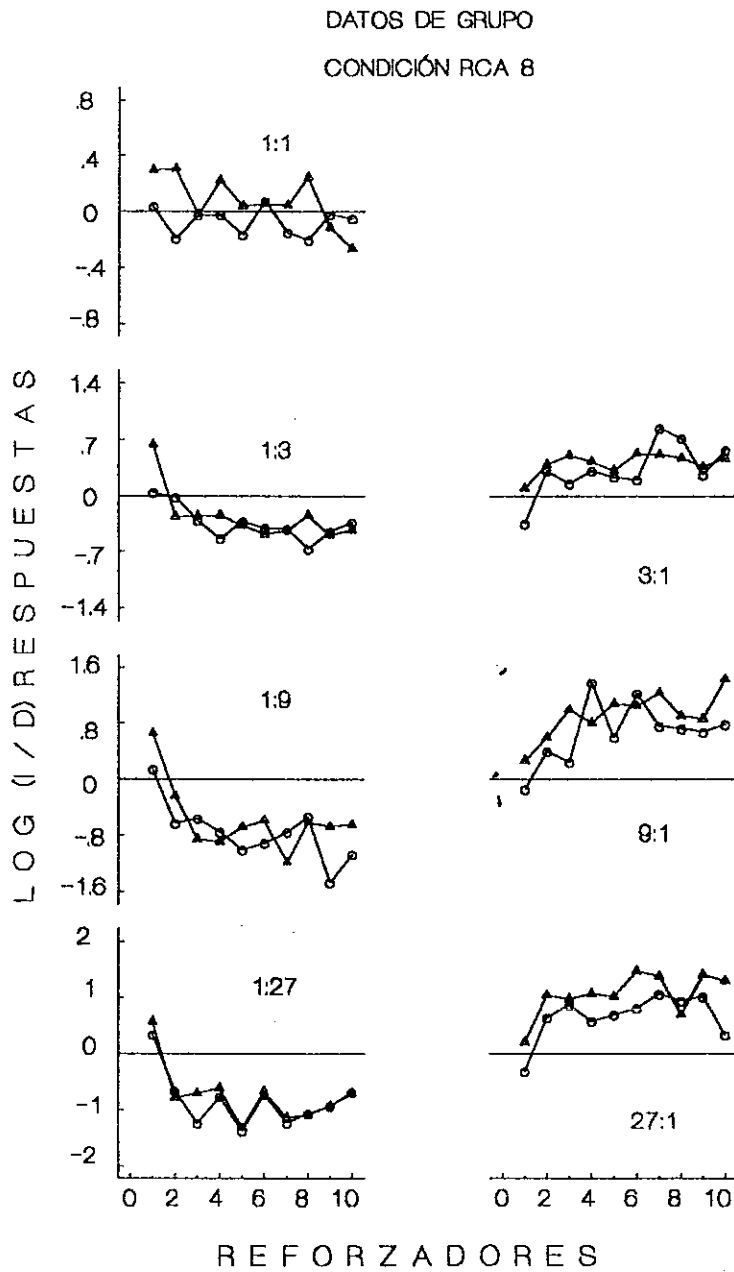


Figura 4. Para la condición RCA 8, logaritmos de razones de respuestas en función de los 10 reforzadores sucesivos entregados en las siete razones de reforzamiento. Para otros detalles vea la leyenda de la Figura 1.

DATOS DE GRUPO

CONDICIÓN RCA 16

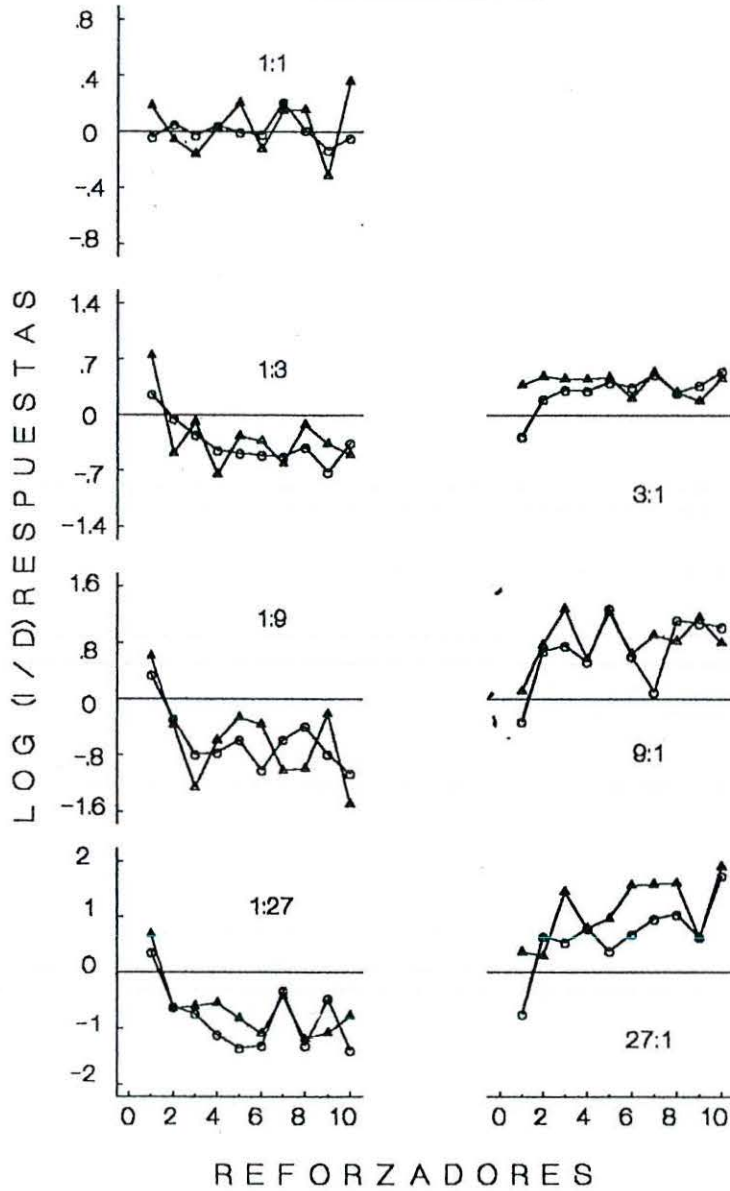


Figura 5. Para la condición RCA 16, logaritmos de razones de respuestas en función de los 10 reforzadores sucesivos entregados en las siete razones de reforzamiento. Para otros detalles vea la leyenda de la Figura 1.

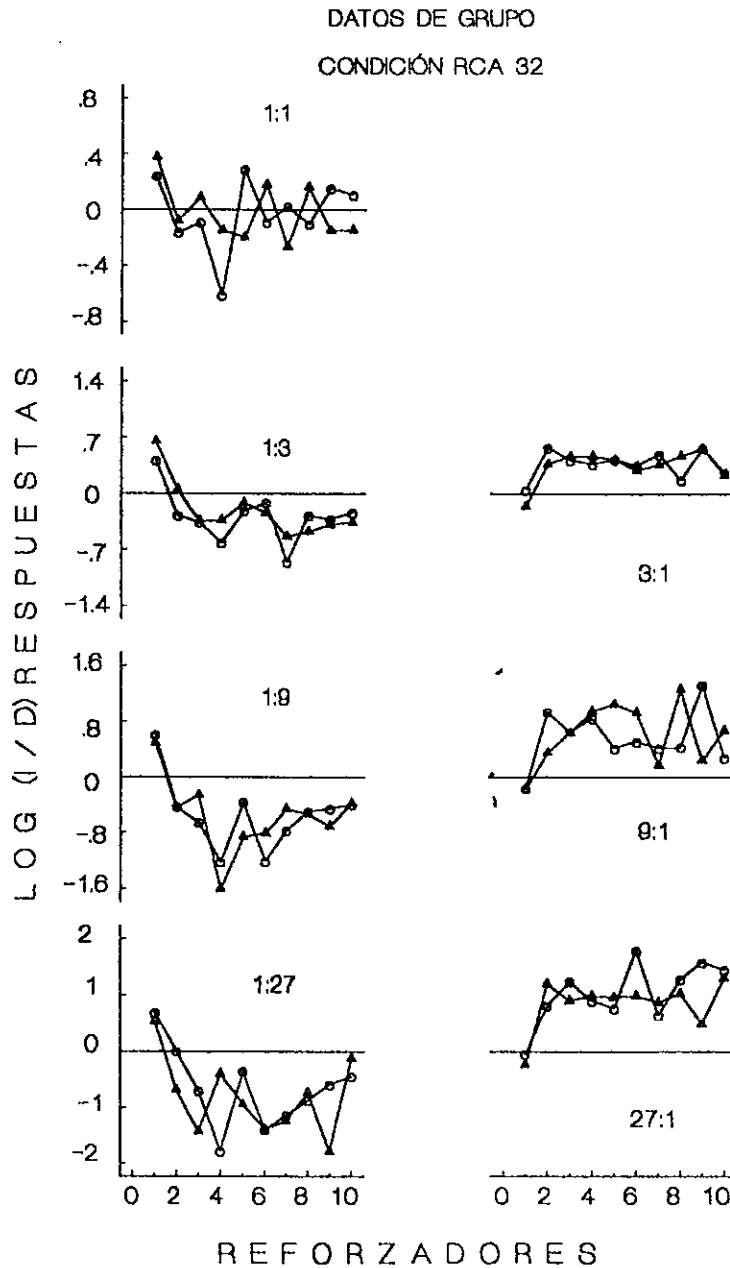


Figura 6. Para la condición RCA 32, logaritmos de razones de respuestas en función de los 10 reforzadores sucesivos entregados en las siete razones de reforzamiento. Para otros detalles vea la leyenda de la Figura 1.

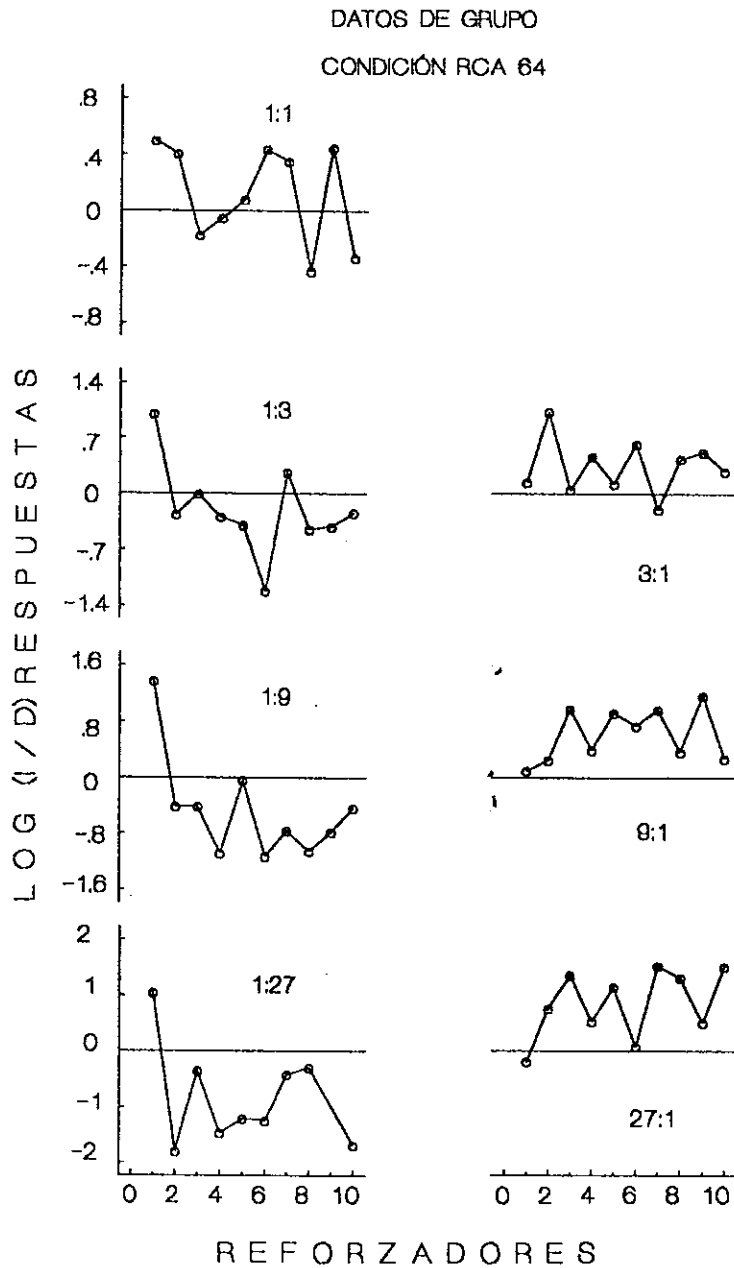


Figura 7. Para la condición RCA 64, logaritmos de razones de respuestas en función de los 10 reforzadores sucesivos entregados en las siete razones de reforzamiento. Las medias aritméticas de esta Figura se calcularon solo con cinco de las ocho ratas porque fueron las que lograron el criterio de ejecución. Para otros detalles vea la leyenda de la Figura 1.

el medio ambiente de reforzamiento variable favoreció el desarrollo de una preferencia por aquella alternativa que proporcionó reforzamiento con una frecuencia más alta.

Se detectaron oscilaciones en las distribuciones de respuestas que aumentaron conforme se incrementó el requisito de respuesta para cambiar de una alternativa a la otra. Una comparación a través de las Figuras 1-7 muestra, para las distintas razones de reforzamiento, que los logaritmos de las razones de respuestas mostraron mayor variabilidad con los requisitos de cambio más altos (vea las Figuras 5, 6 y 7).

Para cada sujeto y en cada bloque de 12 días, las siete razones de reforzamiento (27:1, 9:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:9, 1:27) se transformaron en logaritmos base 10 para obtener los valores correspondientes a los logaritmos de las razones de reforzamientos arreglados.

Se utilizaron los logaritmos de razones de respuesta y los logaritmos de las razones de reforzamiento arreglados para estimar con una ecuación lineal la sensibilidad de las ratas al reforzamiento en cada uno de los 10 reforzadores que cada razón de reforzamiento proporcionó. Los logaritmos de las razones de respuestas entraron en la Ecuación 3 como los valores de la variable dependiente, y los logaritmos de las razones de reforzamientos arreglados como los valores de la variable independiente. Así, cada estimación de sensibilidad se basó en 7 pares de logaritmos de razones, los correspondientes para las respuestas y los respectivos para los reforzamientos arreglados. De esta manera, para cada rata en cada bloque de 12 días se obtuvieron 10 estimaciones de sensibilidad (la pendiente de la Ecuación 3).

Una comparación de las estimaciones de sensibilidad computadas para los individuos con aquellas calculadas para el promedio del grupo reveló una ausencia de diferencias importantes entre estos dos cómputos; por esta razón, en la Figura 8 las

estimaciones de sensibilidad basadas en las medias aritméticas de las 8 ratas se graficaron (eje de la ordenada) en función de los diez reforzadores consecutivos (eje de la abscisa) que cada razón de reforzamiento proporcionó. Los múltiples paneles representan las diferentes condiciones en las que se manipuló el requisito de respuesta de cambio. Con la finalidad de facilitar la identificación de los valores de sensibilidad diferentes (negativos o positivos) a cero, en todos los paneles aparece en el cero una línea continua horizontal. Los círculos representan determinaciones y los triángulos redeterminaciones.

En todos los paneles (diferentes requisitos de respuesta de cambio) la Figura 8 muestra que la sensibilidad estimada (valor de las pendientes) para las redeterminaciones (triángulos) fue más alta que aquella obtenida para las determinaciones originales (círculos). A través de las siete razones de reforzamiento, la estimación de la sensibilidad al primer reforzador resultó en un valor negativo; esto se debió a que la distribución de respuestas en las dos palancas ocurrió antes de que las ratas hicieran contacto con este reforzador. A partir del segundo reforzador todas las estimaciones de sensibilidad resultaron en valores positivos. Los paneles de la Figura 8 muestran a través de los reforzadores consecutivos una aceleración negativa en donde la sensibilidad alcanza su valor asintótico antes de llegar al décimo reforzador.

Adicionalmente, la Figura 8 muestra que a mayor requisito de respuestas de cambio la sensibilidad de las ratas al reforzamiento alcanzó valores ligeramente más altos en los primeros reforzadores de cada componente; compare los valores de las estimaciones de sensibilidad para los cuatro primeros reforzadores en las condiciones de 1, 2 y 4 respuestas de cambio (paneles superiores), con las sensibilidades obtenidas para los mismos reforzadores en las condiciones de RCA de 16, 32 y 64 respuestas (paneles inferiores). Este

resultado significa que en las determinaciones y en las redeterminaciones la sensibilidad al reforzamiento aumentó en función de los incrementos en los requisitos de cambio, efecto que se notó en los primeros reforzamientos consecutivos que las ratas recibieron en los diferentes componentes (vea los paneles inferiores de la Figura 8).

Para presentar este último resultado con mayor claridad, la sensibilidad al reforzamiento estimada en las siete razones de reforzamiento con cada requisito de respuesta se separó para cada uno de los diez reforzadores consecutivos. Las sensibilidades así separadas calculadas con las razones de reforzamientos arreglados (Figura 9) se representaron (ordenada) en función del requisito de respuesta de cambio (abscisa). En la Figura 9 cada estimación de la sensibilidad representa el promedio del grupo para los bloques de determinación (puntos conectados por líneas) y redeterminación (círculos inconexos). Los múltiples paneles muestran estas estimaciones para cada uno de los diez reforzadores. A través de los diferentes requisitos de respuesta, las sensibilidades computadas con razones de reforzamientos arreglados muestran distribuciones muy semejantes en las determinaciones y en las redeterminaciones; compare en los múltiples paneles las líneas y los círculos de la Figura 9. Note por ejemplo que los círculos (redeterminaciones) en los reforzadores 3 y 10 muestran estimaciones muy similares que las líneas (determinaciones). Los paneles de la Figura 9 muestran una función bitónica entre los valores de sensibilidad y los RCAs, lo que significa que la sensibilidad aumentó con los incrementos en los RCAs y descendió con los requisitos más elevados (32 y 64 respuestas). Además las estimaciones de sensibilidad muestran valores menores a 1.0 a través de los 10 reforzadores consecutivos, resultado que es consistente con una subigualación; es decir, las razones de respuestas fueron menos extremas que las razones de los reforzamientos.

DATOS DE GRUPO

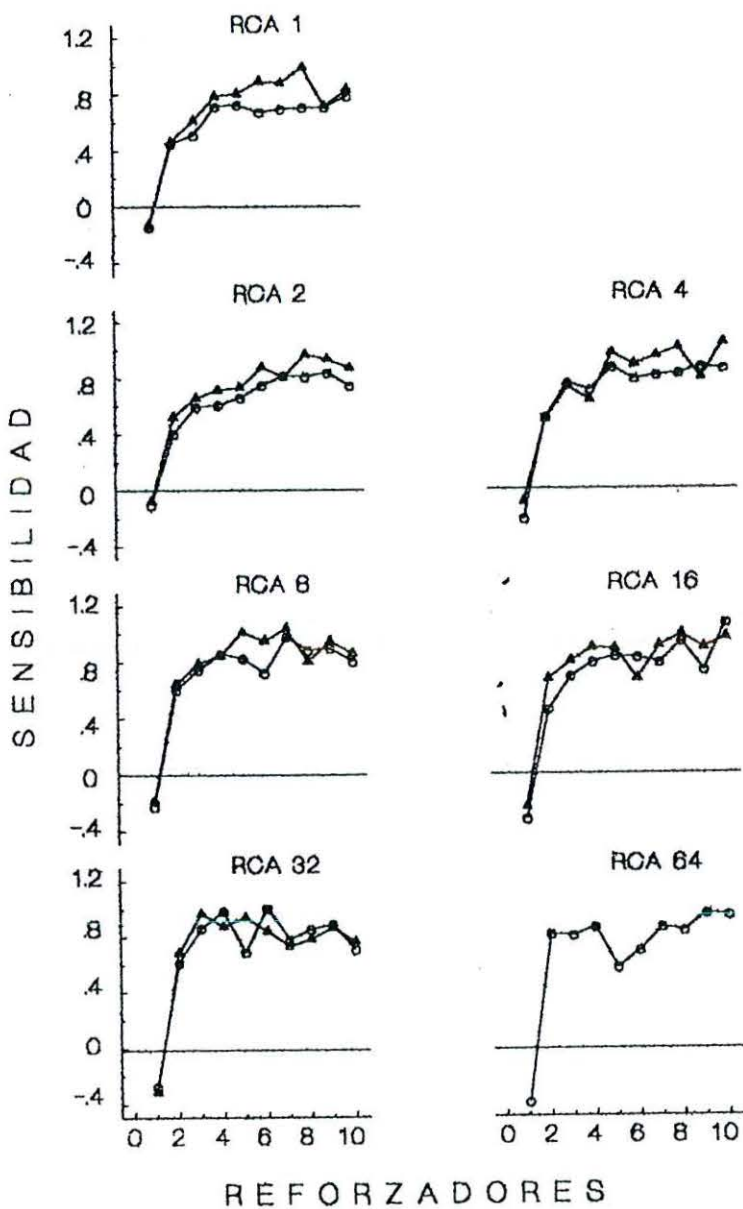


Figura 8. Sensibilidad estimada con reforzamientos arreglados en función de los 10 reforzadores consecutivos entregados en las siete razones de reforzamiento. Cada panel muestra un requisito de cambio en particular (indicado en la parte superior de los paneles). Los círculos representan una condición de determinación y los triángulos de redeterminación.

DATOS DE GRUPO

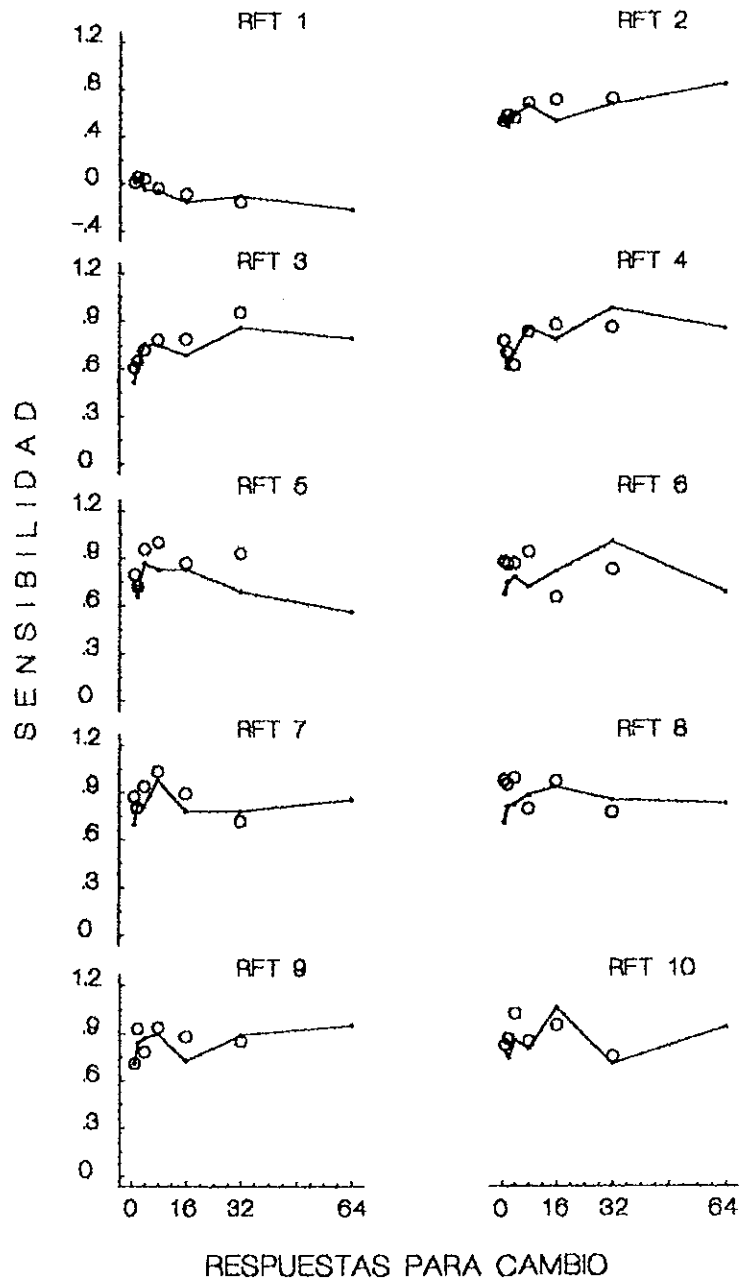


Figura 9. Sensibilidad del grupo estimada con razones de reforzamientos arreglados en función de los requisitos de cambio. Cada panel muestra cada uno de los 10 reforzadores sucesivos. Los puntos unidos con líneas representan la determinación y los círculos inconexos la redeterminación.

Discusión

En cada una de las siete razones de reforzamiento los resultados mostraron que de un reforzador al siguiente las distribuciones de respuestas se concentraron en la palanca que dio más reforzadores (alternativa rica). Esto confirma la idea de Davison y Baum (2000), que en situaciones de elección cada reforzamiento cuenta para determinar las elecciones del organismo.

Una comparación a través de las siete razones de reforzamiento reveló que con las razones más extremas (27:1, 9:1, 1:9, 1:27) las distribuciones de respuestas de las ratas favorecieron a la alternativa rica más pronto. En contraste, con las razones que difirieron menos en la frecuencia de reforzamiento (1:3 y 3:1), las ratas no mostraron una preferencia marcada por alguna de las dos palancas. Estos hallazgos son consistentes con los datos reportados con pichones en un medio ambiente de reforzamiento similar al que aquí se implementó (Davison y Baum, 2000; Landon y Davison, 2001; Davison y Baum, 2002; Landon, Davison y Elliffe, 2002), y extienden la generalidad inter-especie de esos estudios a ratas.

A diferencia de estudios previos sobre elección que variaron el RCA (e.g., Pliskoff y Fetterman, 1981), este trabajo mostró que con incrementos en el requisito de respuesta de cambio la sensibilidad de los organismos al reforzamiento muestra una función bitónica. En el presente estudio el medio ambiente de reforzamiento fue variable y la razón de reforzamiento que proporcionaron dos alternativas cambió siete veces sin señalización dentro de una misma sesión, lo cual no permitía que las distribuciones de respuestas se estabilizaran en una razón de reforzamiento particular antes de que ésta cambiara. Sin embargo, los datos mostraron (Figura 9) que la sensibilidad de las ratas al reforzamiento

varió al requerir más respuestas para cambiar; por otra parte, fue difícil obtener diferencias en la sensibilidad con un costo de cambio mayor de 16 respuestas. El incremento inicial en la sensibilidad es consistente con hallazgos encontrados en situaciones de elección que modificaron la caja experimental estándar para exigir una locomoción simple como requisito de cambio (Baum, 1982), o un traslado complejo como requisito de viaje entre dos alternativas (Aparicio, 2001). Esto es importante porque muestra que el costo adicional que el RCA le impone a la ejecución concurrente tiene un efecto similar en la sensibilidad del organismo al reforzamiento en medios ambientes estables (e.g., Shull y Pliskoff, 1967; Pliskoff y Fetterman, 1981; Temple, Scown y Foster, 1995) e inestables como el que este estudio simuló. Con los RCAs de 32 y 64 respuestas la sensibilidad no llegó a los niveles alcanzados en los requisitos previos. Esto puede interpretarse como un efecto de techo; sin embargo, bajo estos requisitos la sensibilidad alcanzó niveles altos de manera más temprana bajo las siete razones de reforzamiento (segundo o tercer reforzador).

En la mayoría de estudios sobre conducta de elección las estimaciones de sensibilidad se han hecho con los reforzadores obtenidos por el organismo (para una revisión, vea Herrnstein, 1997). Solo en trabajos recientes en donde la elección se estudió en ambientes de reforzamiento dinámico (Davison y Baum, 2000; Landon y Davison, 2001; Davison y Baum, 2002; Landon, Davison y Elliffe, 2002), las razones de reforzamientos arreglados se utilizaron en la ley de igualación generalizada para estimar, reforzador por reforzador, la sensibilidad de los sujetos al reforzamiento. Existen algunas buenas razones para proceder de esta manera. Cuando se calcula la sensibilidad con razones de reforzamientos obtenidos y las alternativas difieren notablemente en la frecuencia de reforzamientos que proporcionan (i. e., 1:27, 1:9, 9:1 y 27:1), prácticamente es imposible

hacer una estimación de la sensibilidad para cada reforzador, porque en estos casos los organismos usualmente muestran una preferencia exclusiva por la alternativa rica obteniendo ahí la mayoría de los reforzadores y dejando en blanco (cero) a la otra alternativa; obviamente esto no permite calcular reforzador por reforzador la razón de reforzamientos en las dos alternativas. Una posible solución a este problema es sustituir los ceros con valores extremadamente pequeños (por ejemplo 0.0001), lo cual en todos los casos permite el cálculo de la razón de reforzamiento. Mucha gente, sin embargo, se muestra escéptica con esta práctica y objetan su uso. Estos problemas se pueden evitar utilizando razones de reforzamientos arreglados, porque el experimentador cuenta de antemano con todos los valores de la variable independiente que son necesarios para estimar, reforzador por reforzador, las pendientes en la ley de igualación a través de los siete componentes de reforzamiento. Por eso no debe sorprendernos que esta práctica haya sido adoptada en estudios recientes sobre elección (Davison y Baum, 2000; Landon y Davison, 2001; Davison y Baum, 2002; Landon, Davison y Elliffe, 2002).

Los resultados del presente estudio también mostraron que la sensibilidad de las ratas al reforzamiento aumentó con la experiencia que tuvieron en el medio ambiente que simuló cambios dinámicos en las distribuciones de reforzamiento que proporcionaron las dos alternativas. Para apoyar este resultado, se calcularon el nivel máximo, el mínimo y el promedio de sensibilidad estimado para el grupo en los 10 reforzadores de cada uno de los RCAs que se manipularon; estos valores se graficaron en la Figura 10 para representar los datos de la determinación y en la Figura 11 para los datos de la redeterminación. Los círculos representan el nivel máximo de sensibilidad, los triángulos el nivel mínimo y los puntos unidos con líneas la media aritmética de la sensibilidad correspondiente a cada

RCA. Nuevamente pueden verse las tendencias bitónicas en la relación entre sensibilidad y RCA. En la mayoría de los casos, las sensibilidades máximas (círculos inconexos) para las redeterminaciones (Figura 11) muestran valores más altos que aquellas para las determinaciones (Figura 10). Este resultado es similar al encontrado en estudios de elección en estado estable (e. g., Todorov, Mendes de Oliveira, Hanna, Bittencort de Sa, y Barreto, 1983); lo cual sugiere que una experiencia de más de cien sesiones en un ambiente de reforzamiento inestable como el que usó este estudio, y la experiencia que el organismo obtiene en un medio estable que no cambia su distribución de reforzamientos hasta que la conducta se ha estabilizado, tienen efectos similares sobre la sensibilidad al reforzamiento.

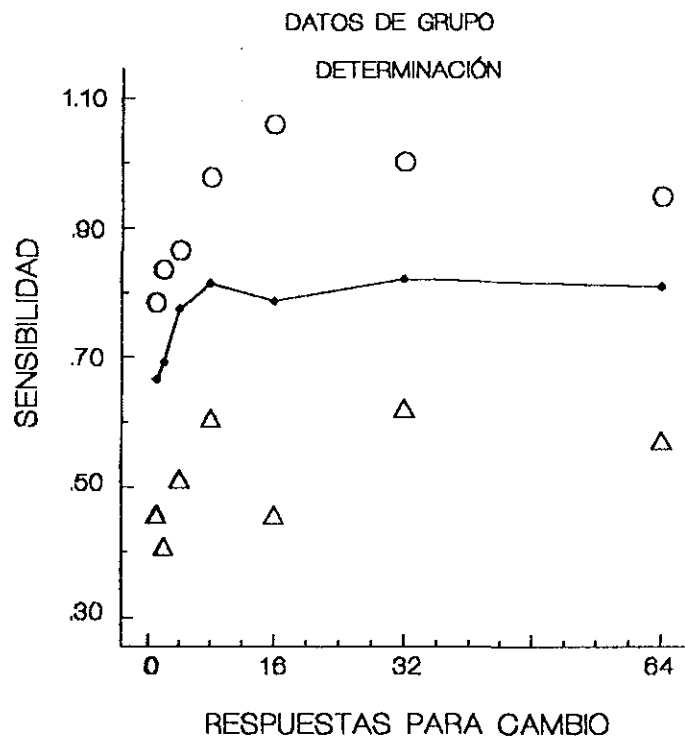


Figura 10. Sensibilidad calculada con reforzamientos arreglados en la determinación en función de los siete requisitos de cambio. Los círculos representan el máximo nivel de sensibilidad, los triángulos el mínimo y los puntos conectados con líneas el promedio.

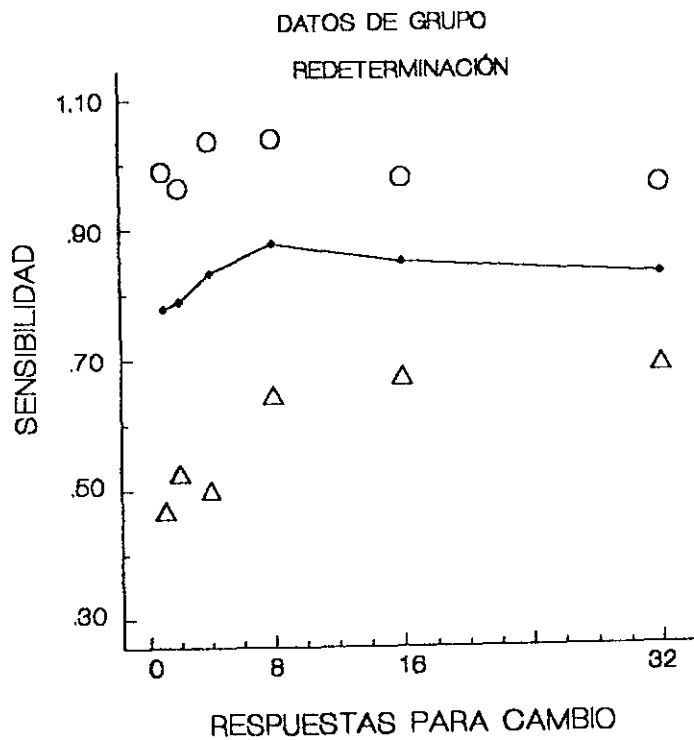


Figura 11. Sensibilidad calculada con reforzamientos arreglados en la redeterminación en función de los siete requisitos de cambio. Los círculos representan el máximo nivel de sensibilidad, los triángulos el mínimo y los puntos conectados con líneas el promedio.

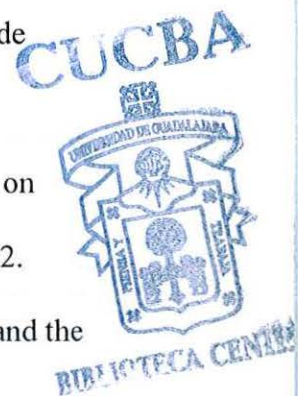
Conclusiones

1. En todos los requisitos de respuesta de cambio que se manipularon, se encontró que las distribuciones de las respuestas de las ratas se ajustaron de un reforzamiento a otro a los cambios dinámicos en las distribuciones de reforzamientos.
2. Este estudio amplió la generalidad inter-especie de los hallazgos de Davison y colaboradores a ratas.
3. En el medio ambiente de reforzamiento variable que aquí se implementó, los logaritmos de las razones de respuestas mostraron mayor oscilación con los incrementos en el costo de respuesta de cambio.
4. Los resultados mostraron que la sensibilidad al reforzamiento (parámetro libre s en la ley de la igualación generalizada) fue una función bitónica de los incrementos en el requisito de respuesta de cambio.
5. Se demostró que no es necesario que la ejecución concurrente alcance una estabilidad para que esta varíe en función de los incrementos en el requisito de cambio.
6. En las condiciones de redeterminación los niveles de sensibilidad al reforzamiento fueron mayores que en las determinaciones, lo cual sugiere que la experiencia prolongada en un medio ambiente de reforzamiento variable contribuyó a ganar control sobre la ejecución concurrente de la misma manera que lo hace en situaciones de elección en estado estable.

Referencias

- Allison, T. S. & Lloyd, K. E. (1971). Concurrent schedules of reinforcement: effects of gradual and abrupt increases in changeover delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 16, 67-73.
- Alsop, B. & Elliffe, D. (1988). Concurrent-schedule performance: Effects of relative and overall reinforcer rate. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 49, 21-36.
- Aparicio, C. F. (2001). Overmatching in rats: The barrier choice paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75, 93-106.
- Aparicio, C. F. & Baum, W. M. (1997). Comparing locomotion with lever-press travel in an operant simulation of foraging. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68, 177-192.
- Bailey, J. T. & Mazur, J. E. (1990). Choice Behavior in transition: development of preference for the higher probability of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 53, 409-422.
- Baum, W. M. (1974). On two types of deviation from the matching law: bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22, 231-242.
- Baum, W. M. (1982). Choice, changeover, and travel. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 38, 35-49.
- Belke, T. W. & Heyman, G. M. (1994). Increasing and signaling background reinforcement: Effect on the foreground response-reinforcer relation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61, 65-81.
- Catania, A. C. (1966 / 1975). Operantes concurrentes. En W. K. Honig, *Conducta operante*:

- investigación y aplicaciones. México: Trillas. Cap. 6.
- Davison, M. & Baum, W. M. (2000). Choice in a variable environment: every reinforcement counts. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 1-24.
- Davison, M. & Baum, W. M. (2002). Choice in a variable environment: effects of blackout duration and extinction between components. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 77, 65-89.
- Davison, M. C. & Hunter, I. W. (1979). Concurrent schedules: Undermatching and control by previous experimental conditions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 32, 233-244.
- de Villiers, P. A. (1977 / 1983). Elección en los programas concurrentes y una formulación cuantitativa de la ley del efecto. En W. K. Honig y J. E. R. Staddon, Manual de conducta operante. México: Trillas. Cap. 9.
- Dreyfus, L. R. (1991). Local shifts in relative reinforcement rate and time allocation on concurrent schedules. *Journal of Experimental Psychology*, 17, No 4, 486-502.
- Elliffe, D. & Alsop, B. (1996). Concurrent choice: Effects of overall reinforcer rate and the temporal distribution of reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65, 445-463.
- Ferster, C. & Skinner, B. F. (1957). Schedules of reinforcement. NY: Prentice Hall Inc.
- Findley, J. D. (1958). Preference and switching under concurrent scheduling. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 123-144.
- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 267-272.
- Herrnstein, R. J. (1970). On the Law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of*



- Behavior*, 13, 243-266.
- Herrnstein, R. J. (1997). *The matching law: papers in psychology and economics*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Hunter, I. & Davison, M. (1985). Determination of behavioral transfer function: White noise analysis of session-to-session response-ratio dynamics on concurrent VI VI schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43, 43-59.
- Landon, J. & Davison, M. (2001). Reinforcer - ratio variation and its effects on rate of adaptation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75, 207-234.
- Landon, J., Davison, M. & Elliffe, D. (2002). Concurrent schedules: Short-and long-term effects of reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 77, 257-271.
- McDowell, J. J. (1988). Matching theory in natural human environments. *The Behavior Analyst*, Vol. 11, No. 2, 95-109.
- Pliskoff, S. S. (1971). Effects of symmetrical and asymmetrical changeover delays on concurrent performances. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 16, 249-256.
- Pliskoff, S. S. & Fetterman, J. G. (1981). Undermatching and overmatching: The fixed-ratio changeover requirement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 36, 21-27.
- Shahan, T. A. & Lattal, K. E. (1998). On the functions of the changeover delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 69, 141-160.
- Shull, R. L. & Pliskoff, S. S. (1967). Changeover delay and concurrent schedules: some effects on relative performance measures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10, 517-527.
- Sidman, M. (1960) *Tactics of scientific research*, Authors cooperative inc. Publishers, Boston (pag.234).

- Stubbs, D. A. & Pliskoff, S. S. (1969). Concurrent responding with fixed relative rate of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 887-895.
- Temple, W., Scown, J. M. & Foster, T. M. (1995). Changeover delay and concurrent schedule performance in domestic hens. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 63, 71-95.
- Todorov, J. C., Acuña Santaella, L. E. & Falcón-Sanguinetti, O. (1982). Concurrent procedures, changeover delay and the choice behavior of rats. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta* 8 (2), 133-147.
- Todorov, J. C., Oliveira Castro, J. M., Hanna, E. S., Bittencourt de Sa, M. C. N. & Barreto, M. Q. (1983). Choice, experience and the generalized matching law. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 40, 99-111.