



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

Instituto de Neurociencias

## MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO (opción Neurociencias)

“Análisis de la adquisición y extinción de  
secuencias de dos respuestas a dos operandos”

Alumna:  
**Ixel Alonso Orozco**

Tutor: Dr. Héctor Martínez Sánchez  
Comité: Dr. François Tonneau  
Mtro. Sergio Meneses Ortega  
Dr. Gustavo Bachá Méndez

Guadalajara, Jalisco

Enero, 2009

## Resumen

Con el propósito de estudiar la adquisición y extinción de secuencias de respuestas se realizaron dos experimentos. En el primero se entrenó a cuatro grupos de ratas ( $n=3$ ) a responder con una secuencia de dos respuestas a dos operandos. Las secuencias podían corresponder a dos tipos de estructura: secuencias heterogéneas (alternar entre los dos operandos p. ej., izquierda-derecha ó derecha-izquierda) o bien, secuencias homogéneas (repetir dos respuestas sobre un operando p. ej., izquierda-izquierda o derecha-derecha). En la fase de adquisición cada grupo de sujetos debía responder a una secuencia en particular para obtener reforzamiento. Después de obtener mil reforzadores, se implementó una fase de extinción durante 20 sesiones. En el segundo experimento se replicaron las mismas condiciones que en el primero a excepción de que se agregó una segunda fase de adquisición. Los resultados mostraron que la entrega del reforzador dependiente de la ejecución de una secuencia específica incrementó notablemente la frecuencia de esa secuencia en comparación con las otras posibles secuencias. Al exponer a los sujetos a una condición de extinción, la secuencia antes reforzada se mantuvo y se muestran patrones ordenados de las otras secuencias. Los resultados se discuten en términos de la teoría de momentum conductual y sus implicaciones en la organización de la conducta.

## **Abstract**

Two experiments examined the acquisition of two-responses sequences when reinforcement contingencies were unchanged (Experiment 1) and changed (Experiment 2). Extinction was introduced after sequence acquisition to evaluate potential structural differences of learned sequence (i.e., homogenous versus heterogeneous). Groups of rats were exposed to homogenous (left-left or right-right) or heterogeneous (left-right or right-left) sequences. Only one of four possible two-response sequences provided reinforcement on acquisition. The Experiment 1 consisted of two phases. In the first phase (acquisition), a two-responses sequence was reinforced until 1000 reinforcers were completed (fifty trials by session). In the second phase, extinction was introduced during twenty sessions. The Experiment 2 consisted of three experimental phases. In the first phase, reinforcement was delivered after homogeneous or heterogeneous sequence was completed. In the phase 2, the reinforcement was delivered after perform the opposite homogeneous or heterogeneous sequence to the reinforced on previous phase. The last phase consisted of twenty extinction sessions. Results show that rats learned to perform the correct two-response sequences on acquisition phases. However, in extinction conditions, regardless the response sequence previously reinforced, resistance to change for more than 15 days was observed. Data are discussed in terms of the behavioral momentum theory and response strength.

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Introducción</b> .....                         | 2  |
| <b>2. Secuencias de respuestas</b> .....             | 4  |
| Hipótesis de la formación de secuencias.....         | 5  |
| <b>3. Estudios de secuencias de respuestas</b> ..... | 6  |
| Secuencias y Extinción.....                          | 11 |
| <b>4. Extinción</b> .....                            | 12 |
| Teorías de Extinción .....                           | 15 |
| <b>5. Momentum Conductual</b> .....                  | 19 |
| <b>6. Planteamiento del problema</b> .....           | 22 |
| <b>7. Método general</b> .....                       | 24 |
| <b>8. Experimento 1</b> .....                        | 25 |
| Método.....  | 26 |
| Resultados .....                                     | 27 |
| Discusión .....                                      | 38 |
| <b>9. Experimento 2</b> .....                        | 45 |
| Método.....  | 45 |
| Resultados .....                                     | 47 |
| Discusión .....                                      | 60 |
| <b>10. Discusión general</b> .....                   | 66 |
| <b>11. Referencias</b> .....                         | 74 |
| <b>12. Anexo</b>                                     |    |

## **Introducción**

El aprendizaje es uno de los procesos psicobiológicos que facilitan y ayudan a la adaptación de las diferentes especies a su ambiente. El que las distintas especies aprendan rápidamente de las relaciones del ambiente y como estas las afectan es esencial para su adaptación. Por ejemplo, en el medio natural los animales aprenden a encontrar comida cuando en alguna zona se ha terminado, a evitar a los predadores, a defender su territorio, a buscar y hacer nuevas guaridas (Timberlake 1993; Shettleworth, 2001). La adaptación de los animales a los cambios constantes del ambiente esta relacionada con la formación y la flexibilidad de patrones de conducta. Esta plasticidad conductual podría ser interpretada como la capacidad de los animales de ser sensibles a las consecuencias de su conducta. De acuerdo con Staddon (1983), las especies que mejor se adaptan son las que aprenden de las relaciones y reglas de su interacción con el ambiente.

Timbergen (1969) fue uno de los primeros autores en estudiar la conducta en un medio natural y consideraba que los instintos se basaban en sistemas neurológicos organizados jerárquicamente y que compartían una misma fuente de motivación. Esto suponía entender las conductas instintivas como heredadas y no dar ningún peso a la influencia del medio en el desarrollo de dichas conductas. En algunos casos, las conductas aprendidas pueden estar basadas en un comportamiento innato modificado por la experiencia, y en otras son totalmente novedosas. El comportamiento innato puede ser el resultado de un proceso adaptativo seleccionado a lo largo de la evolución. El autor propone que la activación de instintos por un estímulo del medio externo es capaz de desencadenar un comportamiento de búsqueda que después de una serie de movimientos, el animal se adapta. Esta adaptación es un mecanismo que le permite al animal realizar las actividades de acuerdo con los cambios frecuentes del ambiente.

A partir de los estudios realizados por Timbergen, autores como Hogan (1994) y Shettleworth (1998) plantearon que los mecanismos de la conducta pueden ser conectados con unidades más grandes a las que llamaron, sistemas conductuales. Estos sistemas son planteados en distintos niveles de complejidad (p.ej. alimentación, huida, lucha, o apareamiento). La organización de estos sistemas conductuales se ha descrito en mecanismos perceptuales, centrales y motores, los cuales actúan como una unidad en la misma situación (Shettleworth, 1998). Los estudios en el área del comportamiento

planteados por Timberlake (1993), Hogan (1994) y Shettleworth (2001) han intentado no limitar el flujo de la conducta a una respuesta aislada (por ejemplo, a un operando como la palanca o la tecla). El interés se centra en analizar la organización de la conducta del animal a lo largo de un continuo y su interacción con el medio en que se desarrolla (Timberlake, 1999). Estudiar las reglas de los mecanismos y la organización de cualquier sistema conductual nos conduciría a lograr una descripción más precisa de la conducta.

Las aportaciones en el área de aprendizaje han sido dirigidas principalmente hacia el planteamiento de reglas generales que den cuenta de cómo lo animales modifican su conducta a partir de la interacción con el ambiente. El análisis experimental de la conducta ha contribuido a la comprensión de los mecanismos que generan y mantienen algunos de esos patrones conductuales. El interés central ha sido estudiar relaciones entre la conducta y sus consecuencias utilizando procedimientos experimentales como el condicionamiento clásico u operante. El estudio de la conducta en estas áreas ha tenido un gran avance analizando las relaciones de aprendizaje bajo situaciones controladas y estableciendo reglas básicas. Una de las primeras aproximaciones al establecimiento de estas reglas se hizo con programas simples de reforzamiento (razón, intervalo) o su combinación, en programas múltiples, concurrentes o tándem (Fester y Skinner, 1957). Diversas variables han sido controladas y evaluado sus efectos sobre la conducta (p.ej. reforzadores, distintas especies, cambios de estímulos, distintos contextos). La mayoría de estas investigaciones se ha realizado estudiando las respuestas de los animales sobre un operando y cómo estas respuestas se relacionan con estímulos antecedentes y sus consecuencias, enfocando su análisis hacia los procedimientos que involucran el aprendizaje de respuestas simples.

El estudio de cómo una serie de respuestas simples se desarrollan y se organizan en un patrón de conducta más complejo (estructura) ha recibido menos atención. Algunos autores han centrado su interés en analizar si respuestas simples forman secuencias de respuestas y con ello estudiar como se ordenan los elementos de la secuencia que determina la entrega de los reforzadores (Catania, 1971; Grayson y Wasserman, 1979; Schwartz, 1980; Feterman y Stubbs, 1982; Bachá, 2007). Una estrategia que ha permitido aproximarse al estudio de las reglas que controlan el aprendizaje de patrones generales de conducta y entender como se modifican estos patrones en un ambiente controlado, es el estudio de secuencias de respuesta.

## **Secuencia de respuestas**

Uno de los problemas al estudiar secuencias de respuestas tiene que ver con la propia definición de secuencia y si un conjunto de respuestas puede formar una nueva unidad integrada. En sus inicios, Skinner (1938) estableció que una cadena es un conjunto de respuestas que mantienen un orden particular del que depende la entrega del reforzador. Skinner propuso el término de encadenamiento, diciendo que la respuesta de un reflejo puede constituir o producir el estímulo provocador o estímulo discriminativo de otra respuesta. Lashley (1951) propuso que la conducta esta organizada secuencialmente. Lashley no atribuye esta organización a las respuestas que los animales emiten momento a momento, como lo propone la teoría de encadenamiento, la cual postula que cada elemento de una serie de acciones provoca la excitación de la siguiente respuesta. Señaló que una producción de conducta serial involucra la activación en paralelo de un conjunto de acciones y que la organización de la conducta depende de una organización interna. Asumió que un patrón secuencial incluye respuestas internas las cuales son activadas antes de que se generen respuestas externas. Kelleher (1966) definió que una cadena de respuestas es una secuencia de respuestas en la que cada respuesta funciona como un estímulo discriminativo o produce un estímulo discriminativo que controla la respuesta siguiente. Autores como Restle y Brown (1970) afirmaron que se pueden adquirir patrones seriales y que estos patrones reflejan un orden jerárquico según la estructura del patrón.

Skinner (1938), Lashley (1951) y Kelleher (1966) han aportado al análisis experimental de la conducta definiciones sobre lo que es una cadena de respuestas. En algunos trabajos el interés ha sido estudiar esta cadena de respuestas como una unidad integrada aportando definiciones de lo que sería una nueva unidad integrada, además de una explicación de cómo se forman estas unidades a partir de la entrega contingente del reforzador. Por ejemplo, Catania (1971) propuso que el efecto del reforzador no es determinado únicamente por la última respuesta de la cadena sino por el conjunto de respuestas que anteceden a la última respuesta. En su trabajo utilizó programas tándem (Intervalo Variable, IV) más una secuencia de respuestas para mostrar que el reforzador no sólo tiene efecto sobre la última respuesta a la que sigue, sino sobre todo el patrón de respuestas que anteceden a la respuesta reforzada. Catania concluyó que cada respuesta fortalecida colabora de manera independiente a la tasa total de respuesta, pero la proporción

con la que contribuye depende de su posición en la secuencia, es decir, la distancia de la respuesta con relación al reforzador.

Por otro lado, Zeiler (1977) propuso tres clases de unidades diferentes que pueden ser identificadas como unidades formales, condicionables o teóricas. La unidad formal se identifica con la definición operacional de la respuesta medida en un experimento, es decir, es la respuesta que el experimentador define como prerrequisito para la presentación del reforzador. La unidad condicionable es lo que Skinner (1939) definió como operante. Si una conducta es la condición necesaria para la presentación del reforzador y el reforzamiento incrementa la probabilidad de ocurrencia de esa conducta, entonces es una unidad de respuesta condicionable. Finalmente, la unidad teórica se refiere a unidades condicionables que nos ayudan a responder cómo el reforzamiento organiza la conducta y que conducta es fortalecida. Según Zeiler la unidad teórica podría ayudar a dar una definición de secuencias de respuesta. Grayson y Wasserman (1979) y Reid (1994) han planteado que la entrega contingente de un reforzador a más de una respuesta simple contribuye a la formación de unidades integradas.

#### *Hipótesis de la formación de secuencias integradas*

Para tratar el problema de la adquisición de secuencias destacan dos hipótesis sobre cómo podrían formarse estas secuencias: la hipótesis de contigüidad y la de unidad.

La hipótesis de contigüidad asume que el reforzador actúa sobre las respuestas individuales de la secuencia y que la contigüidad de las respuestas con el reforzador determina la fuerza de cada una de ellas. Esta hipótesis plantea que las respuestas que son inmediatamente seguidas del reforzador tienen mayor fuerza que las respuestas más alejadas del reforzador (Catania, 1971; Nevin, 1988). Una limitación importante de esta hipótesis es que no aclara los mecanismos de cómo cada una de las respuestas de la secuencia adquiere algún valor o peso en la secuencia. La hipótesis sólo establece una relación funcional entre la fuerza de las respuestas y su contigüidad con el reforzador (Reid, 1994). La segunda hipótesis llamada de unidad, expone que la entrega contingente del reforzador a la secuencia seleccionada tiene como resultado la formación de unidades integrales de conducta, las cuales, a su vez, son formadas por respuestas individuales. Bajo esta idea se ha estudiado como una secuencia mantiene su consistencia ante cambios de contingencia en el reforzamiento (Pisacreta, 1982; Reid, 1994; Schwartz, 1980, 1982; Bachá, 2007). Los

datos han mostrado que con un entrenamiento continuo a una secuencia en particular, el reforzador adquiere el control de la secuencia completa como controlaría las respuestas individuales (Reid, 1994). Es decir, el reforzador organiza las respuestas individuales en un bloque o unidad que se comporta como un solo elemento ante los cambios de contingencia. Una vez que el patrón ha sido integrado como una unidad funcional, ahora la nueva unidad es fortalecida por la entrega del reforzador. En resumen, ambas hipótesis han aportado datos importantes para la comprensión de la formación y modificación de las secuencias. Sin embargo, el estudio en el área de secuencias de respuesta no ha sido dirigido a probar las hipótesis y por lo tanto no se ha avanzado en plantear mejores explicaciones sobre las mismas. Ninguna de las investigaciones realizadas hasta el momento ha expuesto una explicación general de los mecanismos de la formación de unidades integrales de respuesta y de cómo el reforzador actúa en la formación de éstas.

El interés en el estudio de secuencias más que enfocarse en una explicación de los mecanismos de la formación de éstas, se ha dirigido a realizar estudios donde se pruebe que la unidad se formó y que una vez formada la unidad se puede mantener o modificar. Estas pruebas se han realizado partiendo del supuesto de que los animales integran respuestas simples como una unidad (Grayson y Wasserman, 1979; Schwartz, 1980, 1981; Pisacreta, 1982; Reid, 1994; Bachá, 2007). El principal objetivo de estos estudios ha sido analizar una secuencia ante diferentes cambios de contingencia (i.e. reforzando otra secuencia u omitiendo el reforzador) y así obtener datos que prueben que los animales forman secuencias integradas de respuesta.

### **Estudio de secuencias de respuestas**

El estudio de secuencias de respuesta se ha realizado bajo distintos procedimientos, por ejemplo, ensayos discretos (Grayson y Wasserman, 1979; Schwartz, 1980, 1982, 1985 Bachá y Reid, 2006), operante libre (Machado, 1997; Reid et. al. 2001) ó programas concurrentes (Fetterman y Stubbs, 1982; Schneider y Morris, 1992, Schneider y Davidson 2005, 2006; Schneider, 2008). En todos estos estudios una característica común es que las nuevas unidades conductuales que se establecieron fueron secuencias de dos ó más respuestas simples a dos palancas o teclas (izquierda y derecha).

Uno de los primeros estudios en los que se planteó como trabaja el reforzador ante un conjunto de respuestas fue el realizado por Catania (1971) donde expone la idea de que el reforzador afecta no solo a la última respuesta de la secuencia sino a todas las respuestas que la anteceden. Basándose en este supuesto, Grayson y Wasserman (1979) y Schwartz (1980) plantearon que las secuencias son afectadas por el reforzador como un solo elemento y no como respuestas por separado. Grayson y Wasserman (1979) entrenaron a palomas a responder a secuencias de dos respuestas a dos teclas durante 20 días. Secuencias heterogéneas fueron reforzadas en la primera fase, es decir, las palomas tenían que alternar sus respuestas entre los dos operandos en un orden particular. Al término de esta fase reforzaron otra secuencia, para algunos sujetos fue una secuencia heterogénea y para otros una secuencia homogénea (responder dos veces consecutivas a un operando en particular). Sus resultados mostraron que en cada fase experimental la frecuencia más alta fue a la secuencia a la cual fue contingente la entrega del reforzador y que las respuestas a las otras secuencias fueron decreciendo. Los autores dieron dos explicaciones a sus resultados, una de ellas basándose en el argumento de Catania (1971) el cual plantea que son los efectos de contigüidad los que contribuyen a la formación de la secuencias y otra que sugiere que la unidad funcional reforzada se encontraría en un sistema de memoria a corto plazo (Shimp, 1976).

Siguiendo con la línea de estudiar el aprendizaje de secuencias en ensayos discretos, Reid (1994) entrenó a cuatro ratas a responder en una secuencia de tres respuestas a dos operandos, teniendo ocho posibles secuencias. Cada uno de los sujetos pasó por cuatro fases, en cada fase se cambió una de las respuestas de la secuencia. Los cambios se hacían en la primera o en la última respuesta. Los resultados muestran que el aprendizaje de la nueva secuencia ocurre más rápido cuando los cambios en la nueva secuencia eran en la última respuesta. Cuando los cambios se hacían en la primera posición se presentaban muchos errores. La extinción de la secuencia entrenada ocurre más rápido cuando los cambios de las respuestas se presentan en la última posición. El autor plantea que sus resultados dan sustento a la hipótesis de que la fuerza de la respuesta es determinada por contigüidad al reforzador. Boren y Devine (1968) y Vogel y Annau (1973) en sus experimentos muestran que los animales aprenden secuencias específicas al hacer contingente la entrega del reforzador.

Un grupo de investigaciones enfocó su interés en estudiar si la ley de igualación se podía generalizar a secuencias de respuesta (Schneider y Morris 1992; Schneider y Davidson, 2005, 2006). En estos experimentos se tenía como procedimiento general reforzar en condiciones de operante libre secuencias de dos repuestas a dos operandos en programas concurrentes. Uno de los primeros trabajos en esta área fue el realizado por Fetterman y Stubbs (1982). En su experimento reforzaron secuencias de dos respuestas a dos operandos estableciendo cuatro posibles secuencias. Los autores demostraron que con un entrenamiento apropiado, la distribución relativa de la conducta para las diferentes alternativas se igualaba a la distribución relativa del reforzador. Los autores sugirieron que las respuestas a la secuencia actúan como unidades funcionales y que la elección de las distintas opciones no afecta a la estructura de la secuencia. Los resultados fueron que las frecuencias observadas entre las secuencias mostraron igualación, pero no ocurrió lo mismo con las respuestas individuales que conformaban las secuencias. Los autores interpretaron estos hallazgos como evidencia de que la conducta puede ser organizada en unidades complejas. En estudios más recientes, Schneider y Davidson (2005) reportaron que los animales igualan secuencias de dos respuestas a dos operandos, cuando son presentados en programas concurrentes teniendo distintas tasas de reforzamiento. En su estudio analizaron dos tipos de modelos que intentan explicar en que nivel igualan los animales: si a nivel de respuesta o de unidad. Basándose en los resultados de los trabajos de Schneider y Davidson (2005, 2006), Schneider (2008) propone un modelo donde describe la transición de respuestas individuales a unidades de secuencias de dos respuestas.

Una manipulación realizada en otros trabajos (Reed, Schachtman, y Hall, 1991; Reid, Chadwick, Dunham, y Millar, 2001), es el uso de estímulos (p.ej. luz o tono) para analizar si su uso facilita el aprendizaje de la secuencia. Por ejemplo, Reed y col. (1991), examinaron la influencia de marcar la entrega del reforzador en la adquisición de una secuencia de respuesta. En su experimento tuvieron grupos en los que se marcó la entrega del reforzador con una señal y otros en los que se omitió la señal. Sus resultados demuestran que efectivamente los estímulos ayudan a que los animales aprendan más fácilmente una secuencia de respuesta. Reid et al. (2001), en un experimento realizado con ratas, estudiaron si marcar con un estímulo discriminativo el inicio y el final de una secuencia produciría un aprendizaje más rápido. Los autores trabajaron con una preparación

de operante libre reforzando distintas secuencias de dos respuestas. Como parte del procedimiento alternaban fases donde se presentaba un tono al principio y al final de la secuencia correcta y otras fases donde se omitía el tono. En sus resultados encontraron que algunas secuencias se aprendieron más lento en ausencia del tono. Hicieron análisis de la transición de una secuencia a otra y si los estímulos que marcaron las secuencias facilitaban su aprendizaje. Concluyeron que la conducta se organiza de acuerdo con la entrega contingente del reforzador y la marcación del estímulo.

#### *Secuencias y variabilidad*

Estudios en el área de secuencias han obtenido patrones de conducta diferentes cuando se ponen a prueba las secuencias aprendidas. Estas pruebas por lo general son cambios en las contingencias. En algunos casos se obtiene variabilidad en las secuencias de respuesta (Page y Neuringer, 1985; Machado, 1997; Neuringer Kornell y Olufs, 2001) y en otros el resultado es una marcada estereotipia (Pisacreta, 1982; Schwartz, 1980, 1982; Machado, 1993).

La variabilidad en la conducta se observa cuando las respuestas a las posibles secuencias incrementan su frecuencia en las fases de prueba. Page y Neuringer (1985) muestran que sus sujetos generaron una gran variabilidad en sus respuestas al reforzar ocho respuestas a dos operandos. Los autores concluyen que la variabilidad de la conducta puede ser controlada con la entrega contingente del reforzador a la variabilidad. Neuringer y col. (2001), inicialmente reforzaron a ratas por la emisión de distintas secuencias de tres respuestas a dos operandos y posteriormente introdujeron sesiones de extinción. En la fase de extinción la variabilidad de la conducta fue evidente al incrementar la frecuencia de todas las secuencias. En particular, la secuencia más frecuente en la fase de reforzamiento fue la que mostró un menor decremento durante la extinción. Machado (1997) comparó la cantidad de variabilidad conductual generada con la entrega de dos reglas de reforzamiento diferentes. En uno de los experimentos las palomas recibían comida por generar secuencias de ocho respuestas distribuidas en dos operandos. Aunque la variabilidad no era necesaria para la obtención del reforzador, las palomas emitían una gran cantidad de diferentes secuencias. En otro de sus experimentos la forma de obtener el reforzador era emitiendo una secuencia que no hubiera sido emitida en los últimos 25 ensayos. Después de un prolongado entrenamiento los animales presentaron más variabilidad que en el primer

estudio. Los resultados de los experimentos descritos muestran que los animales pueden generar una gran variabilidad en sus respuestas al emitir secuencias.

En la conducta estereotipada únicamente se observó un patrón establecido en ciertas secuencias. Schwartz (1980) reportó una serie de experimentos con palomas en los que la forma de obtener el reforzador era produciendo cinco respuestas en un orden particular sobre una matriz de 5 x 5. En la matriz existían 70 combinaciones posibles con las cuales las palomas podían obtener el reforzador. Cada una de las palomas desarrolló una secuencia estereotipada que dominó su conducta. En el primero y segundo experimento, después de registrar durante 20 días que secuencia era la más frecuente, se introdujeron condiciones de extinción. Los resultados evidenciaron que los animales mostraron secuencias estereotipadas una vez que se establecían las condiciones de extinción. En otro de los experimentos presentó luces que señalaban la secuencia que sería reforzada. El resultado fue que cuando se presentaron tales estímulos externos los animales aprendieron esa secuencia en particular. Schwartz concluyó que las contingencias de reforzamiento pueden contribuir a la creación de unidades complejas de conducta y que la estereotipia puede ser una consecuencia de las contingencias de reforzamiento.

Con el propósito de analizar la variabilidad y estereotipia durante la adquisición de secuencias de respuesta, Pisacreta (1982) expuso a palomas a una matriz de nueve teclas. Una restricción del procedimiento empleado fue que los sujetos requerían de sólo seis respuestas para obtener el reforzador. Las secuencias podían ser distintas combinaciones de respuestas, variando la localización de las teclas ya sea horizontal o verticalmente dentro de la matriz. A pesar de que había gran cantidad de posibles combinaciones de secuencias para obtener el reforzador, cada sujeto desarrolló un patrón de estereotipia específico dentro de un número reducido de secuencias. Estas secuencias dominaron la conducta de las palomas. La variabilidad de las secuencias mostrada a lo largo de las fases fue de menos de 60 secuencias. Según Pisacreta, los datos sugieren que el reforzamiento contingente a las distintas secuencias produjo estereotipia en las secuencias las cuales a su vez, pueden ser tratadas como unidades complejas de conducta. Vogel y Annau (1973), Schwartz (1982), Machado (1993) han encontrado resultados semejantes a lo antes expuesto, teniendo en sus investigaciones una marcada estereotipia en la ejecución de secuencias de respuesta.

La mayoría de las investigaciones realizadas hasta el momento han sido para probar que los animales aprenden una secuencia integrada, mostrando que las secuencias aprendidas se pueden mantener y modificar. Por ejemplo, Bachá, Reid y Mendoza (2007) reforzaron una secuencia distinta de dos respuestas a dos operandos en cuatro fases diferentes. En sus resultados muestran que los animales aprenden una secuencia específica, que esta secuencia es mantenida mientras le sea contingente la entrega del reforzador y que se modifica cuando hay cambios en la contingencia. Los autores concluyen que los animales formaron nuevas secuencias de respuesta.

### *Secuencias y extinción*

El estudio de secuencias donde se tengan condiciones de extinción no ha sido muy amplio (Schwartz, 1980; Neuringer Kornell y Olufs, 2001). Estos estudios emplearon procedimientos en las que después de entrenar una secuencia determinada introdujeron condiciones de extinción con resultados discrepantes. Encontrando en algunos casos que la estructura de la secuencia no se altera y en otros se encuentra que la variabilidad incrementa. Los experimentos de Neuringer, Kornell, y Olufs (2001) reportaron una gran variabilidad en el patrón de ejecución cuando el reforzador se hizo contingente a la variabilidad de la respuesta.

Bajo procedimientos similares se ha encontrado estereotipia en las secuencias (Schwartz, 1980, 1982). Schwartz (1980) en el segundo de una serie de experimentos, después de entrenar en una primera fase a palomas a responder a una matriz de 5 x 5, al introducir extinción observó que las palomas respondieron en forma estereotipada, es decir, los sujetos sólo incrementaron la frecuencia de aquellas secuencias a las que habían respondido en la primera fase. En un trabajo donde el objetivo fue entrenar respuestas simples, Machado y Cevik (1998) inicialmente entrenaron a palomas a responder bajo un programa IF (40 y 80 s), teniendo una segunda fase en la cual introdujeron condiciones de extinción. Los resultados muestran que durante extinción el patrón de la respuesta se mantuvo y las pausas de respuesta no variaron mucho con relación a la fase de adquisición. Tanto Schwartz (1980) como Machado y Cevik (1998) coincidieron en afirmar que la extinción afecta muy poco a la estructura de las respuestas y que los patrones se mantienen relativamente estables. Hasta el momento las pruebas realizadas para mostrar que una secuencia se formó introduciendo condiciones de extinción no han sido concluyentes, debido a los resultados inconsistentes encontrados.

En la mayoría de los estudios el principal objetivo ha sido analizar una secuencia ante diversos cambios de contingencia (Grayson & Wasserman, 1979; Schwartz, 1980; Pisacreta, 1982; Reid, 1994, Bachá y Reid, 2006), en algunos casos se han propuesto modelos para el análisis de la formación de estas secuencias (p. ej. Machado, 1993 y Schneider, 2008), sin embargo se ha analizado en muy pocos trabajos que le ocurre a la secuencia en ausencia del reforzador (Schwartz, 1980; Neuringer Kornell y Olufs, 2001). En resumen aún no se tiene una clara explicación de lo que ocurre con la secuencia bajo condiciones de extinción.

## **Extinción**

Típicamente, el procedimiento de extinción en el condicionamiento clásico se describe como la presentación repetida del estímulo condicionado sin la presentación del estímulo incondicionado. Como un resultado de esta manipulación se produce un debilitamiento gradual de la respuesta producida ante el estímulo condicionado. La reducción gradual de la fuerza de las respuestas condicionadas no constituye un decaimiento espontáneo, pues la respuesta condicionada manifiesta una tendencia muy limitada a disminuir con el transcurso del tiempo (Hilgard y Marquis, 1978). En el procedimiento de condicionamiento operante la extinción se describe como el retiro del reforzador como consecuencia de una respuesta que ya había sido condicionada (Domjan, 2003). Como ocurre en el condicionamiento clásico, el resultado es que la frecuencia de ocurrencia de las respuestas declina con el paso del tiempo. Hay suficiente evidencia para afirmar que el debilitamiento en la probabilidad de la respuesta que se produce durante la extinción, no es debido a un olvido o un problema de memoria. Los casos de recuperación espontánea, de renovación, de restauración o de devaluación del reforzador apoyan la idea de que la respuesta no se olvida con la extinción.

### *Recuperación espontánea*

Una de las principales características de la extinción es que con el tiempo sus efectos se disipan o desaparecen. Esta pérdida queda de manifiesto cuando después de un tiempo de haberse llevado a cabo la extinción se prueba en una situación o en un contexto similar al sujeto y la respuesta condicionada ocurre nuevamente. Este fenómeno se conoce como recuperación espontánea. Se ha mostrado que la respuesta condicionada se presenta aun cuando el reforzador ya fue retirado (Rescorla, 1997 y Devenport, 1998). Rescorla (1997)

entrenó a ratas en un procedimiento de discriminación; los sujetos ante estímulos específicos tenían que emitir una respuesta que producía una consecuencia específica. Una vez que los animales respondían ante los estímulos se agregaba una demora y se cambiaban las consecuencias en una segunda fase. Rescorla probó distintas combinaciones en esta fase (por ejemplo, distintos tipos de reforzador, cambios en las consecuencias que obtenían los sujetos por sus respuestas, distintas combinaciones de estímulo y respuesta). Sus resultados mostraron que a pesar del paso del tiempo (demoras) y las distintas combinaciones los animales presentaban recuperación espontánea de la respuesta. Esta recuperación se ha interpretado asumiendo que después de la extinción el descanso produce un aumento automático de la fuerza de la respuesta, es decir, algún estado inhibitorio transitorio producido por el no reforzamiento decae durante el intervalo de descanso. Devenport (1998) planteó que la recuperación espontánea es el resultado de la variedad de consecuencias entrenadas y del paso del tiempo.

#### *Renovar*

Bouton y sus colaboradores a principios de la década de los 80, propusieron el término *renovar* para referirse a la recuperación de la adquisición de las respuestas condicionadas cuando se presentan ciertas señales en el ambiente en condiciones de extinción. El cambio puede ser debido a que se presentan condiciones similares al contexto original en el que tuvo lugar la adquisición de la respuesta. El procedimiento tradicional en el estudio de renovación incluye el entrenamiento de cierta conducta en un contexto (A), luego se introducen condiciones de extinción en un contexto (B) y finalmente los sujetos son regresados a un contexto (A). El estímulo incondicionado (EI) es presentado en el contexto (A) durante la adquisición de la respuesta; en este contexto (A) el EI adquiere propiedades excitatorias. Si estas propiedades se suman con algunas respuestas que se presenten ante el estímulo condicionado (EC) en condiciones de extinción (contexto B), se observa que los sujetos al ser expuestos en el contexto (A) responden con una mayor frecuencia en comparación a las respuestas emitidas en un contexto (B).

Un ejemplo donde se observó renovación fue el realizado por Bouton y Ricker (1994), quienes demostraron en tres experimentos que las respuestas condicionadas que son aprendidas y extinguidas en un contexto (A) pueden renovarse cuando los estímulos condicionados son probados en un segundo contexto (B). La renovación se observa cuando

el contexto A y el B son familiares, ya sea cuando las asociaciones de reforzamiento son iguales, o bien, cuando las asociaciones con y sin reforzamiento son similares. Una explicación del efecto de renovación, es que las propiedades excitatorias del contexto donde se dio la adquisición de la respuesta se vuelven a presentar en otro contexto y son las que producen un efecto en el incremento de respuestas. La evidencia disponible indica que el efecto de renovación ocurre debido a que la memoria de extinción es específica a las señales que son presentadas en la fase de extinción (Domjan, 2003).

#### *Restaurar*

El término se refiere a la recuperación de la respuesta excitatoria. En este tipo de experimentos primero se condiciona una respuesta excitatoria, después se introducen condiciones de extinción y, finalmente, restaurar la exposición del estímulo incondicionado en condiciones donde la situación experimental se iguale a las de las fases de reforzamiento. En el caso de restaurar, a diferencia de renovar, se suman los efectos de un contexto y se añade la presentación del estímulo incondicionado. Por ejemplo, Bouton y Piker (1989) examinaron en ratas los efectos de estímulos contextuales pareados con la presentación de comida. Los autores parearon un tono de 10 seg. (EC) con la presentación de un pellet (EI). Este procedimiento se realizó en diferentes contextos: una fase de condicionamiento (contexto A), una fase de extinción (contexto B) y una fase donde los sujetos regresaban al contexto A y se presentaba de nuevo el EI. Los resultados mostraron que después del condicionamiento, los sujetos decrementaron sus respuestas al ser expuestos a condiciones de extinción. Al regresar al contexto A, los sujetos restauran las respuestas que ya se habían extinguido. Los autores concluyeron que es importante la presencia del estímulo incondicionado pareado con el contexto en el que se presentó el condicionamiento. La restauración del EI en las pruebas de algún contexto sirvió para reestablecer las propiedades excitatorias de las señales contextuales, resultando que estas señales son más efectivas en la reactivación de la memoria del condicionamiento excitatorio del EC.

#### *Sensibilidad a la devaluación del reforzador*

Domjan (2003) plantea que en el condicionamiento clásico la devaluación del reforzador o del estímulo incondicionado rompe la ejecución de la respuesta condicionada, si ésta fue producida por la asociación estímulo-estímulo más que por el aprendizaje

estímulo-respuesta. Rescorla (1993a) empleó la técnica de devaluación del reforzador para determinar si la asociación entre estímulos establecida en la fase de condicionamiento persiste en la fase de extinción. Si la extinción no rompe las asociaciones entre los estímulos, entonces la devaluación del estímulo incondicionado no se presenta. En sus experimentos, las ratas aprendieron una asociación entre una respuesta y una consecuencia. Una vez entrenadas estas asociaciones, las consecuencias fueron variadas para observar si las asociaciones entre las respuestas y las consecuencias eran afectadas. En el tercer experimento de una serie de cuatro, Rescorla entrenó a las ratas a emitir un par de respuestas (R1 y R3) las cuales eran reforzadas con pellets de comida y otro par de respuestas (R2 y R4) eran seguidas por pellets con sucrosa. Las respuestas R1 y R2 fueron extinguidas en una segunda fase. En una tercera fase se devaluaron los pellets de comida mediante un procedimiento de aversión al sabor. Finalmente, se presentó una fase de prueba con la opción de responder a las cuatro posibles respuestas. Los resultados de Rescorla mostraron que las respuestas que no fueron devaluadas fueron más altas que las respuestas que fueron devaluadas. Estos resultados indican que la asociaciones iniciales entre respuesta-consecuencia quedaron intactas.

### **Teorías de Extinción**

Debido a la variedad de resultados en diferentes experimentos de extinción existen diversas interpretaciones acerca de cuales son los mecanismos fundamentales en los que se basa la extinción: por ejemplo, cambios de estímulos en el contexto, aprendizaje de relaciones estímulo-estímulo más que estímulo-respuesta, análisis del mantenimiento de las respuestas en extinción en función del entrenamiento. Esto ha generado diferentes teorías y explicaciones.

#### *Asociación inhibitoria E-R*

La literatura (Rescorla, 1993b, 1997) señala que la ausencia del reforzador produce asociaciones inhibitorias en una relación estímulo-respuesta. Esto es, que al emitir una respuesta y no recibir reforzador en presencia de un estímulo específico se produce una inhibición estímulo-respuesta que sirve para suprimir la respuesta que se presentaba ante el estímulo. La inhibición reduce el nivel de ejecución, de este modo cualquier condición que aumente el grado de inhibición debería de ejercer un efecto determinante sobre la fuerza de respuesta. Distintas investigaciones en esta área indican que existen dos condiciones

importantes que reducen la inhibición: a) ensayos de extinción, donde la extinción se efectuará con mayor rapidez si los ensayos son distribuidos a que si no son distribuidos, en el primer caso hay ensayos no reforzados y ensayos reforzados, en el segundo todos los ensayos son de extinción; y, b) esfuerzo de la respuesta, que sugiere que la magnitud de inhibición varía según el esfuerzo requerido para ejecutar la respuesta, es decir, que el aumento de esfuerzo en la respuesta causará una extinción más rápida (Hilgard y Marquis, 1978).

La teoría de inhibición dice que cada respuesta evocada durante la extinción se suma a la tendencia inhibitoria que se opone a tal respuesta. Por ejemplo, Rescorla (1993b) en cuatro experimentos exploró la posibilidad de que las respuestas en extinción sean realizadas debido al establecimiento de asociaciones inhibitorias entre estímulos y respuestas. En el Experimento 1 manipuló asociaciones entre respuestas y consecuencias y entre estímulos y consecuencias. En los Experimentos 2, 3 y 4 evaluó directamente la posibilidad de que se modifiquen asociaciones estímulo-respuesta. Los resultados aportaron evidencia de que algunas asociaciones específicas entre estímulos y respuestas ocurren durante la extinción. Los experimentos proporcionan evidencia de que algunos procesos específicos de la relación estímulo-respuesta ocurren durante extinción.

#### *Efectos paradójicos del reforzador*

En torno a la relación entre las fases de reforzamiento y la fase de extinción se han estudiado diferentes efectos paradójicos no esperados sobre la respuesta en condiciones de extinción. Uno de estos efectos es el sobre-entrenamiento, es decir la emisión de pocas respuestas en condiciones de extinción después de un entrenamiento intensivo de reforzamiento. En estos experimentos se esperaría que un sobre-entrenamiento a ciertas respuestas debiera producir una mayor resistencia a la extinción. Los resultados muestran que la resistencia es más débil. Ishida y Papini (1997) en dos experimentos con tortugas examinaron el efecto de sobre-entrenamiento sobre la extinción. Las tortugas fueron expuestas a diferentes números de sesiones en las que debían recorrer un laberinto para obtener comida. Después del entrenamiento se llevaron a cabo las sesiones de extinción. Sus resultados mostraron que la extinción es más lenta si las sesiones de entrenamiento eran pocas.

El reforzamiento parcial es otro efecto paradójico relacionado con la extinción. Un factor que determina la magnitud de la conducta en condiciones de extinción, es el programa de reforzamiento aplicado en la fase de condicionamiento. Dependiendo de que programa fuera aplicado producirá distintos efectos sobre las respuestas durante la extinción. Por ejemplo, diversos estudios en aprendizaje instrumental han demostrado que la conducta que se refuerza intermitentemente produce una extinción más lenta que la conducta que es reforzada de forma consistente (Chen y Amsel, 1989; Zarcone, Branco, Hughes y Pennypacker, 1997; Rescorla, 1999). Chen y Amsel (1989) entrenaron a ratas de 12 y 10 días de nacidas a correr por un laberinto para obtener leche como reforzador. Algunas ratas fueron reforzadas continuamente y otras de forma intermitente. Todas las ratas adquirieron la respuesta instrumental. Cuando se introdujo la fase de extinción todas las ratas redujeron sus respuestas. Sin embargo, la diferencia entre el reforzamiento continuo y el intermitente solo tuvo efecto en las ratas de 12 días de nacidas, es decir, para las ratas que fueron reforzadas intermitentemente sus respuestas fueron más persistentes en la fase de extinción. Las ratas de 10 días de nacidas no presentaron diferencias entre los tipos de reforzamiento. En otro estudio, Rescorla (1999) investigó la extinción en tres experimentos de automoldeamiento con palomas que fueron expuestas a varios estímulos de luz y figuras sobre una tecla con un reforzamiento parcial y continuo. En el Experimento 1 las respuestas fueron reforzadas la mitad de las veces, en el Experimento 2 la cuarta parte de las veces y en un tercer experimento reforzó el 75% de las veces. La respuesta de picotear la tecla fue más lenta con un estímulo que recibió un reforzamiento del 50% (Experimento 1) y del 25% (Experimento 2) en comparación con un estímulo que tuvo un reforzamiento del 100%. En el Experimento 3 encontró que un condicionamiento con el 75% de reforzamiento produce una extinción más rápida que con un reforzamiento del 25%. Rescorla concluyó que entre más intermitente sea el reforzamiento la extinción será más lenta.

Una de las explicaciones más obvias a la extinción lenta después de un reforzamiento parcial, es que los sujetos detectan más fácilmente el reforzamiento continuo comparado con el reforzamiento parcial al estar expuestos a condiciones de extinción. Se supone que es más fácil detectar la ausencia del reforzador cuando este fue entregado de forma continua. A esta explicación de reforzamiento parcial se le ha llamado hipótesis de discriminación.

Dos líneas de investigación intentan explicar porque el reforzamiento parcial propicia una persistencia en las respuestas cuando el reforzador es omitido. La primera, es la teoría de frustración desarrollada por Amsel (1958), la cual supone que el reforzamiento parcial introduce la frustración en los ensayos no reforzados, esto debería de fortalecer la conducta durante el entrenamiento; así la frustración condicionada se transmite a extinción y aumenta la persistencia de la conducta. Amsel plantea, que durante un reforzamiento intermitente, el animal anticipa el reforzador y al estar bajo un programa intermitente el reforzador no se proporciona a menudo dando lugar a la frustración. Cuando el animal es reforzado consistentemente, no tiene oportunidad de aprender a responder durante la frustración, así que en condiciones de extinción las respuestas decremantan rápidamente. Si el animal fue reforzado de forma intermitente, entonces el animal esta en contacto con ensayos no reforzados, por lo tanto el efecto de frustración se presenta desde la fase de entrenamiento. Al agregar condiciones de extinción el animal sigue presentando las respuestas ya que estuvo expuesto a ensayos no reforzados y por lo tanto, según Amsel al efecto de la frustración.

La segunda, es la teoría secuencial propuesta por Capaldi (1971), en la cual se propone una explicación en términos de memoria. El autor asume que el sujeto puede recordar tanto los ensayos reforzados como los no reforzados durante un reforzamiento intermitente. Según esta teoría, la memoria del no reforzamiento funciona como señal para la ejecución de las respuestas reforzadas. De acuerdo con la teoría secuencial esto produce persistencia de las respuestas en extinción. Por ejemplo, Capaldi, Alptekin, Miller, y Barry (1992) entrenaron a ratas a correr por un laberinto en T, variando la presentación del reforzador y no reforzador en ambos lados del laberinto, teniendo series R-R-N-N-N-N-R-R; donde R indica ensayos reforzados y N ensayos en los que no lo hubo reforzamiento. Sus resultados mostraron que los ensayos no reforzados junto con señales externas indican que se presentarán ensayos reforzados y por eso los animales siguen respondiendo cuando no se presenta el reforzador. Sus resultados fueron discutidos asumiendo que distintas respuestas asociadas con distintas señales son importantes y que aunado con el contexto ayudan a la recuperación de la memoria de ensayos reforzados. Este aprendizaje crea persistencia de las respuestas en condiciones de extinción ya que el animal aprende que después de ensayos no reforzados se presentarán ensayos que si serán reforzados.

## **Momentum Conductual**

Otra línea de investigación en torno a la persistencia de respuesta en condiciones de extinción es el estudio de la resistencia al cambio cuando las contingencias de la entrega del reforzador son alteradas. Dos dimensiones importantes en el estudio del análisis básico de la conducta operante son la tasa de ocurrencia bajo condiciones constantes y la resistencia al cambio cuando las condiciones son alteradas. El estudio de la dinámica de estos dos eventos ha definido una gran área de estudio (Nevin, 1992). Al efecto del mantenimiento de respuestas en ausencia del reforzador se le ha llamado momentum conductual (Nevin, Mandell, y Atack, 1983).

El origen del concepto de momentum proviene de la física clásica, donde es definido como el producto de la masa y la velocidad. El cambio de velocidad de un cuerpo es proporcional al de la fuerza dada. Un ejemplo que ilustra la noción del término en la física lo proporciona el propio Nevin. Un cuerpo pesado y una luz teniendo una misma velocidad difieren en momentum; esta diferencia es evidente cuando una fuerza externa es opuesta al movimiento de ambos cuerpos. La diferencia se hace patente observando que la velocidad del cuerpo pesado es menos resistente al cambio que el cuerpo de luz. En términos del análisis de la conducta se puede trasladar la noción de momentum a una situación en donde las respuestas ocurren en una misma tasa bajo dos diferentes programas de reforzamiento; sin embargo, cuando se introduce una variable externa, una de las tasas es menos afectada que la otra. Se sugiere que la ejecución observada es una resistencia a los cambios introducidos y esta resistencia se genera por el peso de una gran masa. El momentum conductual observado sería el resultado del reforzamiento recibido.

Una de las propuestas básicas derivadas de la hipótesis del modelo es que el momentum conductual está directamente relacionado con la frecuencia de reforzamiento. (Nevin, Mandell y Atack, 1983; Nevin, 1988; Nevin y Grace, 2000). Las investigaciones sobre momentum conductual en su mayoría han sido llevadas a cabo utilizando programas de reforzamiento múltiples (p. ej., múltiple IV-IV). Nevin y sus colegas (1983) entrenaron a palomas a picar sobre una tecla en un programa múltiple IV-IV contrabalanceando tres pares de IV distintos. Cuando la ejecución de las palomas fue estable se introdujeron dos tipos de prueba: primero, se entregó comida independiente de la conducta de la paloma y posteriormente se establecieron condiciones de extinción. En sus resultados demostraron

que hubo resistencia al cambio puesto que los animales continuaron respondiendo durante algún tiempo en ambas condiciones de prueba. La interpretación de los autores a este hallazgo sugiere que la resistencia al cambio pudo haber sido producida por la masa conductual y que esta, a su vez, se relaciona con la tasa de reforzamiento. Nevin et. al., (1983) concluyeron que la resistencia al cambio varía dependiendo del reforzamiento obtenido.

Un efecto interesante observado en los experimentos que estudian la persistencia de las respuestas, es que al introducir condiciones de extinción los animales mantienen mejor la tasa de respuestas cuando fueron entrenados en programas intermitentes que cuando fueron reforzados en un programa continuo. Responder en condiciones de extinción ha sido llamado efecto de reforzamiento parcial en extinción (PREE, por sus siglas en inglés). Nevin (1988) realizó una extensa revisión del modelo de momentum conductual y de estudios relacionados con PREE en operante libre con el propósito de resolver la diferencia de resistencia al cambio en condiciones de extinción cuando se refuerza una determinada respuesta en un programa de reforzamiento continuo contra uno intermitente (ver Jenkins, McFann y Clayton, 1950; Jenkins y Rugby, 1950; Wilson, 1954; Boren, 1961 y Jenkins, 1978, citados en Nevin, 1988). Una característica de estos estudios es que combinaron fases donde el reforzador era entregado en intervalos fijos y de manera continua en operante libre encontrando que las respuestas decrementaron en función de la tasa de reforzamiento. Estas investigaciones demuestran que la resistencia al cambio es una función positiva con respecto a la tasa de reforzamiento.

En estudios más recientes relacionados con la teoría de momentum conductual, Nevin y Grace (2001) describen un modelo de fuerza de respuesta y resistencia al cambio. Este modelo asume una relación entre la fuerza de la respuesta y la tasa de reforzamiento; ambos aspectos tienen efectos en la persistencia de respuesta en condiciones de extinción, o bien cuando se agregan otros disruptores. Nevin y Grace (2005) ampliaron los estudios de momentum conductual que hasta entonces solo había sido analizado en condiciones de operante libre. En su tercer experimento Nevin y Grace probaron el fenómeno de momentum conductual en ensayos discretos. En sus resultados plantean que la función de extinción depende más de la tasa de reforzamiento que de los reforzadores acumulados durante la fase de entrenamiento.

Con el propósito de verificar la solidez de la teoría propuesta por Nevin y sus colegas (1983), autores como Shull, Gaynor y Grimes (2002), Shahan y Podlesnik (2005), y Shull y Grimes (2006), controlaron distintos cambios en los procedimientos. En sus estudios variaron programas de reforzamiento con distintos componentes IV-IV, diferentes cambios de estímulos discriminativos, comparando ambientes ricos contra pobres y cantidad de reforzador entregada en cada componente. El procedimiento general fue utilizar en una fase de entrenamiento programas múltiples. En una segunda fase manipularon el retiro de reforzadores (extinción) o saciaban a los animales antes de iniciar la sesión experimental. Los resultados de estas investigaciones soportan la propuesta de la teoría de momentum conductual mostrando que la resistencia a la extinción en presencia de un estímulo discriminativo está determinada más por una relación estímulo-respuesta que por una relación estímulo-respuesta-reforzador. Es decir, que las respuestas que se presentan durante la fase de extinción son mantenidas por los estímulos de cambio. En todos los estudios se observó que con el paso de las sesiones de extinción los animales presentaron un decremento en la respuesta. Los autores plantean que la tasa de reforzamiento que se presenta en la fase de adquisición esta en función de la resistencia de respuestas en condiciones de extinción. Estos resultados concuerdan con lo planteado por Nevin y Grace (2001, 2005).

A pesar de la amplia evidencia de momentum conductual relacionado con condiciones de extinción, se encuentran algunos problemas que no son fáciles de explicar, por ejemplo, que la mayoría de los estudios se han realizado en preparaciones de operante libre, o bien que los estudios se han hecho con respuestas simples (programas múltiples y concurrentes). Un reto interesante al modelo de momentum sería evaluar si los principios propuestos por Nevin y sus colegas podrían ser aplicados a situaciones de ensayos discretos donde se refuerzan patrones de secuencias de respuesta. Un concepto relacionado al de momentum conductual es la fuerza de la respuesta (Killeen y Hall, 2001). Estos autores analizaron las distintas propiedades que tiene la respuesta (magnitud, fuerza, tasa, latencia, probabilidad, persistencia). Con el propósito de evaluar los efectos de la respuesta realizaron experimentos reforzando distintos programas e hicieron pruebas donde una vez aprendida cierta respuesta se introdujeron condiciones de extinción. Killeen y Hall proponen que la

fuerza de respuesta en condiciones de extinción es una interacción de las propiedades antes mencionadas.

Una contribución al área de secuencias de respuesta sería intentar demostrar la formación de nuevas secuencias cuando se hace dependiente la entrega del reforzador a la emisión de una secuencia determinada y posteriormente evaluar durante extinción el curso de las curvas de ejecución, incluyendo una condición en la que se modifique la secuencia reforzada antes de introducir la extinción.

### **Planteamiento del problema**

Uno de los temas que aportan información sobre cómo los animales se adaptan a su medio, es el estudio de secuencias de respuesta. Un procedimiento común en esta área es hacer dependiente la entrega del reforzador a una secuencia específica, lo cual tiene como resultado un incremento de la frecuencia de ocurrencia de tal secuencia en comparación con las frecuencias de todas aquellas posibles secuencias (Grayson y Wasserman, 1979). Se han realizado pruebas para mostrar que se ha formado una nueva unidad, por ejemplo manteniendo la secuencia aprendida y luego hacer cambios en la contingencia para que esta sea modificada y en muy pocos experimentos se han agregado condiciones de extinción.

En los estudios realizados sobre extinción en programas de reforzamiento, el efecto común es el incremento de la respuesta al principio de la fase y después un decremento gradual de la respuesta. La velocidad con que decremantan las respuestas depende del programa de reforzamiento utilizado (Fester y Skinner, 1957). Se han controlado diversas variables para identificar qué es lo que controla o afecta la conducta cuando se omite el reforzador (p. ej., tiempos entre respuestas, cambios en los estímulos contextuales, cambio de contexto, etc.). Sin embargo, a pesar de los abundantes datos y distintas teorías, aun hay mucho que investigar para entender que ocurre con las respuestas condicionadas cuando se introducen condiciones de extinción. En el área de secuencias de respuesta se ha utilizado el procedimiento de extinción para probar que la secuencia se formó encontrando en algunos resultados un incremento en la variabilidad de respuesta a la secuencias y en otros estereotipia conductual (Schwartz, 1980; Page y Neuringer, 1985; Neuringer, Kornell y Olufs, 2001).

Con el propósito de comprender mejor el proceso de adaptación de los animales a un ambiente en el que cambian las contingencias y los efectos de estos cambios en el patrón conductual ya establecido en el animal, se estudio la adquisición de secuencias de respuestas una vez adquirida la secuencia se agregaron condiciones de extinción. Las secuencias elegidas fueron las más simples formadas por dos respuestas a dos operandos. Esto permitió trabajar con dos tipos de estructura de secuencias: homogéneas y heterogéneas. Para las secuencias heterogéneas el requisito fue alternar entre los dos operandos (izquierda-derecha o derecha-izquierda) mientras que para las secuencias homogéneas el requisito fue repetir dos respuestas sobre un operando (derecha-derecha o izquierda-izquierda). El estudio pretendió analizar si ambas estructuras producen frecuencias de respuesta distintas durante la fase de adquisición y si el reforzamiento diferencial de estas estructuras producirá algún efecto sobre las curvas de decaimiento durante la extinción. Posteriormente nos interesó explorar si los posibles efectos previstos se mantendrían después de agregar una fase en la que se reforzaba una segunda secuencia antes de introducir la fase de extinción.

### **Objetivo general**

El objetivo de la presente investigación fue doble: a) examinar si la velocidad de adquisición de una secuencia reforzada depende de su estructura (homogénea versus heterogénea); y, b) evaluar si la frecuencia de respuesta de la secuencia adquirida muestra una curva normal de decaimiento cuando se omite el reforzador en una fase de extinción y si esta secuencia se comporta igual o diferente a la de las secuencias no reforzadas. Para el cumplimiento del objetivo se realizaron dos experimentos.

Un objetivo particular del primer experimento fue confirmar si los sujetos incrementaban la frecuencia de respuesta de una secuencia específica cuando se le hizo contingente la entrega del reforzador. Un objetivo adicional consistió en evaluar la ejecución de las secuencias reforzadas y no reforzadas durante extinción y confirmar si la estructura de la secuencia reforzada genera efectos diferenciales en las curvas de extinción. El Experimento 2 sirvió para replicar la primera fase del Experimento 1 en la que era contingente la entrega del reforzador a una secuencia homogénea o heterogénea. En una segunda fase, a diferencia del primer experimento, en lugar de programar extinción se

reforzó una secuencia diferente sin variar la estructura de la secuencia (p. ej., de homogénea a homogénea y de heterogénea a heterogénea). La idea central del diseño experimental fue que una vez que se tuviera una replicación en la primera fase y un cambio en las contingencias en la segunda fase, nos permitiría evaluar simultáneamente la combinación de la extinción de la primera secuencia con el reforzamiento de la nueva secuencia y medir los efectos de estas manipulaciones en la extinción en una última fase.

## **Hipótesis**

La adquisición de las secuencias homogéneas reforzadas requerirá de un menor número de sesiones en comparación con las sesiones requeridas para la adquisición de las secuencias heterogéneas (velocidad de adquisición).

Para las secuencias homogéneas reforzadas las curvas de extinción mostrarán un decremento en un tiempo más corto en comparación con las curvas de extinción de las secuencias heterogéneas reforzadas.

## **Método General**

### *Sujetos*

Se utilizaron 24 ratas hembras de la cepa *Wistar* del bioterio de la Universidad de Guadalajara, con tres meses de edad al inicio del experimento y sin experiencia en procedimientos experimentales. Todos los sujetos se mantuvieron al 85% de su peso *ad libitum*, dando una porción de alimento al final de cada sesión y manteniendo libre el acceso al agua fuera de las cajas experimentales.

### *Aparatos*

Se utilizaron dos cámaras experimentales de condicionamiento operante para ratas *Lafayette Instrument* Modelo 80003NS. En el panel frontal de las cajas a una altura de 13 cm desde el piso, se encontraban dos palancas con una distancia horizontal entre ellas de 8 cm. a 7 cm sobre cada una de las palancas se encontraba un foco de 28 v. En la parte central del panel frontal y situado a una altura de 2 cm entre cada una de las palancas se encontraba una abertura cuadrada de 5.5 cm por lado que funcionó como receptáculo de pellets. Se utilizaron como reforzadores pellets de 45-mg de la compañía *Bioserv* (Fórmula F). Las cajas estaban conectadas a una interfase (*ABET* modelo 81401 y 81402) y ésta a una computadora. Con un programa elaborado en *ABET Software*, se controlaron las sesiones

experimentales y se registraron las respuestas en tiempo real. Cada cámara se colocó dentro de una caja sono-amortiguadora de 70 x 46 x 50cm. En el panel posterior de la caja amortiguadora se encontraba un foco de 28 v a 1 cm del techo que funcionó como luz general.

#### *Procedimiento general*

Para ambos experimentos, tanto en el entrenamiento como en las fases experimentales se reforzaron distintas secuencias de respuesta. Las secuencias se formaron de dos respuestas en cualquiera de las dos palancas, formándose secuencias homogéneas, izquierda-izquierda (II) ó derecha-derecha (DD) y secuencias heterogéneas, izquierda-derecha (ID) ó derecha-izquierda (DI).

#### *Entrenamiento*

Se moldeó a los sujetos a presionar la palanca colocando un pellet sobre cada una de las dos palancas y en el comedero. Cada dos respuestas a cualquiera de las palancas, se apagaban las luces sobre las palancas y la luz general, sonaba un tono durante un segundo y en el comedero se entregaba un pellet de 45-mg (que funcionó como reforzador). A la entrega del reforzador se iniciaba un nuevo ensayo. Esta condición se mantuvo durante cuatro sesiones. Para las siguientes ocho sesiones el reforzador fue contingente a la alternación de las respuestas entre las palancas en cualquier dirección (por ej., ID ó DI), al cumplir con cualquiera de las dos combinaciones se apagaban las luces sobre las palancas y la luz general, sonaba un tono durante un segundo y en seguida se entregaba el reforzador. Si los animales respondían a las palancas repitiendo dos respuestas sobre alguna de ellas (por ej., II ó DD) se apagaban las luces sobre las palancas y la luz general durante diez segundos (*blackout* 10 s); al transcurrir este tiempo se encendían de nuevo las luces iniciándose un nuevo ensayo. Todas las sesiones terminaron cuando los animales cumplieron con 50 ensayos o bien, cuando transcurrieron 30 minutos.

### **Experimento 1**

Con el primer experimento se pretendió evaluar, si al hacer dependiente la entrega del reforzador de la ejecución de una secuencia específica, los animales emitirían esa secuencia con una frecuencia mayor en comparación con las otras posibles secuencias y analizar si la velocidad de adquisición esta relacionada con el tipo de estructura reforzada (homogénea vs heterogénea).

Como segundo objetivo se examinó si al exponer a los sujetos a una condición de extinción, se observaría un decremento diferencial de las cuatro secuencias dependiendo si la secuencia reforzada fue una secuencia homogénea o una secuencia heterogénea.

## Método

### *Diseño experimental*

Doce ratas fueron expuestas a la fase de entrenamiento. Una vez que terminaron con los requisitos del entrenamiento, los sujetos fueron asignados a uno de dos grupos de seis sujetos cada uno. Un grupo fue expuesto a secuencias homogéneas y el otro a secuencias heterogéneas. La Tabla 1 resume las secuencias asignadas a cada grupo experimental.

**Tabla 1.** Muestra el diseño experimental del Experimento 1.

| Grupos       | Sujetos | Fase I      | Fase II   |
|--------------|---------|-------------|-----------|
|              |         | Adquisición | Extinción |
| A            | 3       | Homogéneas  |           |
|              |         | II          | EXT       |
|              | 3       | DD          |           |
| Heterogéneas |         |             |           |
| B            | 3       | ID          |           |
|              | 3       | DI          |           |

### *Fases experimentales*

#### *Fase I (Adquisición)*

En la Fase I a tres ratas del grupo A se les reforzó la secuencia homogénea II y a las otras tres restantes la secuencia homogénea DD. A tres ratas del grupo B se les reforzaron secuencias heterogéneas ID y a las otras tres ratas la secuencia heterogénea DI. Cada vez que las ratas respondían a la secuencia de la cual era dependiente el reforzador se oscurecía totalmente la cámara experimental, sonaba un tono durante 1 segundo y se entregaba el reforzador. Al pasar tres segundos se encendían de nuevo las luces iniciando un nuevo ensayo. Si los animales respondían a otra secuencia que no es la reforzada había un *blackout* 10 s, al término de este tiempo se encendían las luces e iniciaba un nuevo ensayo. El cambio de fase se llevaba a cabo cuando los animales completaban 1000 reforzadores.

#### *Fase II (Extinción)*

Los sujetos de ambos grupos fueron expuestos durante veinte días a condiciones de extinción. En esta fase cada vez que los sujetos emitían dos respuestas a cualquiera de los

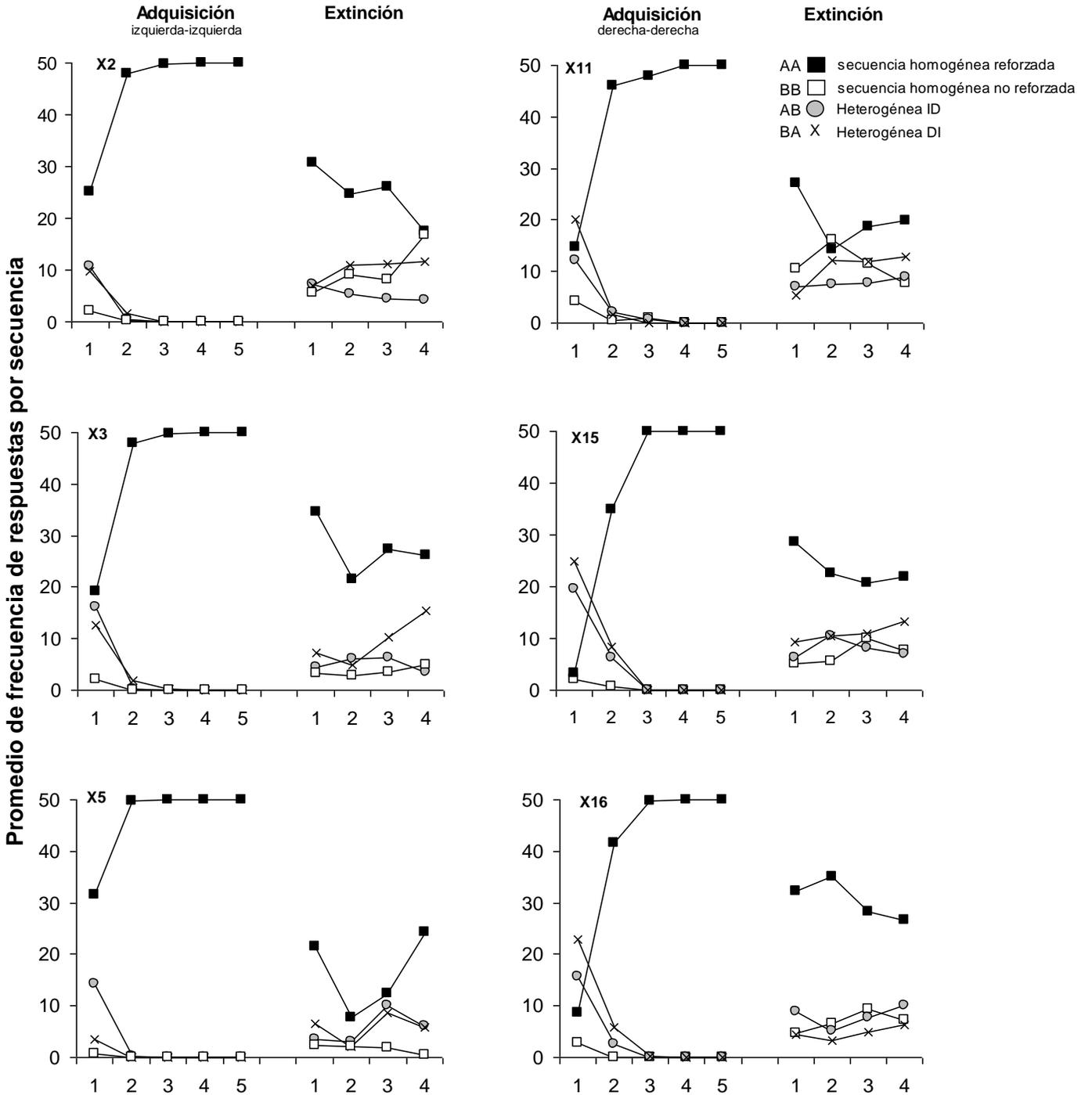
dos operandos se apagaban las luces durante 6 segundos e iniciaba un nuevo ensayo; ninguna de sus respuestas fueron seguidas de reforzador.

## **Resultados**

En la Figura 1 se muestran los datos del promedio de frecuencia de respuestas por secuencia en bloques de cinco sesiones de los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas. Los datos de la secuencia homogénea reforzada izquierda-izquierda ó derecha-derecha respectivamente aparecen representados por los cuadros negros (AA); los de la secuencia homogénea no reforzada por cuadros blancos (BB); los de la secuencia heterogénea izquierda-derecha por círculos grises (AB); y, finalmente los datos de la secuencia heterogénea derecha-izquierda aparecen con cruces (BA). En la columna de la izquierda se encuentran los sujetos a los que se les reforzó la secuencia izquierda-izquierda y en la columna derecha los sujetos reforzados por la secuencia derecha-derecha. En la parte izquierda de cada una de las gráficas se muestra la fase de adquisición y en la parte derecha la fase de extinción. Para los seis sujetos entre el primer y segundo bloque de la fase de adquisición la secuencia homogénea reforzada (AA) incrementó hasta alcanzar un nivel asintótico de 50 respuestas. En esta fase las respuestas a las otras tres secuencias fueron decrementando a partir del primer bloque hasta llegar a ser nulas hacia el final de la fase. La duración de la sesiones en la fase de adquisición fue en promedio de cuatro minutos para todos los sujetos.

Al introducir extinción las respuestas a la secuencia antes reforzada (AA) decrementaron a partir del primer bloque. Sin embargo, la frecuencia de esta secuencia se mantuvo entre 20 y 30 respuestas en promedio para todos los sujetos a lo largo de la fase. El sujeto (X5) llegó a tener 10 respuestas a la secuencia AA en el segundo bloque y al final de la fase incrementó hasta 22 respuestas a esta secuencia. Para todos los sujetos las respuestas a las otras tres secuencias incrementaron desde un nivel nulo durante la primera fase a un promedio de 10 respuestas por sesión. Durante la fase de extinción la duración de la sesión fue de 15 minutos aproximadamente, aunque en general todos los sujetos siempre terminaron la sesión por número de ensayos (50).

## Homogéneas



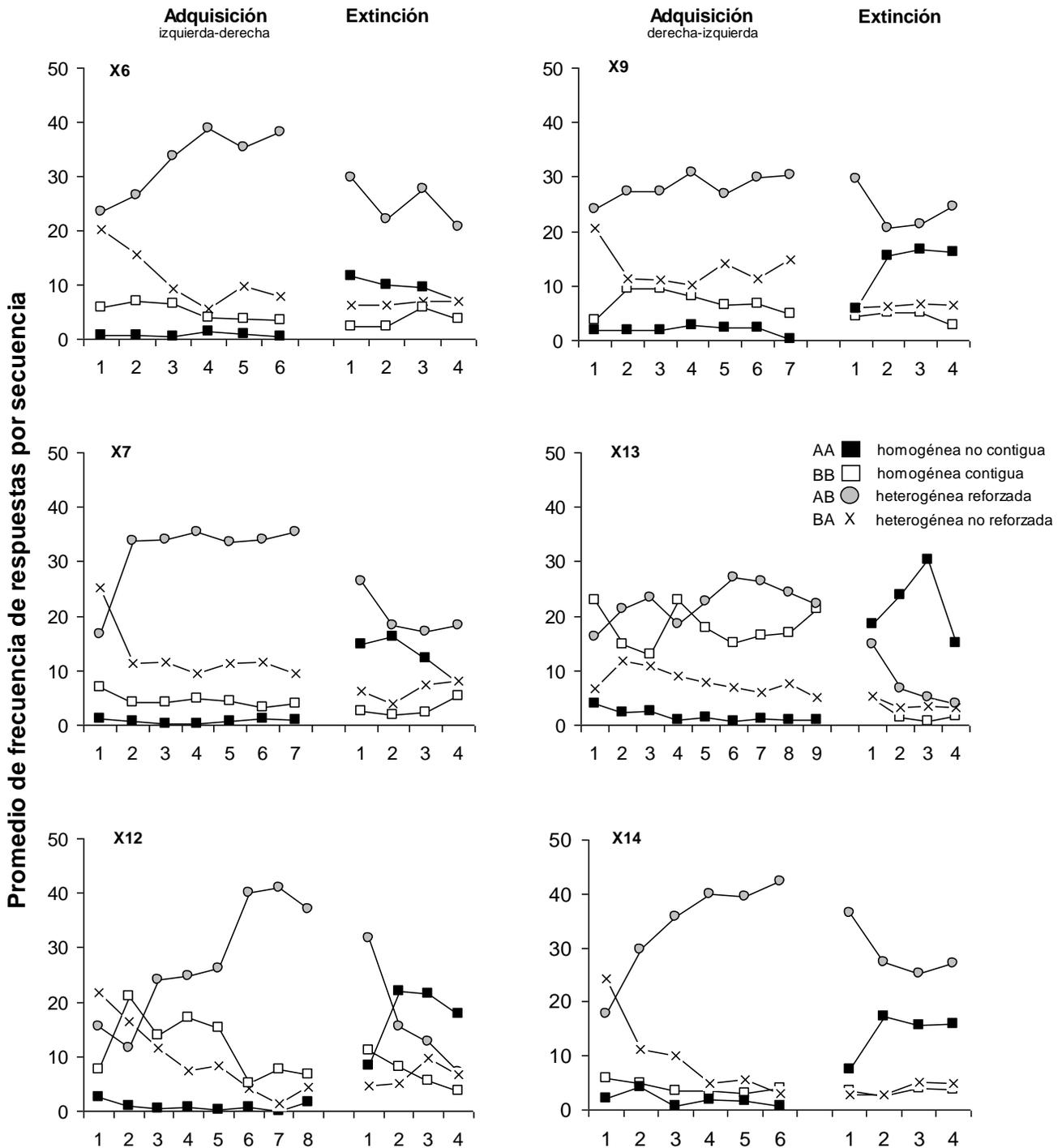
**Figura 1.** Muestra la frecuencia de respuestas para cada secuencia en bloques de cinco sesiones para los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas. En la columna de la izquierda están cada uno de los sujetos a los que se les reforzó la secuencia izquierda-izquierda y en la de la derecha a los que se les reforzó la secuencia derecha-derecha.

En resumen, para los seis sujetos que fueron reforzados por responder a secuencias homogéneas, la frecuencia de respuesta más alta en la fase de adquisición fue a la secuencia contingente al reforzador obteniendo en los últimos bloques todos los reforzadores programados y mostrando respuestas nulas para las otras secuencias. En la fase de extinción las respuestas a la secuencia homogénea que había sido reforzada decrementaron pero mantuvieron un nivel más alto con respecto a las otras tres secuencias. Las respuestas a las secuencias no reforzadas incrementaron oscilando en un mismo nivel.

En la Figura 2 se muestran los datos del promedio de frecuencia de respuestas para cada secuencia en bloques de cinco sesiones de los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas. Los datos de la secuencia heterogénea reforzada izquierda-derecha o derecha-izquierda (dependiendo del sujeto) aparecen representados por círculos grises (AB), los datos de la secuencia heterogénea no reforzada derecha-izquierda o izquierda-derecha aparecen con cruces (BA). Los datos de la secuencia homogénea más lejana al reforzador por cuadros negros (AA); los de la secuencia homogénea más cercana con el reforzador izquierda-izquierda ó derecha-derecha por los cuadros blancos (BB). En la columna de la izquierda se encuentran los sujetos a los que se les reforzó la secuencia izquierda-derecha y en la columna de la derecha están los sujetos a los que se les reforzó la secuencia derecha-izquierda.

Al inicio de la fase de adquisición para cinco de los sujetos las respuestas a las dos secuencias heterogéneas AB y BA son similares, es decir que las respuestas para ambas secuencias oscilan alrededor de 20. A partir del segundo bloque los animales respondieron con mayor frecuencia a la secuencia heterogénea reforzada (AB) incrementando sus respuestas a lo largo de la fase alcanzando al final un promedio de 35 respuestas para todos los sujetos salvo el sujeto X13 que sus respuestas fueron 25 en promedio. En general para todos los sujetos las respuestas a la secuencia AB tuvieron una mayor frecuencia con respecto a las secuencias no reforzadas. Las respuestas a la otra secuencia heterogénea (BA) fueron decrementando a lo largo de la fase, mostrando un nivel de 10 respuestas en promedio al final de la fase para cuatro de los sujetos y niveles cercanos a cero para los sujetos X12 y X14. Las respuestas a la secuencia BB se mantuvieron en promedio con una frecuencia de 8 respuestas para los sujetos X6, X7, X9 y X14 a lo largo de la fase.

## Heterogéneas



### Bloques de 5 sesiones

**Figura 2.** Muestra la frecuencia de respuesta para cada secuencia en bloques de cinco sesiones para los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas. En la columna de la izquierda están los sujetos a los que se les reforzó la secuencia izquierda-derecha y en la de la derecha los sujetos a los que se les reforzó la secuencia derecha-izquierda.

El sujeto X12 inició con un promedio de 18 respuestas, las cuales decrementaron al final de la fase a 8 respuestas al igual que los otros sujetos. El sujeto X13 mantuvo a lo largo de la fase un promedio de 20 respuestas a la secuencia BB teniendo un nivel similar en la secuencia AB (secuencia reforzada). Las respuestas a la secuencia AA mantuvieron un nivel escaso (oscilaron alrededor de dos respuestas) siendo al final de la fase nulas para todos los sujetos durante la fase de adquisición.

Al introducir extinción las respuestas a la secuencia antes reforzada para los sujetos X6, X7, X9 y X14 decrementaron entre 20 y 30 manteniendo este nivel a lo largo de la fase. Para los sujetos X12 y X13 las respuestas fueron decrementando teniendo un promedio de cinco respuestas hacía el final de la fase de extinción. La duración de las sesiones en la fase de adquisición fue en promedio de ocho minutos para los seis sujetos. Al introducir extinción se incrementó el tiempo de la sesión a 20 minutos aproximadamente aunque en general los sujetos siempre terminaron las sesiones por número de ensayos.

Tanto las respuestas a la secuencia heterogénea no reforzada (BA) como las respuestas a la secuencia homogénea BB se mantuvieron entre 5 y 10 a lo largo de la fase para los seis sujetos. Finalmente, para todos los sujetos las respuestas a la secuencia AA de tener un nivel nulo en la fase de adquisición incrementaron la frecuencia a esta secuencia desde el primer bloque a un promedio de entre 15 y 20 respuestas manteniéndose en este nivel a lo largo de la fase, sólo el sujeto X13 llegó a 30 respuestas (tercer bloque).

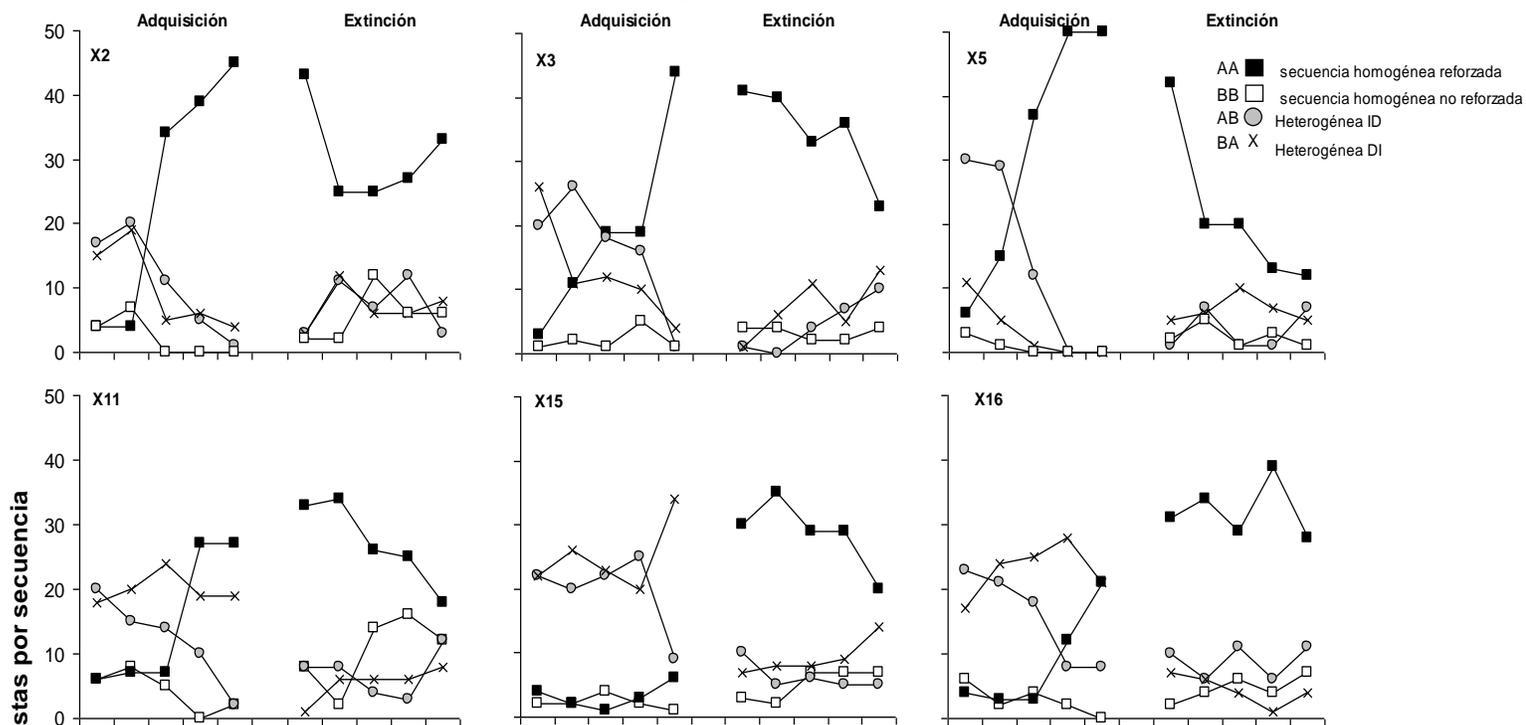
Con el fin de tener una clara representación de cómo los animales empezaron a responder a cada una de las secuencias tanto en la fase de adquisición como en la de extinción se graficó la frecuencia de respuesta en los primeros cinco días para cada secuencia en cada una de las fases. En la parte superior de la Figura 3 se encuentran los sujetos reforzados en secuencias homogéneas y en la inferior los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas. Para los seis sujetos reforzados en secuencias homogéneas se muestra una lenta adquisición a la secuencia reforzada. Al inicio de la extinción se presentó un decremento de la respuesta a la secuencia previamente reforzada. Sin embargo, con excepción del sujeto X5 que mostró un decremento en la frecuencia de la respuesta, los animales mantuvieron un nivel cercano a 30 respuestas en esta secuencia. Los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas mostraron un nivel de frecuencia a la secuencia reforzada mayor al inicio de la fase en comparación con los sujetos reforzados en secuencias homogéneas. De igual

forma al introducir condiciones de extinción se observó un mantenimiento de la secuencia previamente reforzada salvo el sujeto X13. La diferencia entre ambos grupos en el inicio de la fase de adquisición mostrando una mayor frecuencia en la secuencia reforzada para los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas, probablemente se debió a que todos los sujetos venían de una fase de entrenamiento en la que fueron reforzados por alternar sus respuestas entre los operandos. Se podría asumir que pasar inicialmente a una secuencia heterogénea fue facilitado por la fase previa de entrenamiento. Sin embargo, al final de la fase los sujetos reforzados en secuencias homogéneas tuvieron una mejor ejecución en comparación con los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas.

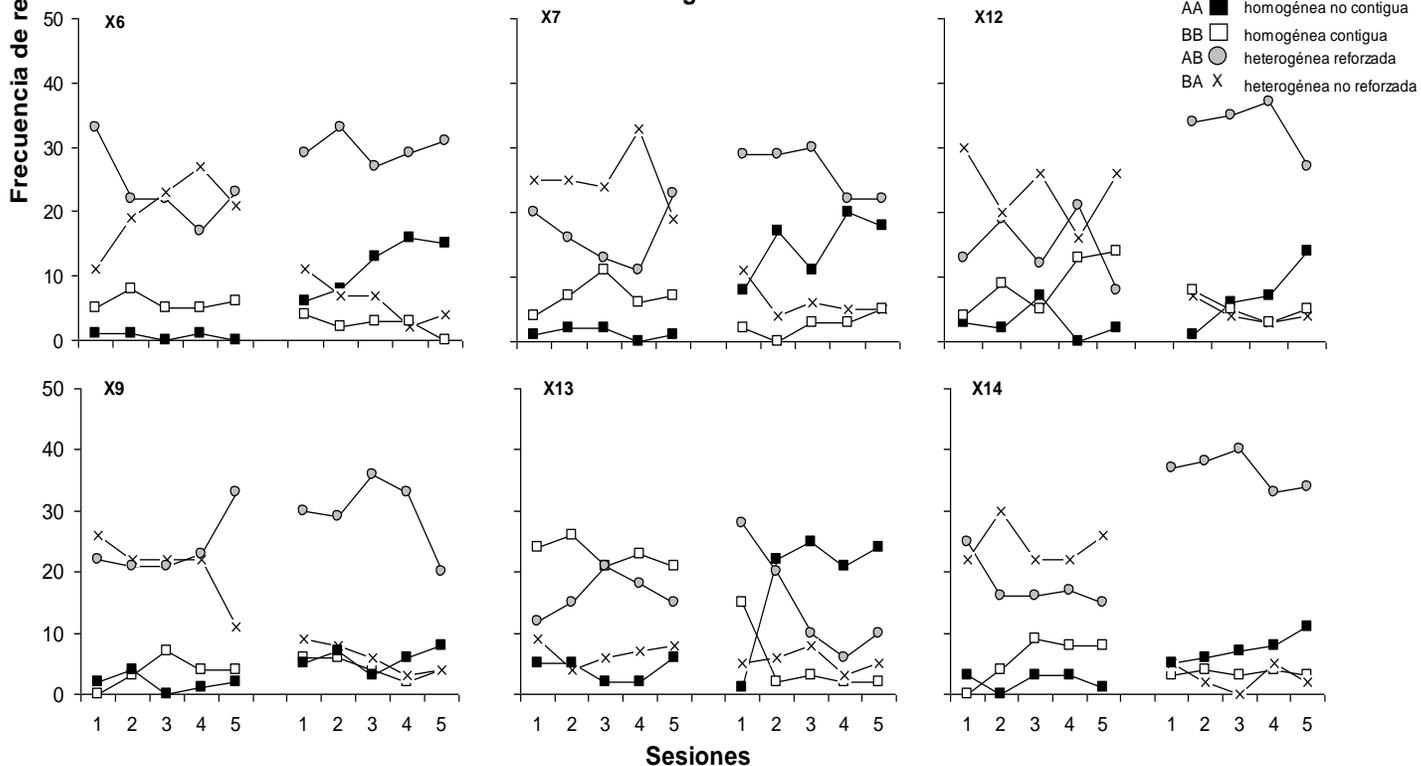
Con la finalidad de establecer una comparación entre las curvas de extinción, en la Figura 4 se muestra la frecuencia de las respuestas a las secuencias por sujeto que fueron reforzadas en la primera fase en bloques de cinco sesiones cuando se introdujeron condiciones de extinción. En cada gráfica se incluye el último día de respuesta a la secuencia reforzada en la primera fase. En la columna de la izquierda se encuentran los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas (panel superior izquierda-izquierda y panel inferior derecha-derecha) en la derecha a los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas (panel superior izquierda-derecha y panel inferior derecha-izquierda). Las respuestas para los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas al pasar a extinción tuvieron una ejecución entre 20 y 35 respuestas manteniendo este patrón durante toda la fase. Cuatro de los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas también mostraron un patrón alto de ejecución alcanzando más del 50% del total de los ensayos (alrededor de 30 respuestas), manteniendo este nivel los 20 días de extinción. Los sujetos X12 y X13 fueron decrementando las respuestas a lo largo de la fase alcanzado al final valores menores a 10 respuestas. En resumen, 10 de los sujetos mantuvieron un nivel de respuesta considerable a la secuencia previamente reforzada aun en ausencia del reforzador.

La Tabla 2 muestra los datos de la fase de extinción en bloques de cinco sesiones con su error estándar para los seis sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas. La tabla muestra tres resultados claros en la fase de extinción.

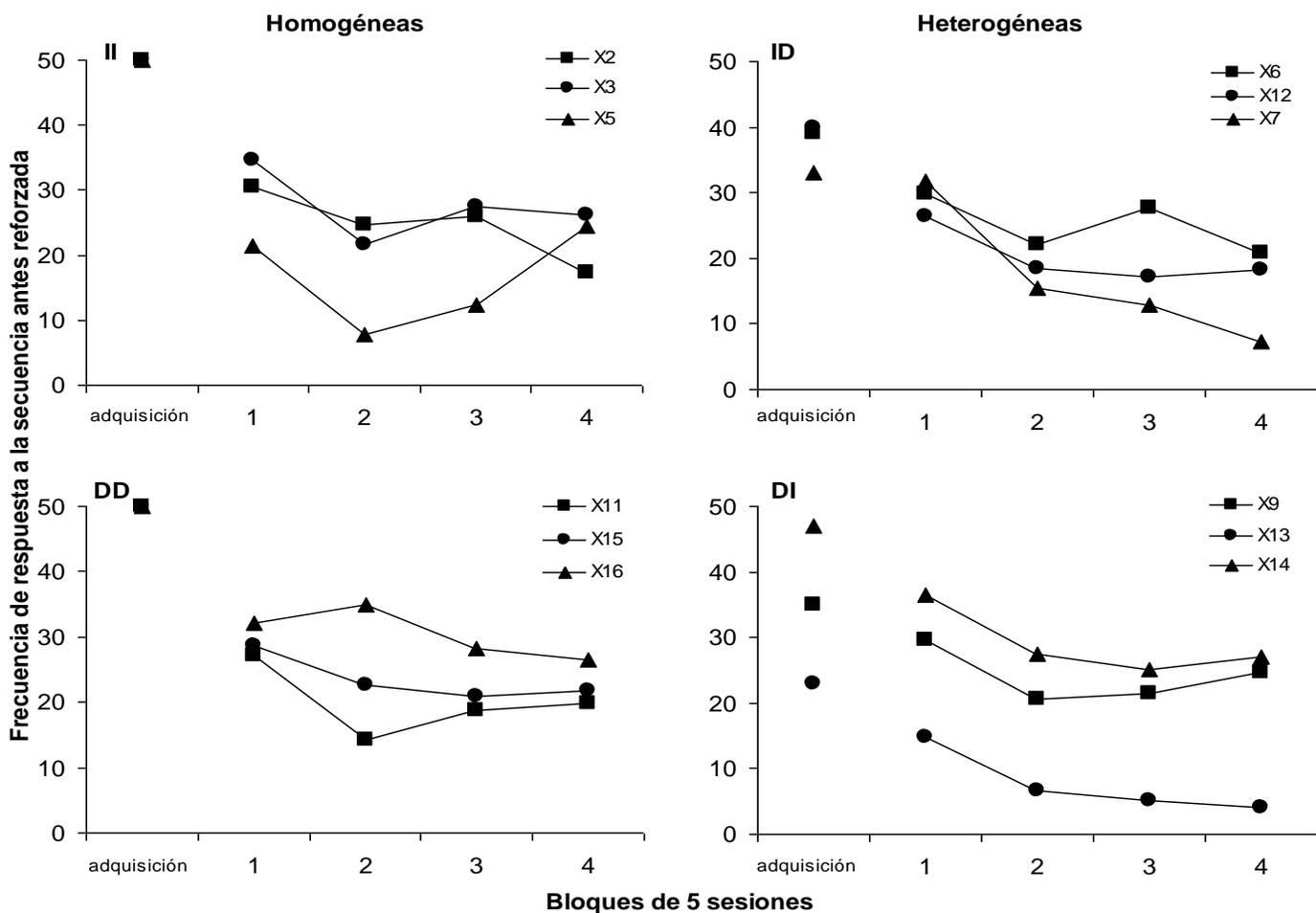
### Homogéneas



### Heterogéneas



**Figura 3.** Muestra la frecuencia de respuesta de los primeros cinco días de la fase de adquisición y de extinción. En la parte superior están los sujetos reforzados en secuencias homogéneas y en la inferior los reforzados en heterogéneas.



**Figura 4.** Muestra la frecuencia de respuesta a las secuencias que fueron reforzadas en la fase de adquisición en bloques de cinco sesiones durante la fase de extinción. En la columna de la izquierda están los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas y en la columna de la derecha están los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas.

Los datos de las respuestas a la secuencia antes reforzada teniendo un promedio de todos los sujetos de 20 respuestas aparecen en las columnas de la zona gris oscura. Estas respuestas se mantuvieron con una mayor frecuencia de respuesta con relación a las otras secuencias. El siguiente par de columnas (zona blanca) aparecen los datos de la secuencia homogénea que no fue contigua al reforzador en la primera fase. Después de tener valores nulos en la primera fase, al introducir extinción incrementó su frecuencia de respuesta alcanzando un promedio de 15. Las cuatro columnas de la zona gris clara muestran los datos de la secuencia homogénea contigua al reforzador en la primera fase y a la otra secuencia heterogénea con promedios de 4 y 6 respectivamente. Las respuestas a estas secuencias fueron las más bajas con relación a las demás.

**Tabla 2.** Muestra los datos de los seis sujetos en bloques de cinco sesiones para la fase de extinción con el error estándar. Het-ext es la heterogénea reforzada en la primera fase, Hom-no contigua es la homogénea no contigua en la primera fase, Hom-contigua es la homogénea contigua en la primera fase y la Het-no refz es la heterogénea no reforzada en la primera fase.

|    | Het-ext | EE | Hom-no contigua | EE | Hom-contigua | EE | Het-no refz | EE |      |
|----|---------|----|-----------------|----|--------------|----|-------------|----|------|
| ID | X8      | 30 | 1.04            | 12 | 2.00         | 2  | 0.69        | 6  | 1.55 |
|    |         | 22 | 3.92            | 10 | 2.84         | 2  | 0.83        | 6  | 1.18 |
|    |         | 28 | 1.56            | 10 | 2.29         | 6  | 1.42        | 7  | 1.16 |
|    |         | 21 | 5.82            | 7  | 1.59         | 4  | 1.18        | 7  | 0.56 |
| ID | X7      | 26 | 1.84            | 15 | 2.30         | 3  | 0.83        | 6  | 1.26 |
|    |         | 18 | 1.75            | 16 | 1.86         | 2  | 0.75        | 4  | 0.72 |
|    |         | 17 | 2.70            | 12 | 1.04         | 2  | 0.41        | 7  | 1.31 |
|    |         | 18 | 1.74            | 8  | 1.89         | 5  | 0.94        | 8  | 1.16 |
| ID | X12     | 32 | 2.26            | 8  | 2.54         | 11 | 6.10        | 5  | 0.69 |
|    |         | 15 | 3.26            | 22 | 2.43         | 8  | 1.93        | 5  | 1.30 |
|    |         | 13 | 4.11            | 22 | 3.22         | 6  | 1.05        | 10 | 1.18 |
|    |         | 7  | 0.81            | 18 | 4.65         | 4  | 1.14        | 7  | 1.42 |
| DI | X9      | 30 | 2.74            | 6  | 0.87         | 4  | 0.76        | 6  | 1.16 |
|    |         | 21 | 4.62            | 15 | 5.80         | 5  | 0.81        | 6  | 2.17 |
|    |         | 21 | 1.86            | 17 | 1.42         | 5  | 0.56        | 7  | 0.69 |
|    |         | 25 | 3.43            | 16 | 3.36         | 3  | 0.59        | 6  | 0.89 |
| DI | X13     | 15 | 4.10            | 19 | 4.53         | 5  | 2.60        | 5  | 0.83 |
|    |         | 7  | 2.00            | 24 | 4.16         | 1  | 0.52        | 3  | 1.26 |
|    |         | 5  | 2.30            | 30 | 1.46         | 1  | 0.20        | 3  | 0.83 |
|    |         | 4  | 1.33            | 15 | 1.73         | 2  | 0.52        | 3  | 0.99 |
| DI | X14     | 36 | 2.29            | 7  | 2.02         | 3  | 0.25        | 3  | 0.83 |
|    |         | 27 | 2.30            | 17 | 2.04         | 3  | 0.69        | 3  | 0.83 |
|    |         | 25 | 2.44            | 16 | 2.35         | 4  | 0.56        | 5  | 0.50 |
|    |         | 27 | 3.37            | 16 | 1.44         | 4  | 1.09        | 5  | 1.59 |

Se hizo un ajuste a los valores observados de la secuencia reforzada para obtener valores teóricos y tener predicciones de las diferencias de aprendizaje entre ambas estructuras de secuencias. Para ello, se aplicó un ajuste de una curva sigmoïdal a los datos de las respuestas de las secuencias reforzadas para cada uno de los 12 sujetos. El ajuste se realizó en el programa Origin y se usó la función de Boltzmann.

$$y = \frac{A1 - A2}{1 + e^{(x-x_0)/dx}} + A2$$

Donde A1 es el valor inicial de la respuesta a la secuencia reforzada, A2 es el valor final de la secuencia reforzada, x es el número de la sesión, x<sub>0</sub> es un parámetro que localiza el punto de inflexión y dx es un parámetro de velocidad.

La Tabla 3 muestra los datos obtenidos del ajuste para cada uno de los 12 sujetos. Se indica el valor obtenido por cada uno de los cuatro parámetros, la R<sup>2</sup> y el promedio de los datos. En el panel (a) están los valores del ajuste realizado a los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas. El promedio obtenido en A1 para los seis sujetos fue de 3.19, es decir que las respuestas de los sujetos a la secuencia reforzada oscilaron alrededor de este valor, con un valor final de 49.75 en promedio (A2). El valor de inflexión

aproximado para los seis sujetos fue de 4.46 ( $x_0$ ), este valor refleja el punto en que cambia la curva. Se muestra el parámetro de velocidad de aprendizaje ( $dx$ ) que en promedio fue de 0.77. Valores bajos en este parámetro indica que el aprendizaje de la secuencia se da más rápido.

El panel (b) presenta los valores predichos de los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas con un promedio de 15.46 en el valor inicial (A1) y una ejecución final de 38.89 en promedio (A2). También muestra el valor de inflexión en el aprendizaje ( $x_0$ ) con un valor de 14.01, es decir el momento en que cambia la curva teórica. El parámetro de velocidad de aprendizaje ( $dx$ ) fue de 2.54 en promedio. Al aumentar este parámetro la velocidad de aprendizaje va disminuyendo.

**Tabla 3.** Muestra los datos obtenidos del ajuste sigmoideal. En el panel (a) están los datos para secuencias homogéneas y en el panel (b) se encuentran los datos para las secuencias heterogéneas. Donde A1 es el valor inicial de la secuencia, A2 es el valor final,  $x_0$  es el valor de inflexión y  $dx$  es un parámetro de velocidad.

a)

| Datos de secuencias homogéneas |       |       |      |       |      |      |          |
|--------------------------------|-------|-------|------|-------|------|------|----------|
|                                | X2    | X3    | X5   | X11   | X15  | X16  | promedio |
| <b>A1</b>                      | 0     | 6.76  | 5.03 | 2.64  | 1.59 | 3.11 | 3.19     |
| <b>A2</b>                      | 49.53 | 49.71 | 50   | 49.33 | 49.9 | 50   | 49.75    |
| <b>X0</b>                      | 2.78  | 4.18  | 2.57 | 4.53  | 6.86 | 5.83 | 4.46     |
| <b>dx</b>                      | 0.59  | 0.7   | 0.43 | 1.12  | 0.83 | 0.96 | 0.77     |
| <b>R2</b>                      | 0.96  | 0.96  | 0.99 | 0.96  | 0.97 | 0.97 | 0.97     |

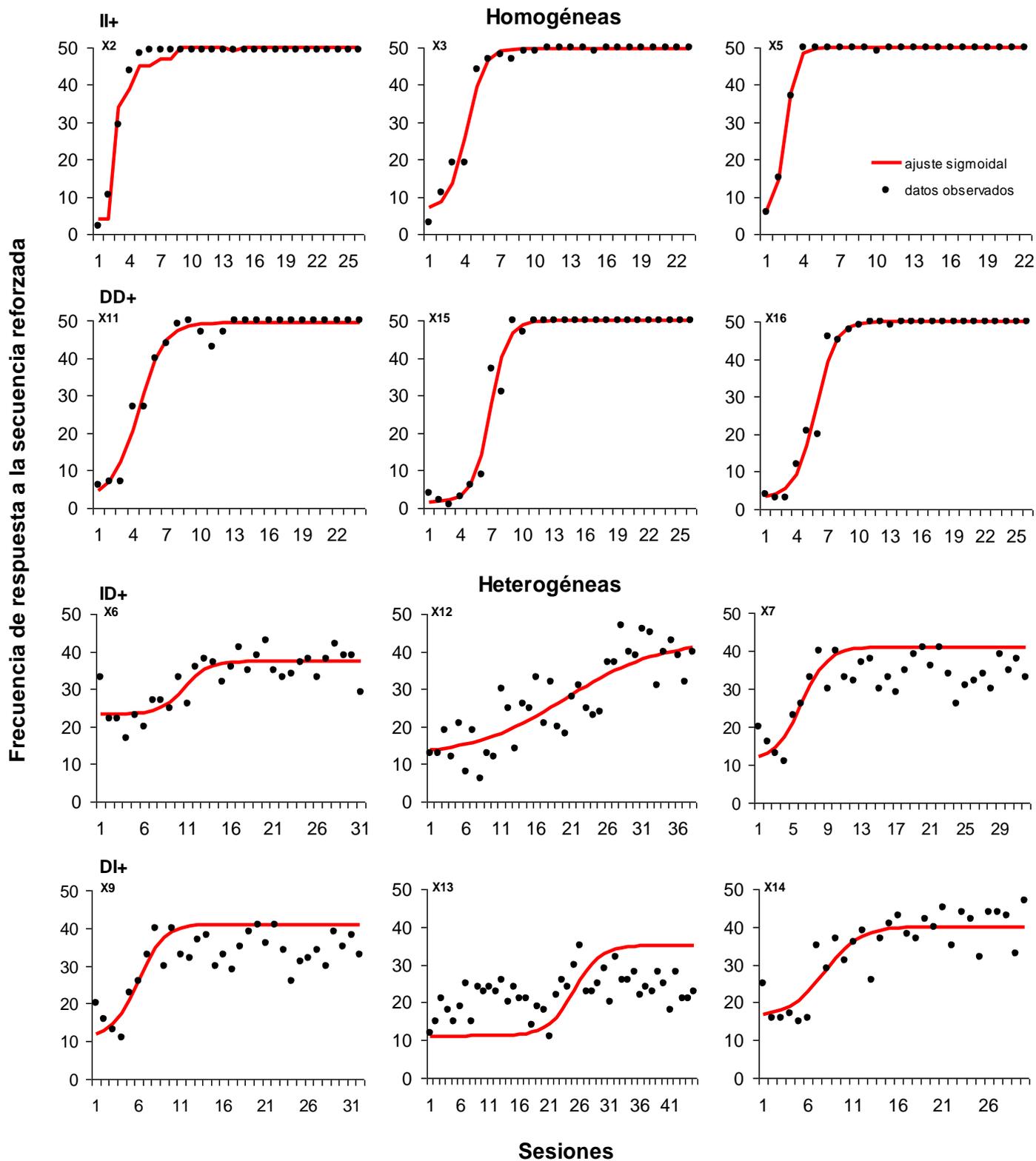
  

b)

| Datos de secuencias heterogéneas |       |       |      |      |       |       |          |
|----------------------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|----------|
|                                  | X6    | X12   | X7   | X9   | X13   | X14   | promedio |
| <b>A1</b>                        | 23.26 | 12.12 | 11   | 19   | 11.12 | 16.28 | 15.46    |
| <b>A2</b>                        | 37.34 | 42.85 | 41   | 37   | 35.11 | 40.02 | 38.89    |
| <b>X0</b>                        | 10.64 | 20.14 | 6    | 14.4 | 25    | 7.86  | 14.01    |
| <b>dx</b>                        | 1.36  | 6.56  | 1.5  | 1.7  | 2.2   | 1.89  | 2.54     |
| <b>R2</b>                        | 0.69  | 0.67  | 0.71 | 0.11 | 0.12  | 0.7   | 0.50     |

En la Figura 5 se muestran las gráficas con las líneas de ajuste. En la mitad superior de la figura aparecen los sujetos reforzados en secuencias homogéneas y en la inferior los sujetos reforzados en heterogéneas, con las frecuencias de respuesta para la secuencia reforzada por sesión. Los puntos representan los datos observados para cada una de las ratas, es decir la frecuencia de respuesta para la secuencia reforzada y la línea continua indica los valores obtenidos del ajuste.

Los datos observados en secuencias homogéneas tuvieron un mejor ajuste a la curva predicha, a diferencia de los datos observados en la secuencia heterogénea presentando mayor dispersión sobre la curva teórica.



**Figura 5.** Muestra la adquisición de la secuencia reforzada para los 12 sujetos. Con las líneas de ajuste. En la parte superior se encuentran los sujetos reforzados en secuencias homogéneas y en la inferior en secuencias heterogéneas.

## **Discusión**

El primer objetivo del experimento fue confirmar que al hacer contingente la entrega del reforzador a una secuencia específica incrementaría su frecuencia en comparación a las demás secuencias, confirmando varios reportes en la literatura (p. ej. Grayson y Wasserman, 1979; Reid et al. 2001; Bachá et al. 2007). En estos experimentos, por lo general se reforzaba una secuencia en particular de dos o tres respuestas a dos operandos y variaron de una fase a otra la secuencia sobre la cual era contingente la entrega del reforzador. Los resultados mostraron un incremento en la secuencia reforzada sobre las otras opciones de respuesta. Estos autores plantearon que al hacer contingente la entrega del reforzador a una secuencia específica, tal secuencia incrementará su frecuencia con respecto a las demás posibles secuencias. El primer experimento confirmó lo anterior con los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas. Los seis sujetos alcanzaron rápidamente una frecuencia de 50 respuestas a la secuencia homogénea reforzada y respuestas nulas a las otras secuencias. Aunque con menor rapidez e intensidad también ocurrió con los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas.

Los valores obtenidos del ajuste también corroboran estos hallazgos y las curvas de ajuste obtenidas apoyan el planteamiento que al hacer contingente la entrega del reforzador a una secuencia específica esta incrementará su frecuencia.

Otro objetivo fue analizar si la velocidad de adquisición de la secuencia es diferente dependiendo de la estructura reforzada. Los datos mostraron que las ratas tuvieron una mejor ejecución cuando se refuerzan secuencias homogéneas si se compara cuando se refuerzan secuencias heterogéneas. Estos resultados son comparables a los obtenidos por Grayson y Wasserman (1979) con palomas mostrando una mejor ejecución cuando se reforzó una secuencia homogénea. Las palomas requirieron menos sesiones con secuencias homogéneas que cuando se les reforzó una secuencia heterogénea. Bachá et al. (2007) también reportaron que los animales requieren de menos sesiones para aprender una secuencia homogénea y que la ejecución es mejor en comparación a cuando se refuerzan secuencias heterogéneas.

En el presente estudio el requisito para cambiar de fase era que los animales obtuvieran 1000 reforzadores, así que la cantidad de sesiones varió dependiendo de la ejecución de animal. Esta ejecución estuvo relacionada con la estructura reforzada

(secuencia homogénea o heterogénea). Los resultados mostraron que los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas requirieron de menos sesiones para cambiar de fase (25 en promedio), en comparación a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas (35 sesiones aproximadamente).

Otro dato que apoya que la estructura de la secuencia homogénea se adquiere más rápido es la frecuencia de respuesta. La ejecución de respuestas a las secuencias homogéneas es mejor teniendo mayor número de respuestas en la secuencia contingente al reforzador y respuestas nulas a las otras posibles secuencias. Cuando se refuerzan secuencias heterogéneas la frecuencia de respuestas a la reforzada es la más alta hacia el final de la fase, pero si se presentan respuestas a las otras posibles secuencias durante toda la fase. El ajuste realizado describe esta diferencia. En el parámetro  $x_0$  se representa el valor de inflexión que refleja la sesión en que la curva cambió. Otro parámetro que apoya la hipótesis de las diferencias en la velocidad de adquisición es  $dx$  que representa el tiempo de adquisición. Entre menor sea el valor de  $dx$  el aprendizaje es más rápido. Los valores en este parámetro para secuencias homogéneas (0.77 en promedio) y para heterogéneas (2.54) sugieren que la velocidad de adquisición podría depender del tipo de estructura de la secuencia reforzada.

Los datos muestran que tanto el número de sesiones para el cambio de fase así como el nivel de respuesta a la secuencia reforzada se ven diferenciados por la estructura reforzada. Esto apoya la hipótesis de que la estructura de la secuencia tiene un efecto sobre la adquisición de las secuencias. Una primera explicación de esta diferencia pondría el interés en los distintos niveles de complejidad relativa de la secuencia (homogénea *versus* heterogénea). En una secuencia homogénea la tarea consiste en repetir la respuesta sobre un operando, por lo tanto el animal tiene que aprender a discriminar entre cual de las dos palancas hay que responder; mientras que en una secuencia heterogénea los animales deben de aprender un orden específico de donde responder primero y luego cambiar al otro operando. Se asume que la adquisición mostrará variaciones en la velocidad y la ejecución dependiendo de la estructura de la secuencia. Por ejemplo, en secuencias de tres respuestas a dos operandos la cantidad de secuencias posibles aumenta a nueve, por lo tanto los niveles de complejidad en las posibles estructuras varían siendo más difícil de aprender una secuencia IID en comparación con una secuencia DII.

Un hallazgo común al reforzar secuencias heterogéneas, es que la frecuencia de respuesta más alta entre las secuencias homogéneas ocurre en la secuencia homogénea más cercana al reforzador, a este efecto se le ha llamado contigüidad. Se ha reportado en la literatura que el reforzador actúa sobre las respuestas individuales de la secuencia y que la contigüidad de las respuestas con el reforzador determina la fuerza de cada una de ellas, así que las respuestas que son inmediatamente seguidas del reforzador tienen mayor fuerza que las respuestas más alejadas del reforzador (Catania, 1971; Grayson y Wasserman, 1979; Nevin, 1988; Bachá et al. 2007). En los resultados reportados por Grayson y Wasserman, (1979) y Bachá et al. (2007), se encontró que al reforzar una secuencia ID las respuestas a la secuencia DD fueron más altas que las respuestas a la secuencia II, ya que la respuesta a la palanca derecha está más cerca del reforzador que la respuesta a la palanca izquierda. Así que por un efecto de contigüidad con el reforzador se presenta mayor número de respuestas a la secuencia DD al reforzar ID y II cuando se refuerza DI.

De acuerdo con el argumento anterior en el presente experimento al reforzar una secuencia heterogénea (AB) el efecto de contigüidad tendría que haber producido una mayor frecuencia de respuesta en la secuencia BB. Los datos confirman que las respuestas de los seis sujetos a la secuencia BB tuvieron una frecuencia más alta que las respuestas a la secuencia AA. En un sujeto (X13) fue muy claro el efecto de contigüidad teniendo casi el mismo número de respuestas para la secuencia reforzada como para la secuencia homogénea más cercana al reforzador.

Resumiendo, en la fase de adquisición se confirmó lo planteado por Grayson y Wasserman (1979) y Reid et al. (2001), acerca de que la frecuencia de respuesta a la secuencia reforzada es la más alta con respecto a las demás. Coincidiendo con Bachá et al. (2007) se encontró que la estructura de las secuencias determinan la velocidad de adquisición, al obtener diferencias en el número de sesiones y en la frecuencia de respuesta a la secuencia reforzada. Los efectos de contigüidad también han sido reportados por Catania (1971) y Grayson y Wasserman (1979).

Al introducir extinción un segundo objetivo fue probar si la secuencia antes reforzada se integró como una nueva unidad y examinar si la estructura de la secuencia reforzada generó efectos diferenciales en las curvas de extinción.

Una de las pruebas utilizadas para analizar lo que le ocurre a las respuestas aprendidas es la introducción de condiciones de extinción. El patrón normal de extinción ha sido reportado como el incremento de la respuesta antes reforzada al inicio de la sesión durante los primeros días de la fase y el decremento gradual de las respuestas hasta llegar a ser nulas (Fester y Skinner, 1957; Nevin, 1988). A diferencia de la literatura, que pronosticaría un decremento de las respuestas a la secuencia antes reforzada hasta llegar a ser casi nulas, los resultados del primer experimento muestran el mantenimiento de las respuestas en ausencia del reforzador para todos los sujetos, sin importar si las secuencias reforzadas eran homogéneas o heterogéneas. El mantenimiento de las secuencias previamente reforzadas podría ser una prueba de que los animales integraron las respuestas de la secuencia como una unidad.

Al introducir el procedimiento de extinción a los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas, se presentó un decremento de las respuestas a la secuencia antes reforzada. De tener 50 respuestas a la secuencia decrementaron a 25 aproximadamente. Las respuestas a esta secuencia siempre se mantuvieron con una mayor frecuencia con respecto a las secuencias no reforzadas. Una posible explicación de este mantenimiento de la secuencia se podría derivar de la hipótesis de momentum conductual (Nevin, Mandell y Atack, 1983; Nevin, 1988). Esta hipótesis propone que los estímulos de cambio que acompañaron la entrega del reforzador son los responsables del mantenimiento de la conducta. En este experimento al entregar el reforzador se apagaban todas las luces y en la fase de extinción cada vez que los animales respondían a cualquiera de las cuatro secuencias las luces se apagaban seis segundos. Es decir, que los estímulos que acompañaban la entrega de reforzador se mantuvieron en la fase de extinción. Así que una posibilidad sean los estímulos de cambio los que mantengan las respuestas a la secuencia antes reforzada en la fase de extinción, estos resultados son similares a los obtenidos por Nevin y Grace (2001), Shull, Gaynor y Grimes (2002) y Shahan y Podlesnik (2005). Este mantenimiento se puede interpretar a favor de la idea de que los animales integraron las respuestas de la secuencia formándose una nueva unidad, la cual fue aprendida en la fase de adquisición.

Otro efecto interesante fue el incremento en la variabilidad de las respuestas a ciertas secuencias. Neuringer y colaboradores (2001) demostraron que al introducir

condiciones de extinción produce un incremento en la variabilidad de las secuencias. Este incremento se presentó en las secuencias no reforzadas. Los seis sujetos pasaron de tener respuestas nulas a las tres secuencias no reforzadas a un incremento en las respuestas cuando se introdujeron condiciones de extinción. Es decir que la variabilidad de respuestas a estas secuencias se presentó en condiciones de extinción tal como lo plantean Schwartz, (1980) y Neuringer et al. (2001). A pesar de que los seis sujetos incrementaron la variabilidad de respuesta a estas secuencias, se mantuvieron durante toda la fase por debajo de la frecuencia de la secuencia homogénea antes reforzada.

La introducción de extinción en sujetos reforzados en secuencias homogéneas, resultó en un mantenimiento de la secuencia antes reforzada y un ligero incremento en la variabilidad a las secuencias no reforzadas. El mantenimiento durante los 20 días de extinción con una frecuencia mayor a la secuencia antes reforzada sobre las otras secuencias a pesar del incremento de la frecuencia de estas apoyaría la idea de que se integraron las respuestas que conformaron la secuencia reforzada formándose la unidad.

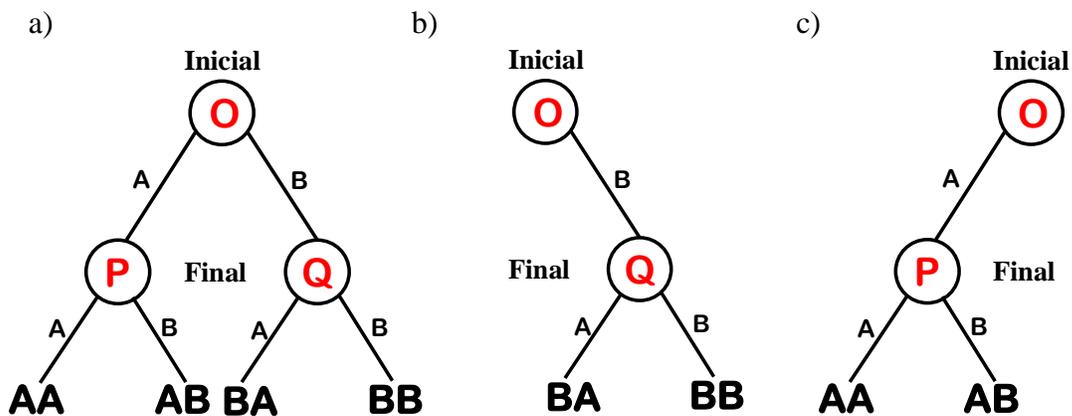
Después de reforzar secuencias heterogéneas en la fase de extinción también se presentaron distintos efectos. Las respuestas a la secuencia antes reforzada se mantuvieron con una mayor frecuencia de respuesta con relación a las otras secuencias durante toda la fase de extinción. Este mantenimiento estuvo presente durante los 20 días para cuatro de los sujetos. Al igual que en el caso de las secuencias homogéneas, el mantenimiento se puede deber al cambio de estímulos que se presentaba en la fase de reforzamiento. Este cambio de estímulos que se mantiene constante durante las dos fases probablemente pudiera estar controlando el mantenimiento de la secuencia antes reforzada (Nevin, Mandell y Atack, 1983; Nevin y Grace, 2001; Shahan y Podlesnik, 2005). Con el mantenimiento de la secuencia antes reforzada y una mayor frecuencia de respuesta sobre las otras secuencias también podría sugerir que el animal formó una unidad.

En la extinción de secuencias heterogéneas también se presentaron efectos de variabilidad en la primera fase tanto en la secuencia heterogénea no reforzada (BA) como en la secuencia homogénea contigua con el reforzador (BB). Ambas secuencias se mantuvieron en un nivel de cinco respuestas durante los 20 días de extinción. Los datos muestran que no hay diferencias de variabilidad entre las respuestas a estas dos secuencias

y la frecuencia de respuesta para ambas secuencias fue la más baja comparado con las otras dos secuencias.

Otro hallazgo fue que los seis sujetos en la fase de adquisición de tener valores nulos en la secuencia AA (la homogénea más alejada del reforzador), al introducir extinción la frecuencia a esta secuencia incrementó entre 15 y 20 respuestas, siendo más alta que la secuencia heterogénea BA (nunca reforzada) y la homogénea BB (la cual fue contigua con el reforzador en la primera fase). Incluso para los sujetos X12 y X13 las respuestas a esta secuencia llegaron a ser más altas que la secuencia heterogénea antes reforzada.

Una posible explicación de por qué incrementan las respuestas a esta secuencia, podría encontrarse después de hacer un análisis de la ejecución a nivel de respuesta. Este análisis procedería de la lógica de un árbol de probabilidades condicionales (Bachá et al. 2007). En el árbol de probabilidades se representan las posibles decisiones que se hacen en cada punto durante la ejecución de una secuencia. En la Figura 6 se representa cada una de las posibles secuencias. Las secuencias consistieron de dos respuestas, así que la decisión se hace en dos momentos, uno en el que se selecciona la respuesta inicial y un segundo momento en el que se selecciona la respuesta final. El árbol esta compuesto por representaciones de las respuestas a las palancas izquierda (A) y derecha (B). La decisión de la respuesta inicial de la secuencia se encuentra en el momento O. El segundo momento es P y Q el cual representa las opciones para la segunda decisión que llevaría a la respuesta final de la secuencia. Las posibles secuencias completas están representadas en la parte baja del árbol (AA, AB, AB y BB).



**Figura 6.** El árbol de probabilidades condicionales representa la elección de respuesta por respuesta formando las secuencias completas (para detalles ver el texto).

La Figura 6 (panel a) representa la situación en que se encuentra el sujeto una vez que se cumplió con el requisito de adquisición en secuencias heterogéneas (AB) y se introdujo la extinción. En estas condiciones la primera decisión del árbol de probabilidades tenía dos opciones. Por un lado, inicialmente los sujetos respondían con muy baja frecuencia a la palanca derecha B, por lo tanto una vez que se respondió a la palanca derecha respondía a la izquierda o la derecha indistintamente. Así que en la primera decisión responder en la palanca derecha ocurrió con muy baja frecuencia (panel b), y en consecuencia las respuestas a la secuencia BA ó BB fueron muy poco frecuentes. La otra opción que tenían los animales era responder en la primera decisión sobre la palanca izquierda. Esta decisión se presentó con una mayor frecuencia (panel c), es decir la elección en el segundo momento habiendo tenido una mayor frecuencia en responder a la palanca derecha. Por lo tanto se presentó una alta frecuencia a la secuencia antes reforzada (AB) y con una frecuencia más baja repetir la respuesta sobre la palanca izquierda (AA). Iniciar en el primer momento con respuestas a la izquierda ocurrió con mayor frecuencia que iniciar con respuestas a la palanca derecha. Así que las respuestas a las secuencias AB y AA fueron más altas que a las otras posibles secuencias.

Se sugiere que los animales presentan una frecuencia baja en la zona derecha del árbol debido a que han aprendido que alternar en el orden incorrecto y repetir sobre la palanca más contigua con el reforzador no los llevaba a la obtención del reforzador. Los sujetos presentan una alta frecuencia en la primera decisión hacia la zona izquierda debido a que se inicia con la respuesta que llevaba al reforzador, una vez que se prueba con la secuencia antes reforzada y no se obtiene el reforzador, los animales continúan iniciando en la palanca izquierda, pero en su segunda decisión en vez de alternar las respuestas entre los operandos se mantienen respondiendo en la misma palanca produciendo así una alta frecuencia a esta secuencia homogénea.

En resumen, se encontró que al introducir condiciones de extinción después de reforzar secuencias heterogéneas cuatro de los sujetos mantienen una mayor frecuencia de respuesta a la secuencia que fue reforzada en comparación a las otras posibles secuencias. Todos los sujetos presentaron algunos patrones de variabilidad en secuencias específicas y hubo un incremento de la respuesta a la secuencia homogénea que se había mantenido en un nivel cercano a cero durante la fase de adquisición.

El aprendizaje de cualquiera de los dos tipos de estructura de secuencias muestra que los animales son sensibles a las contingencias del ambiente y que dependiendo de la estructura varía la velocidad de adquisición. El mantenimiento de la secuencia antes reforzada durante gran parte de la fase de extinción sugiere que los animales integraron las respuestas que conformaban la secuencia, es decir formaron una nueva unidad. El orden con que se mueven las otras secuencias de igual forma confirma la formación de nuevas unidades.

Con el primer experimento se pudo evaluar la adquisición de distintas estructuras de secuencias (homogéneas y heterogéneas) y valorar durante la extinción si se formó una nueva unidad. Con el propósito de evaluar los efectos de la formación de nuevas secuencias en un segundo experimento inicialmente se reforzó una secuencia, en la fase siguiente se reforzó otra secuencia distinta y en una tercera fase se introdujo la extinción.

## **Experimento 2**

Con el segundo experimento se pretendió evaluar si se replicaron los efectos producidos en el primer experimento. Al hacer dependiente la entrega del reforzador a una secuencia específica se esperaba un mayor número de respuestas con relación a las otras secuencias. En una primera fase se tendrán las mismas condiciones a las del primer experimento, reforzando una secuencia determinada para cada uno de los sujetos (homogénea ó heterogénea). A diferencia del primer experimento al término de esta fase se cambiará la contingencia, reforzando otra secuencia. Esta segunda fase permitirá estudiar si la velocidad de adquisición a la nueva secuencia es afectada una vez que ya se aprendió una primera secuencia y al mismo tiempo analizar la extinción de la secuencia reforzada previamente. En una tercera fase se expondrán a los sujetos a condiciones de extinción. Esta fase nos permitirá evaluar si los animales mantienen sus respuestas a la secuencia antes reforzada como ocurrió en el primer experimento o si el aprender dos secuencias distintas altera el patrón de respuestas durante extinción.

### *Método y Diseño Experimental*

Doce ratas ingenuas fueron expuestas a la fase del entrenamiento general. Una vez

concluido el entrenamiento los sujetos fueron asignados a uno de dos grupos de seis sujetos cada uno. Los sujetos del grupo A cambiaron de una secuencia homogénea a la otra y al grupo B se le reforzó primero una secuencia heterogénea y luego la otra secuencia heterogénea. La Tabla 4 resume las secuencias asignadas a cada grupo experimental.

**Tabla 4.** Muestra las fases para cada uno de los grupos del Experimento 2.

| Grupos       | Sujetos | Fase I      | Fase II             | Fase III  |  |
|--------------|---------|-------------|---------------------|-----------|--|
|              |         | Adquisición | Cambio de secuencia | Extinción |  |
| Homogéneas   |         |             |                     |           |  |
| A            | 3       | II          | DD                  | EXT       |  |
|              | 3       | DD          | II                  |           |  |
| Heterogéneas |         |             |                     |           |  |
| B            | 3       | ID          | DI                  |           |  |
|              | 3       | DI          | ID                  |           |  |

### *Procedimiento: Fases experimentales*

#### *Fase 1 (Adquisición)*

A tres ratas del grupo A se les reforzó la secuencia homogénea II y a las otras tres la secuencia DD. A tres sujetos del grupo B se le reforzó secuencias heterogéneas, la secuencia heterogénea ID y a los otros tres la secuencia DI. Cada vez que las ratas respondían a la secuencia de la cual es dependiente el reforzador se oscurecía totalmente la cámara experimental, sonaba un tono durante 1 segundo y se entregaba el reforzador. Al pasar tres segundos se encendían de nuevo las luces iniciando un nuevo ensayo. Si los animales respondían a otra secuencia que no era la reforzada había un *blackout* 10 s, al término de este tiempo se encendían las luces e iniciaba un nuevo ensayo. El cambio de fase se llevaba a cabo cuando los animales obtuvieran 1000 reforzadores.

#### *Fase 2 (Adquisición-Cambio de secuencia)*

Al grupo A se le reforzó la secuencia homogénea contraria a la reforzada en la Fase 1. Al grupo B se le reforzó la secuencia heterogénea contraria a la reforzada en la primera fase. La entrega de reforzadores y los *blackouts* fueron iguales a los de la primera fase. El cambio de fase se llevó a cabo cuando los animales consiguieron 1000 reforzadores.

#### *Fase 3 (Extinción)*

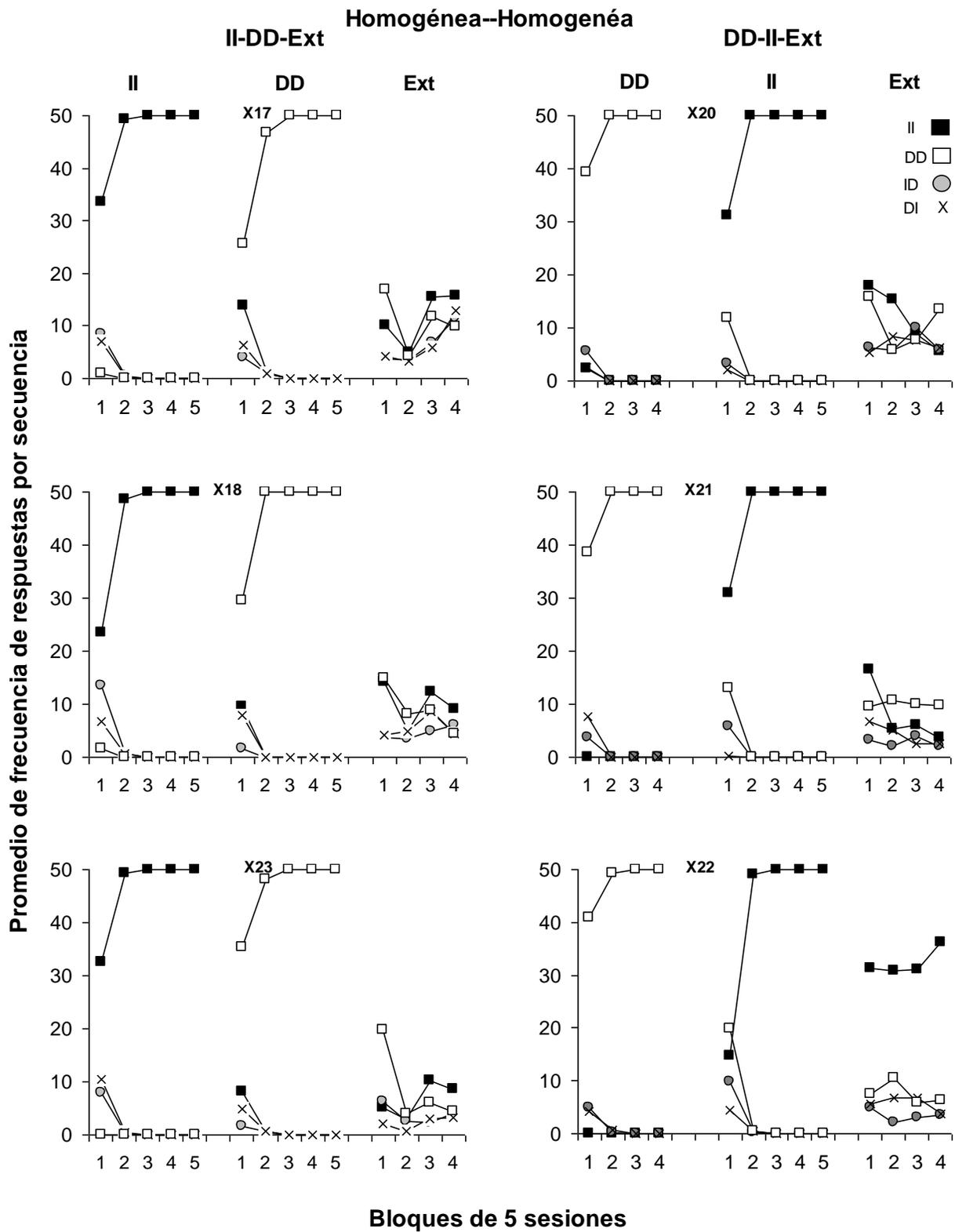
En esta fase todos los sujetos fueron expuestos durante veinte días a condiciones de extinción. Cada que los sujetos emitían dos respuestas a cualquiera de los dos operandos, se

apagaron las luces durante 6 segundos e iniciaba un nuevo ensayo; ninguna de sus respuestas fueron seguidas de reforzador.

## **Resultados**

La Figura 7 muestra los datos del promedio de frecuencia de respuestas para cada secuencia en bloques de cinco sesiones de los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas. Los cuadros negros representan las respuestas a la secuencia II, los cuadros blancos a la secuencia DD, los círculos grises a la secuencia ID y las cruces a la secuencia DI. Para cada gráfica se marca con una separación el cambio de fase. En la columna de la izquierda están los sujetos (X17, X18 y X23) a los que se les reforzó la combinación II-DD-Ext y en la columna de la derecha los sujetos (X20, X21 y X22) a los que se les reforzó DD-II-Ext.

En la primera fase, para todos los sujetos durante el primer bloque la frecuencia de respuestas a la secuencia homogénea reforzada fue entre 30 y 40, a partir del segundo bloque las respuestas incrementaron alcanzando un nivel asintótico de 50. Para las otras secuencias fueron en promedio de siete respuestas en el primer bloque y a partir del segundo bloque las respuestas fueron nulas manteniendo este nivel durante toda la fase. En la segunda fase, se reforzó la secuencia homogénea contraria a la reforzada en la primera fase. Durante el primer bloque las respuestas a la secuencia reforzada fueron alrededor de 30 y las otras secuencias incrementaron, después de haber mostrado valores nulos al final de la fase anterior a un promedio de 10 respuestas mostrando valores nulos el resto de la fase. Todos los sujetos alcanzaron un nivel asintótico de 50 respuestas a partir del segundo bloque. Cuando se introdujeron condiciones de extinción para cinco de los sujetos, las respuestas a la secuencia que fue reforzada en la fase anterior fueron decrementando hasta llegar a cinco respuestas en promedio hacia el final de la fase. La excepción fue el sujeto X22, quien mantuvo durante toda la fase un promedio de 32 respuestas a la secuencia antes reforzada. Para todos los sujetos las respuestas a las secuencias heterogéneas incrementaron desde respuestas nulas en las fases anteriores a un promedio de cinco respuestas, y se mantuvo durante toda la fase de extinción. Las respuestas a la secuencia homogénea reforzada en la primera fase incrementaron de cero en la segunda fase a 10 respuestas en promedio durante los 20 días de extinción para los seis sujetos.



**Figura 7.** Muestra la frecuencia de respuesta para cada una de las cuatro secuencias en bloques de cinco respuestas para los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas. En la columna de la izquierda están los sujetos a los que se les reforzó la combinación II-DD-Ext y en la columna de la derecha los sujetos a los que se les reforzó la combinación DD-II-Ext.

La Figura 8 muestra los datos del promedio de frecuencia de respuestas para cada secuencia en bloques de cinco sesiones de los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas. Los cuadros negros representan las respuestas a la secuencia II, los cuadros blancos a la secuencia DD, los círculos grises a la secuencia ID y las cruces la secuencia DI. En la columna de la izquierda están los sujetos (X24, X25 y X26) a los que se les reforzó la combinación ID-DI-Ext y en la columna de la derecha los sujetos (X19, X27 y X28) a los que se les reforzó DI-ID-Ext.

En la primera fase para todos los sujetos las respuestas a la secuencia heterogénea reforzada (ID para los sujetos X24, X25 y X26 y DI para X19, X27 y X28) fueron incrementado a lo largo de la fase. Al inicio de la fase las respuestas fueron 20 en promedio hasta alcanzar en el último bloque 40 respuestas. Las respuestas a la secuencia heterogénea no reforzada al igual que la secuencia heterogénea reforzada al principio de la fase oscilaron alrededor de 20, a lo largo de la fase fueron decrementando hasta un promedio de 10 respuestas. Las respuestas a la secuencia DD fueron al inicio de la fase entre 20 y 25 para los sujetos X24, X25 y X26 y las respuestas a la otra secuencia homogénea (II) se mantuvieron en un nivel cercano a cero durante toda la fase. Las respuestas a la secuencia II para los sujetos X19, X27 y X28 iniciaron en un promedio de 10 decrementando al final de la fase hasta niveles cercanos a cero. Al igual que los otros sujetos las respuestas a la otra secuencia homogénea (DD) se mantuvieron en un nivel cercano a cero durante toda la fase.

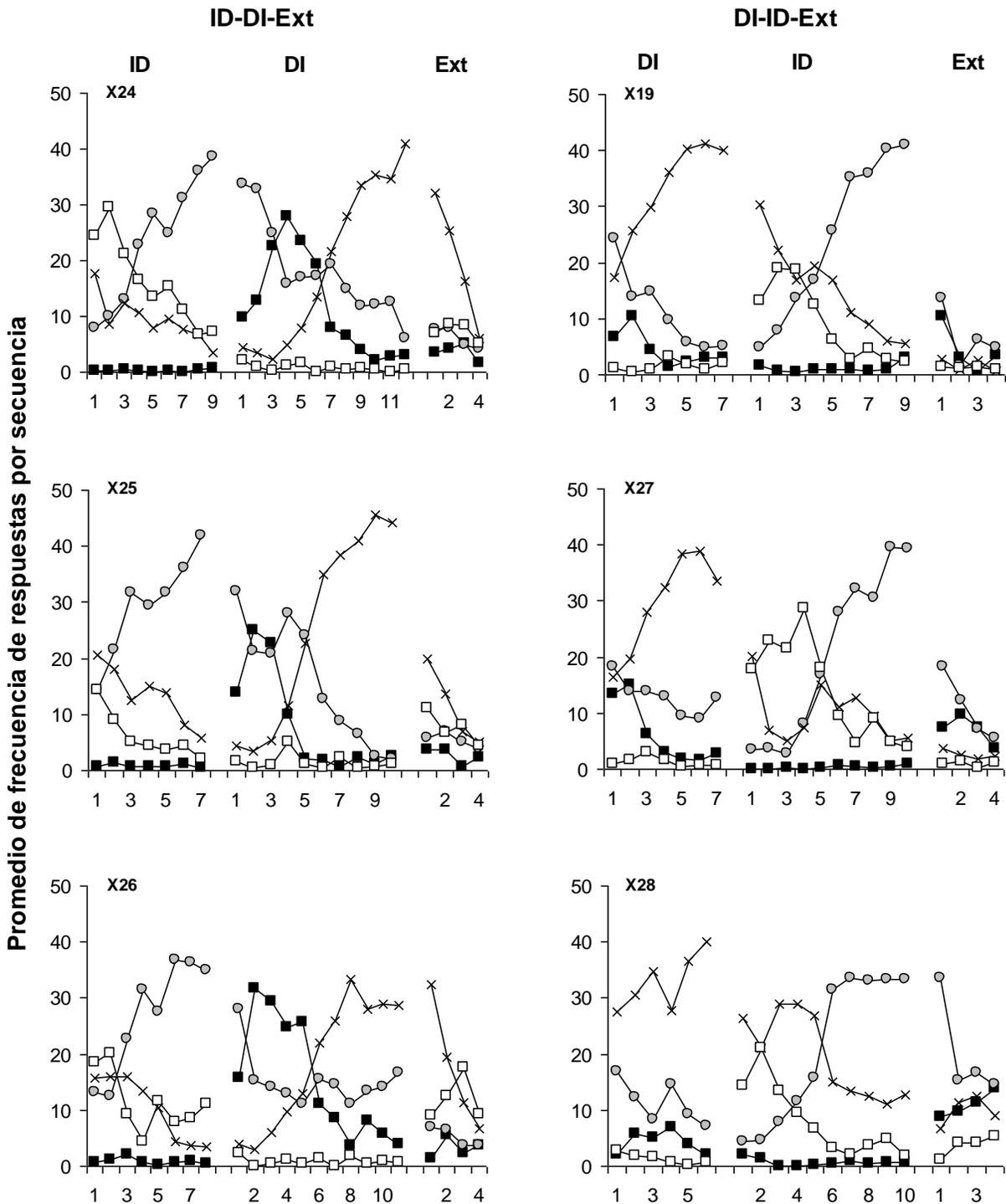
Al introducir la segunda fase, se reforzó la secuencia heterogénea contraria a la primera. Las respuestas a la secuencia heterogénea que fue reforzada en la primera fase iniciaron con un promedio de 20 y fueron decrementando hasta llegar a 12 respuestas en promedio. Mientras que las respuestas a la nueva secuencia heterogénea reforzada fueron cinco en promedio, manteniendo este nivel durante 15 días. Entre los bloques 5 y 6 las respuestas a esta nueva secuencia empezaron a ser más frecuentes comparadas con la secuencia heterogénea inicial. Al final de la segunda fase la frecuencia a la secuencia heterogénea reforzada fue de 40 respuestas. Todos los sujetos respondieron con un patrón similar. Las respuestas a la secuencia homogénea DD para (X24, X25 y X26) y II para (X19, X27 y X28) que en la primera fase se mantuvieron cercanas a cero en los primeros tres bloques de la segunda fase incrementaron entre 20 y 30. Entre el cuarto y quinto bloque

las respuestas empezaron a decrementar teniendo al final de la fase un promedio de cinco. Las respuestas a la secuencia homogénea II para los sujetos (X24, X25 y X26) y DD para (X19, X27 y X28) se mantuvieron en un nivel cercano a cero durante toda la fase.

Al introducir la última fase (extinción) las respuestas a la secuencia heterogénea reforzada en la segunda fase decrecieron gradualmente hasta llegar a tener menos de 10 para cinco de los sujetos. El sujeto X28 mantuvo un promedio de 18 respuestas durante los últimos tres bloques de la fase. Las respuestas a la secuencia homogénea II para (X24, X25 y X26) y DD para (X19, X27 y X28) que durante la segunda fase se mantuvieron cercanas a cero, incrementaron teniendo un promedio de 10 manteniendo este nivel durante toda la fase. Con excepción del sujeto X19 que inició con un promedio de 10 respuestas sus respuestas fueron decreciendo hasta llegar a cinco manteniendo este nivel los últimos tres bloques. Tanto las respuestas a la otra secuencia homogénea (DD para los sujetos X24, X25 y X26 y II para X19, X27 y X28) como las respuestas a la secuencia heterogénea que no fue reforzada en la segunda fase se mantuvieron alrededor de cinco durante toda la fase para todos los sujetos. La duración de las sesiones en las fases de adquisición fue de cuatro minutos para los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas y de nueve minutos aproximadamente a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas. En condiciones de extinción el tiempo por sesión se alargó para los 12 sujetos teniendo tiempos cercanos a los 30 minutos, incluso los últimos días de la fase los animales terminaban las sesiones por tiempo, más que por número de ensayos es decir, que al cumplir con 30 minutos la sesión se terminaba.

La Figura 9 muestra los primeros cinco días de cada una de las tres fases la frecuencia de respuesta para cada secuencia. En la parte superior se encuentran los sujetos reforzados en secuencias homogéneas y en la inferior los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas. Para los sujetos reforzados en secuencias homogéneas en los primeros cinco días de las fases de adquisición desarrollaron un rápido aprendizaje respondiendo a la secuencia reforzada. Con independencia de si fue la primera fase o la segunda cuatro de los sujetos para el quinto día estuvieron cercanos a las 50 respuestas en la secuencia reforzada. Al introducir extinción cinco de los seis sujetos tuvieron un rápido decremento de la secuencia previamente reforzada.

## Heterogénea--Heterogénea



### Bloques de 5 sesiones

**Figura 8.** Muestra la frecuencia de respuesta para cada una de la cuatro secuencias en bloques de cinco respuestas para los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas. En la columna de la izquierda están los sujetos a los que se les reforzó la combinación ID-DI-Ext y en la columna de la derecha los sujetos a los que se les reforzó la combinación ID-DI-Ext.

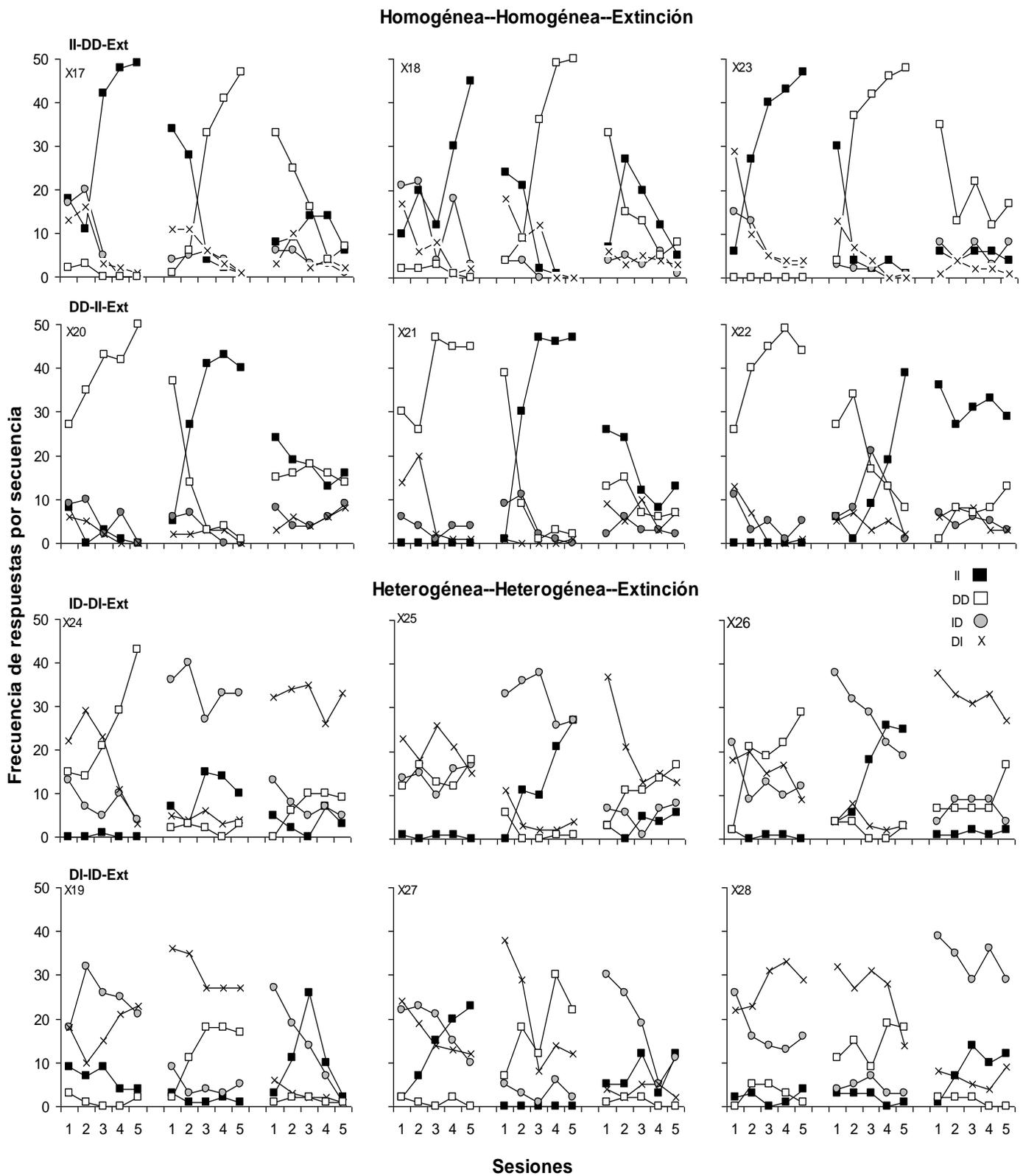
Los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas a diferencia de los sujetos reforzados en homogéneas durante los primeros cinco días de las fases de adquisición no mostraron una alta frecuencia en la secuencia reforzada, incluso sus respuestas a la secuencia reforzada tuvieron muy baja frecuencia. Al introducir condiciones de extinción hubo un rápido decremento de la secuencia previamente reforzada para tres de los sujetos durante los primeros cinco días de la fase.

Para analizar la extinción de secuencias reforzadas cuando se esta reforzando otra secuencia (Fase 2) se graficaron las secuencias que habían sido reforzadas en la primera fase durante la segunda fase, que estaban en extinción mientras se reforzaba una nueva secuencia (Figura 10). En la columna de la izquierda se encuentran los sujetos a los que se les reforzaron en la primera fase secuencias homogéneas (panel superior izquierda-izquierda y panel inferior derecha-derecha). En la columna derecha aparecen los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas (panel superior izquierda-derecha y panel inferior derecha-izquierda). En cada gráfica se incluye el último día de respuesta a la secuencia reforzada en la primera fase.

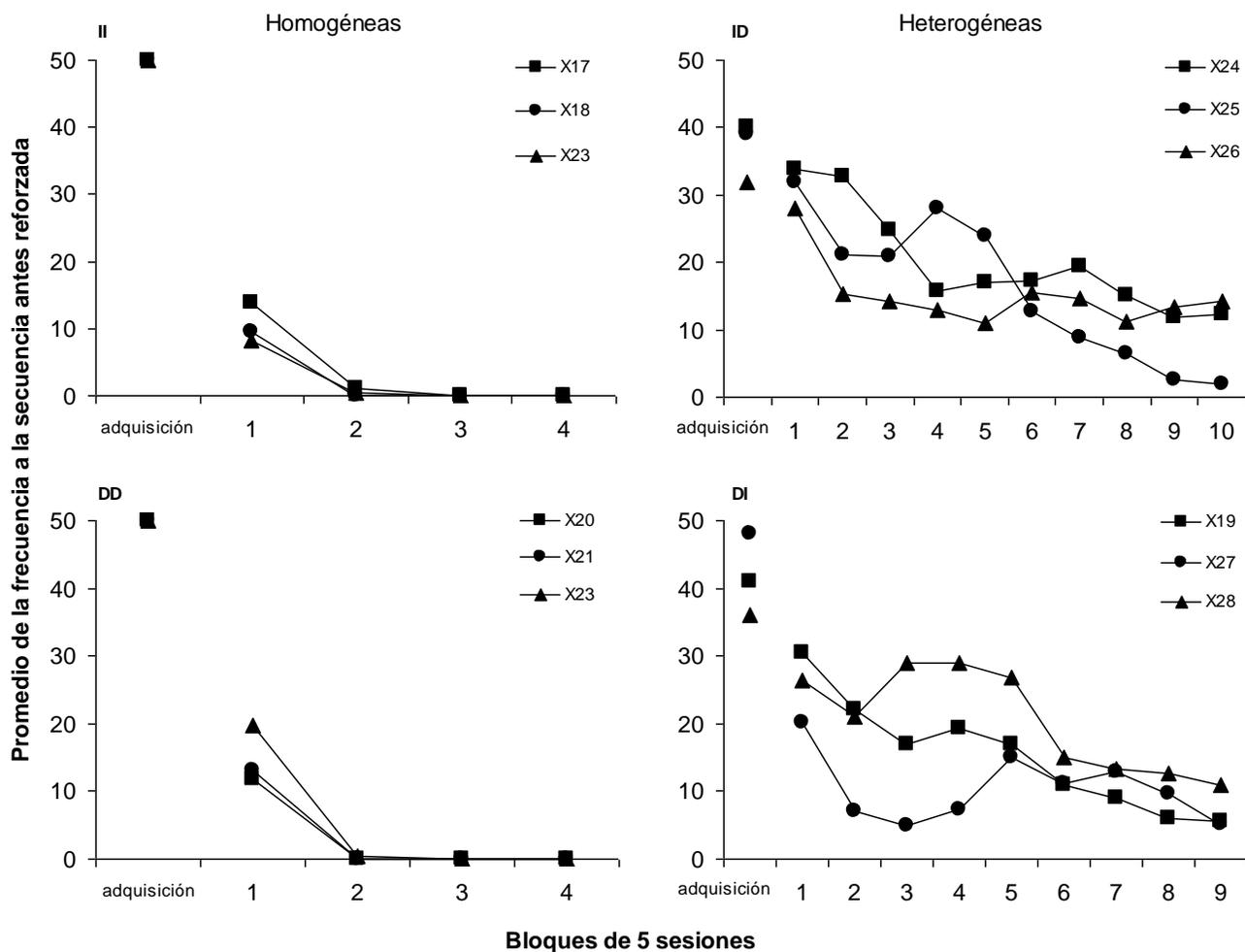
Los seis sujetos reforzados por secuencias homogéneas presentaron 15 respuestas en promedio durante los primeros cinco días de la segunda fase a la secuencia antes reforzada. A partir del segundo bloque decrementaron las respuestas a esta secuencia a niveles cercanos a cero manteniéndose así el resto de la fase.

Al igual que a los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas, los sujetos reforzados por secuencias heterogéneas al pasar a la segunda fase se les reforzó la secuencia heterogénea contraria a la reforzada en la primera fase. Hubo un mantenimiento de la respuesta a la secuencia antes reforzada durante dos bloques con 25 respuestas en promedio. Los seis sujetos mostraron un decremento gradual teniendo hacia el final de la fase 10 respuestas en promedio. En general todos los sujetos decrementaron sus respuestas a la secuencia antes reforzada mientras una nueva secuencia era reforzada.

En la Figura 11 se graficó la frecuencia de respuesta ejecutada durante extinción de la secuencia reforzada en la segunda fase. En la columna de la izquierda se encuentran los sujetos a los que se les reforzaron en la segunda fase secuencias homogéneas (panel superior derecha--derecha y panel inferior izquierda--izquierda) y en la columna



**Figura 9:** Muestra la frecuencia de respuesta de los primeros cinco días de la fase de adquisición y de extinción. En la parte superior están los sujetos reforzados en secuencias homogéneas y en la inferior los reforzados en heterogéneas.

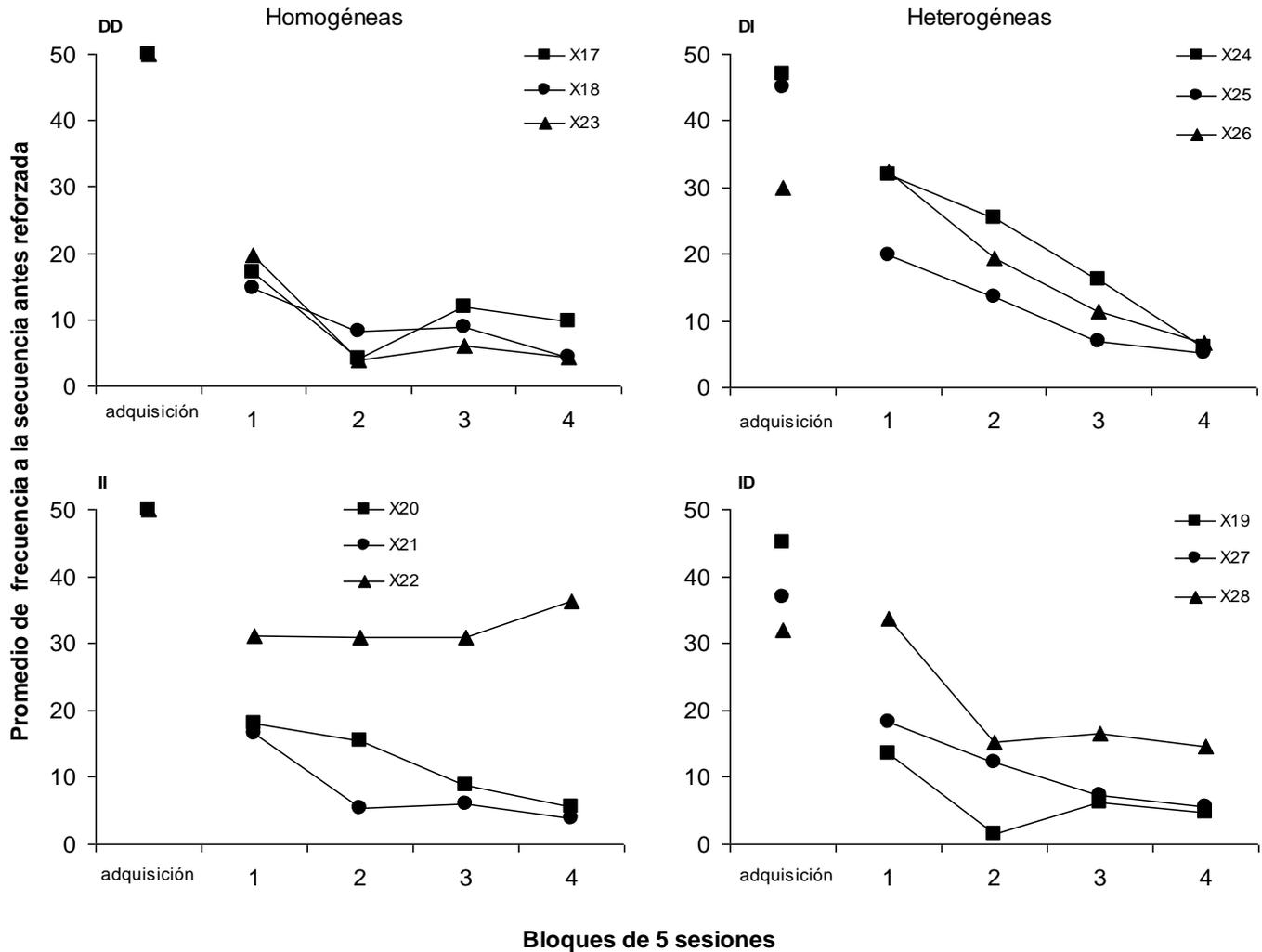


**Figura 10.** Muestra la frecuencia de respuesta a las secuencias que fueron reforzadas en la Fase 1 en bloques de cinco sesiones durante la segunda fase. En la columna de la izquierda están los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas y en la columna de la derecha a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas.

derecha a los sujetos a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas (panel superior derecha-izquierda y panel inferior izquierda-derecha). En cada gráfica se incluye el último día de respuesta a la secuencia reforzada en la segunda fase.

Al extinguir secuencias homogéneas, partiendo de un nivel asintótico en la fase anterior de 50 respuestas en promedio, hubo un decremento a 20 respuestas para cinco de los sujetos en los cinco primeros días. A partir del segundo bloque y hasta que terminó la fase, las respuestas decrementaron alcanzando un nivel final de 10 respuestas. El sujeto X22 mantuvo un nivel de 30 respuestas en promedio de la secuencia reforzada en la fase anterior durante los 20 días de extinción. Los seis sujetos reforzados por secuencias heterogéneas mostraron un decremento gradual de las respuestas a la secuencia antes

reforzada durante la fase de extinción. Once de los doce sujetos fueron disminuyendo las respuestas a la secuencia reforzada en la segunda fase hasta valores menores a 10 respuestas al final de la fase.



**Figura 11.** Muestra la frecuencia de respuesta a las secuencias que fueron contingentes en la fase de adquisición en bloques de cinco sesiones durante la fase de extinción. En la columna de la izquierda están los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas y en la columna de la derecha a los que se les reforzaron secuencias heterogéneas.

La Tabla 5 muestra el promedio de respuestas en porcentajes de los 20 días de extinción de los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas. La primera columna indica las respuestas de la secuencia reforzada en la segunda fase con un promedio del 43%. Esta secuencia fue la de mayor frecuencia sobre las otras secuencias. En la segunda columna se muestran las respuestas a la secuencia homogénea no contigua en la segunda fase con el 29% respuestas en promedio. En la tercera columna están los datos de las repuestas a la

heterogénea reforzada en la primera fase con el 18% en promedio. La última columna presenta los datos de la secuencia homogénea contigua con el reforzador en la segunda fase con el 10% de respuestas.

**Tabla 5.** Muestra los porcentajes de las respuestas a cada una de las secuencias en la fase de extinción del Experimento 2.

| <b>sujetos</b> | <b>Heterogénea reforzada (Fase 2)</b> | <b>Homogénea no contigua</b> | <b>Heterogénea reforzada (Fase 1)</b> | <b>Homogénea contigua</b> |
|----------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| <b>X24</b>     | 49                                    | 22                           | 18                                    | 11                        |
| <b>X25</b>     | 37                                    | 32                           | 21                                    | 11                        |
| <b>X26</b>     | 41                                    | 36                           | 14                                    | 9                         |
| <b>X19</b>     | 44                                    | 27                           | 17                                    | 12                        |
| <b>X27</b>     | 45                                    | 35                           | 15                                    | 6                         |
| <b>X28</b>     | 44                                    | 25                           | 22                                    | 9                         |
| <b>Media</b>   | <b>43</b>                             | <b>29</b>                    | <b>18</b>                             | <b>10</b>                 |

Se ajustaron los datos obtenidos a una curva sigmoïdal con la función de Boltzmann, al igual que en el primer experimento. El análisis se aplicó a los 12 sujetos sobre la secuencia reforzada para las dos condiciones de adquisición (Fases 1 y 2). La Tabla 6 muestra los datos obtenidos del ajuste para cada uno de los 12 sujetos. Se indica el valor obtenido por cada uno de los cuatro parámetros, la  $R^2$  y el promedio de los datos. Al final de la tabla se presenta la función empleada. En el panel (a) están los valores del ajuste realizado a la adquisición de la primera secuencia, en la parte superior están los datos para secuencias homogéneas y en la parte inferior para heterogéneas. Para los sujetos a los que se les reforzaron secuencias homogéneas, el promedio de las respuestas dadas en el valor inicial fueron de 10.88 (A1), con un valor final de 49.68 (A2) respuestas en promedio. El valor de inflexión ( $x_0$ ) fue de 2.34 en promedio. Se muestra el parámetro de velocidad ( $dx$ ) con un valor de 0.56. La  $R^2$  para estos sujetos fue de 0.95 en promedio. En la parte de abajo del panel están los datos obtenidos de los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas. Con un promedio de 7.54 en el valor inicial (A1) y una ejecución final de 39.76 en promedio (A2). Se muestra el valor de inflexión en el aprendizaje ( $x_0$ ) con un valor de 13.17. El parámetro de velocidad de aprendizaje ( $dx$ ) fue de 5.55 en promedio. Con una  $R^2$  de 0.67.

En el panel (b) están los valores del ajuste realizado a la adquisición de la segunda secuencia, en la parte de arriba están los datos para secuencias homogéneas y en la parte de abajo para heterogéneas. Los valores en promedios para los seis sujetos reforzados en

secuencias homogéneas fueron: en la respuesta inicial de 1.17, en la respuesta final de 49.46. El valor de inflexión fue de 2.51 con un valor en el parámetro de velocidad de 0.49, finalmente con una  $R^2$  de 0.97. Los promedios para los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas fueron de: 3.68 para el valor inicial, con un valor final de 37.22, un valor de inflexión de 24.91 y en el parámetro de velocidad el valor fue de 4.32, con una  $R^2$  de 0.92.

**Tabla 6.** Muestra los datos obtenidos del ajuste sigmoidal. En el panel (a) están los datos de la adquisición de la primera secuencia de todos los sujetos y en el panel (b) los datos de la adquisición de la segunda secuencia. Al final de los paneles se presenta la función usada (Exp II).

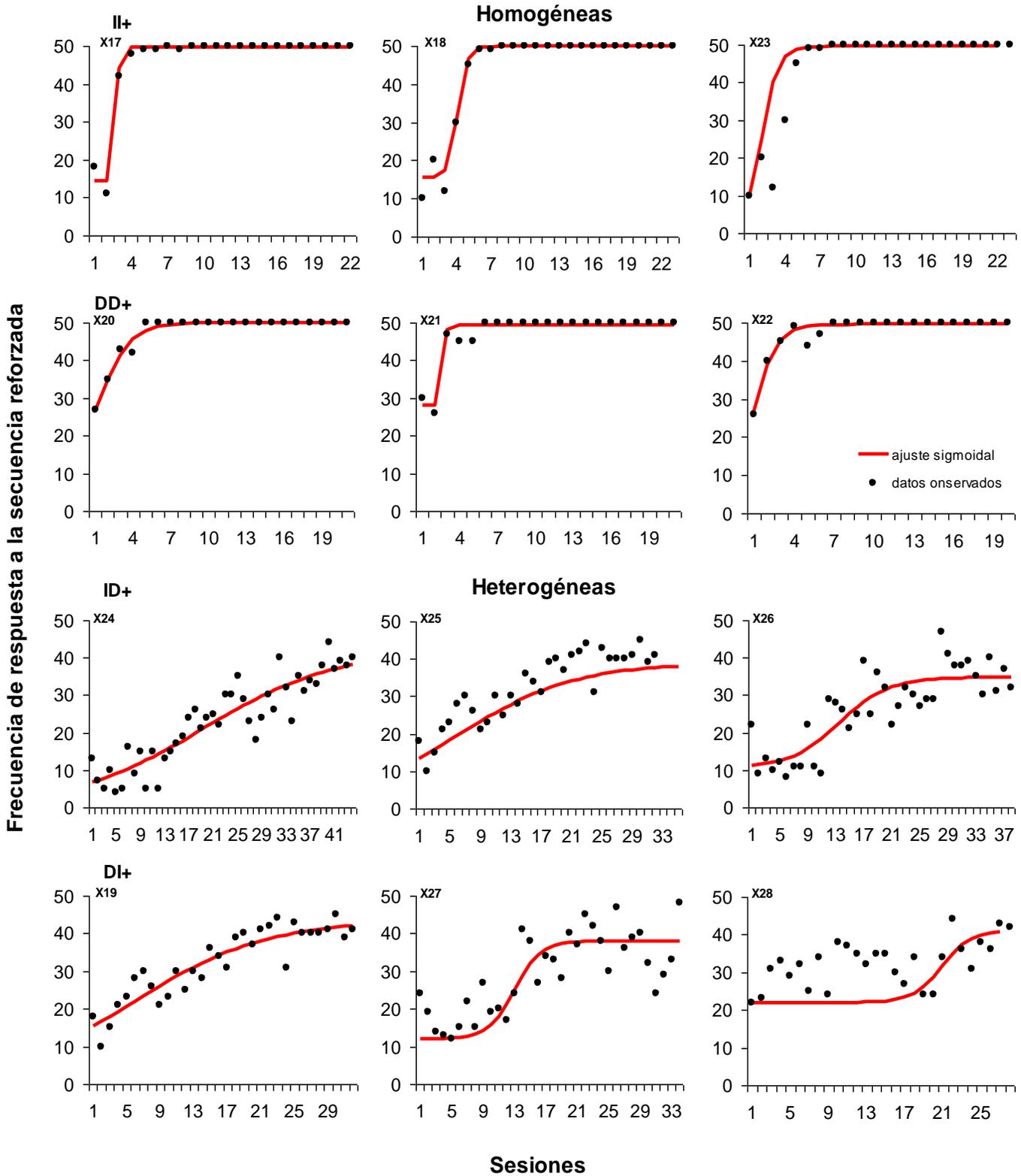
| a)                                  |       |       |       |      |      |       |              | b)                                  |       |       |       |       |       |       |              |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|--------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Adquisición de la primera secuencia |       |       |       |      |      |       |              | Adquisición de la segunda secuencia |       |       |       |       |       |       |              |
| Secuencias homogéneas               |       |       |       |      |      |       |              | Secuencias homogéneas               |       |       |       |       |       |       |              |
|                                     | X17   | X18   | X23   | X20  | X21  | X22   | promedios    |                                     | X17   | X18   | X23   | X20   | X21   | X22   | promedios    |
| A1                                  | 14.5  | 15.5  | 0     | 7.29 | 28   | 0     | <b>10.88</b> | A1                                  | 0     | 3.6   | 0     | 0     | 0     | 3.42  | <b>1.17</b>  |
| A2                                  | 49.73 | 49.85 | 49.57 | 50   | 49.4 | 49.55 | <b>49.68</b> | A2                                  | 48.9  | 50    | 49    | 49.3  | 49.61 | 49.97 | <b>49.46</b> |
| X0                                  | 2.95  | 4.12  | 1.98  | 1.2  | 2.92 | 0.85  | <b>2.34</b>  | X0                                  | 2.72  | 2.7   | 1.5   | 1.97  | 1.81  | 4.37  | <b>2.51</b>  |
| dx                                  | 0.03  | 0.39  | 0.7   | 1.3  | 0.03 | 0.89  | <b>0.56</b>  | dx                                  | 0.52  | 0.34  | 0.41  | 0.68  | 0.36  | 0.6   | <b>0.49</b>  |
| R2                                  | 0.98  | 0.97  | 0.97  | 0.96 | 0.92 | 0.92  | <b>0.95</b>  | R2                                  | 0.97  | 1     | 0.94  | 0.93  | 0.98  | 0.99  | <b>0.97</b>  |
| Secuencias heterogéneas             |       |       |       |      |      |       |              | Secuencias heterogéneas             |       |       |       |       |       |       |              |
|                                     | X24   | X25   | X26   | X19  | X27  | X28   |              |                                     | X24   | X25   | X26   | X19   | X27   | X28   |              |
| A1                                  | 0     | 0     | 10.53 | 0.68 | 12   | 22    | <b>7.54</b>  | A1                                  | 2.76  | 3.1   | 4.36  | 4.18  | 2.09  | 5.6   | <b>3.68</b>  |
| A2                                  | 42.28 | 38.91 | 34.76 | 43.6 | 38   | 41    | <b>39.76</b> | A2                                  | 37.51 | 43.36 | 29.56 | 41.24 | 37.72 | 33.91 | <b>37.22</b> |
| X0                                  | 19.48 | 5.99  | 13.54 | 6.1  | 13   | 20.9  | <b>13.17</b> | X0                                  | 32.49 | 23.22 | 24.93 | 20.67 | 24.69 | 23.45 | <b>24.91</b> |
| dx                                  | 11.08 | 7.68  | 3.52  | 7.84 | 1.65 | 1.5   | <b>5.55</b>  | dx                                  | 5.51  | 3.94  | 3.64  | 5.57  | 4.49  | 2.76  | <b>4.32</b>  |
| R2                                  | 0.81  | 0.7   | 0.68  | 0.82 | 0.66 | 0.33  | <b>0.67</b>  | R2                                  | 0.91  | 0.97  | 0.91  | 0.9   | 0.93  | 0.92  | <b>0.92</b>  |

$$y = \frac{A1 - A2}{1 + e^{(x-x_0)/dx}} + A2$$

**A1:** respuesta inicial  
**A2:** respuesta final  
**x:** sesión  
**x<sub>0</sub>:** punto de inflexión  
**dx:** velocidad

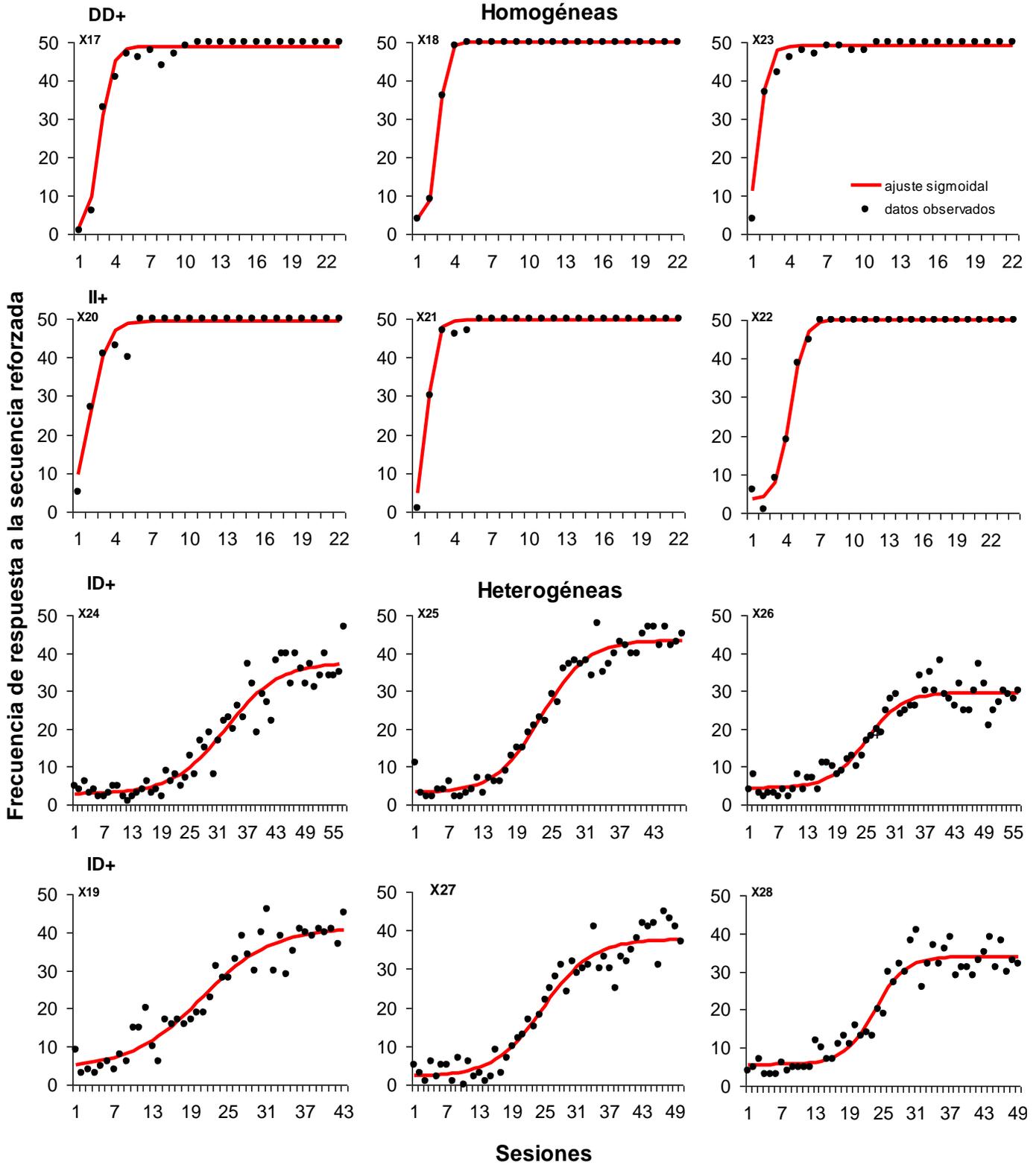
En las Figuras 12 y 13 se muestran las gráficas con las líneas de ajuste. La Figura 12 presenta los datos de adquisición de la primera secuencia (primera fase). En la parte superior están los sujetos reforzados en secuencias homogéneas y en la inferior los sujetos reforzados en heterogéneas. La Figura 13 muestra los ajustes en la adquisición de la segunda secuencia para los sujetos reforzados en secuencias homogéneas y heterogéneas. Los puntos representan los datos observados para cada una de las ratas, es decir la frecuencia de respuesta para la secuencia reforzada y la línea roja indica los valores obtenidos del ajuste. Los datos observados en secuencias homogéneas tienen un mejor ajuste a la curva predicha, a diferencia de los datos observados en la secuencia heterogénea presentando mayor dispersión sobre la curva teórica.

## ADQUISICIÓN DE LA PRIMERA SECUENCIA



**Figura 12.** Muestra la adquisición de la primera secuencia. En la mitad superior están los sujetos reforzados en secuencias homogéneas y en la de abajo los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas.

## ADQUISICIÓN DE LA SEGUNDA SECUENCIA



**Figura 13.** Muestra la adquisición de la segunda secuencia. En la mitad superior están los sujetos reforzados en secuencias homogéneas y en la de abajo los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas.

## **Discusión**

Un primer propósito de este experimento fue replicar los hallazgos reportados en la primera fase del Experimento 1, evaluar en la segunda fase la extinción de una secuencia previamente reforzada mientras se reforzó la adquisición de una nueva secuencia. En una tercera fase se agregaron condiciones de extinción con el fin de analizar las curvas de las distintas secuencias después de haber pasado por dos fases de reforzamiento. Se discutirán los resultados encontrados en cada una de las tres fases del segundo experimento y se compararán donde sea posible con los resultados del Experimento 1.

### *Primera Fase (adquisición primera secuencia)*

El objetivo de esta fase fue replicar los efectos encontrados en la primera fase del primer experimento. Los resultados mostraron que al hacer contingente la entrega del reforzador a una secuencia específica, tal secuencia incrementó su frecuencia con relación a las demás secuencias. Los datos demuestran que sin importar que tipo de estructura sea reforzada sus frecuencias aumentan. Teniendo un valor asintótico sostenido durante toda la fase para secuencias homogéneas y un valor mayor a 30 respuestas para secuencias heterogéneas los últimos días de la fase. Los valores del ajuste realizado a los datos corroboran lo anterior. El parámetro A2 indica el valor final predicho de la secuencia reforzada siendo de 49.68 en promedio para secuencias homogéneas y 39.02 para secuencias heterogéneas. Más del 50% de las respuestas totales fueron ejecutadas en la secuencia reforzada al final de la fase confirmando que las secuencias reforzadas son las que incrementan.

Las diferencias en la velocidad de adquisición entre los dos tipos de estructura, también fue replicada. Los datos muestran que tanto el número de sesiones como la frecuencia de respuesta favorecieron el aprendizaje de secuencias homogéneas. Se requirieron de menos sesiones para responder a la secuencia correcta cuando se reforzaron secuencias homogéneas (cinco sesiones en promedio) y para secuencias heterogéneas (15 sesiones). En la frecuencia de respuestas se encontró un nivel asintótico de 50 respuestas para secuencias homogéneas y un nivel de 40 respuestas en promedio para secuencias heterogéneas. Resultados similares son reportados por Grayson y Wasserman (1979) y Bachá et al. (2007). Otro dato que contribuye a la diferencia de velocidad de adquisición es el ajuste realizado a los datos. El parámetro  $x_0$  representa el valor de inflexión, es decir el

momento en que se ve un cambio en la curva, mostrando en que sesión la secuencia reforzada incrementa y un decremento en la otras secuencias. Este valor fue de 2.34 en promedio para secuencias homogéneas y de 13.17 para secuencias heterogéneas. Otro parámetro del ajuste realizado que describe la diferencia en la velocidad de adquisición, es  $dx$  el cual representa la velocidad de adquisición. Entre menor sea este valor el aprendizaje es más rápido. Los valores en este parámetro fueron de 0.56 en promedio para secuencias homogéneas y de 5.55 para heterogéneas. La diferencia entre los distintos valores en los parámetros  $x_0$  y  $dx$  confirman que existió una diferencia en la adquisición de las secuencias. Al igual que en el primer experimento se encontró una relación entre la velocidad y el punto de inflexión favoreciendo la hipótesis de que la estructura de la secuencia tiene un efecto sobre la adquisición de las secuencias.

Debido a que la contigüidad de las respuestas con el reforzador determinan la fuerza de cada una de ellas, las respuestas que son inmediatamente seguidas del reforzador tienen mayor fuerza que las respuestas mas alejadas del reforzador (Catania, 1971; Grayson y Wasserman, 1979; Nevin, 1988; Bachá et al. 2007). El efecto de contigüidad fue replicado de nuevo en esta fase. Por ejemplo para los sujetos reforzados en la primera fase en la secuencia ID mostraron una clara diferencia entre las respuesta a la secuencia homogénea DD y las respuestas a la secuencia II.

Con la primera fase se cumplieron los siguientes objetivos: a) Se confirmó lo reportado por Graysson y Wasserman (1979); Reid et al. (2001) que al hacer contingente la entrega del reforzador a una secuencia específica, esta incrementará con relación a las demás opciones; b) Se confirmó que la velocidad de adquisición es determinada por la estructura de la secuencia reforzada, como lo demuestra la diferencia en las sesiones requeridas para completar los 1000 reforzadores y por el nivel de ejecución de la secuencia reforzada; y, c) Se encontraron efectos de contigüidad con el reforzador al igual que en el primer experimento y lo reportado por Catania (1971).

#### *Segunda Fase (adquisición de la segunda secuencia)*

El interés de esta fase fue analizar la adquisición de una nueva secuencia y la extinción de la secuencia reforzada en la primera fase cuando una nueva secuencia es contingente al reforzador. El primer objetivo de la segunda fase fue evaluar, si se

encuentran efectos similares cuando se refuerza una secuencia en una primera fase y después se refuerza una nueva secuencia en una segunda fase.

Se encontró que al hacer contingente la entrega del reforzador a una nueva secuencia esta se aprendió y se diferenció de las otras secuencias. Cuando la secuencia reforzada pasó de una homogénea a otra homogénea las respuestas a la nueva secuencia reforzada se presentaron desde el segundo bloque. En los primeros cinco días de la segunda fase hubo un incremento a las otras secuencias y un decremento a la secuencia antes reforzada. Al hacer contingente el reforzador a la secuencia homogénea contraria ésta incremento hasta llegar a un nivel asintótico de 50 respuestas y respuestas nulas a las otras secuencias.

Al reforzar una nueva secuencia heterogénea y extinguir la secuencia heterogénea contraría el aprendizaje de la nueva secuencia fue más lento. Los datos mostraron que los animales mantienen sus respuestas a la secuencia antes reforzada durante 4 bloques a pesar de que el reforzador ya no era contingente. Este dato apoyaría la idea de que los animales integraron las respuestas de la secuencia formando una unidad. A pesar de este mantenimiento, los animales incrementaron sus respuestas a la secuencia reforzada. Los datos relacionados con el incremento en la nueva secuencia reforzada apoyan la idea de que los animales son sensibles a los cambios de contingencia y que estos modifican su conducta para la obtención del reforzador (Staddon, 1983).

Se mostró una velocidad de adquisición más rápida para secuencias homogéneas que para secuencias heterogéneas. Los valores obtenidos en los parámetros de inflexión ( $x_0$ ) y de velocidad ( $x_d$ ) así como las líneas de ajuste también apoyaría la hipótesis de que la velocidad de adquisición depende de la estructura reforzada.

Al reforzar secuencias heterogéneas en la segunda fase se encontró, al igual que en la primera fase, una alta frecuencia de respuesta a la secuencia homogénea más cercana al reforzador. A pesar de que durante 20 días las respuestas a la secuencia reforzada fueron muy bajas y el reforzador se presentaba en muy pocas ocasiones el efecto de contigüidad fue muy claro. Por ejemplo para los sujetos a los que se les reforzó DI en la segunda fase, el efecto de contigüidad se presentó en la secuencia II. Las respuestas a la secuencia II de ser nulas en la primera fase incrementaron considerablemente en la segunda fase. Estos datos

confirman el hallazgo de que las respuestas más cercanas al reforzador tienen mayor fuerza que las más alejadas al reforzador (Catania, 1971; Grayson y Wasserman, 1979).

Un segundo objetivo de esta fase fue analizar lo que le ocurrió a la secuencia antes reforzada mientras se reforzaba una nueva secuencia. Al reforzar una secuencia homogénea hubo un decremento muy rápido en cinco días aunque siempre estuvo por debajo de la nueva secuencia reforzada. A partir del segundo bloque las respuestas a esta secuencia fueron nulas. Cuando se reforzó una secuencia heterogénea la extinción a la secuencia previamente reforzada fue muy lenta, manteniendo la frecuencia de respuesta más alta a esta secuencia comparada con la secuencia reforzada. Al final de la fase hubo un decremento a esta secuencia y un incremento de las respuestas a la secuencia heterogénea reforzada. La diferencia del número de sesiones en la extinción entre las dos secuencias sugeriría que se debe a la estructura y complejidad de la secuencia reforzada. Siendo más fácil aprender a repetir la respuesta para la obtención de reforzador (secuencias homogéneas). El aprendizaje de una nueva secuencia heterogénea requirió que los animales aprendieran de nuevo el orden correcto de la secuencia reforzada. Para ello los sujetos tuvieron que modificar la respuesta inicial de la secuencia y luego cambiar la respuesta a la otra palanca. La diferencia en las curvas muestran que la estructura de las secuencias produce decrementos diferentes en extinción cuando se está reforzando una nueva secuencia.

Los datos de esta fase sugieren que los animales aprenden a integrar las respuestas de la nueva secuencia reforzada formando una nueva unidad en la segunda fase. Esto se ve reflejado con el incremento en la frecuencia de la nueva secuencia para los 12 sujetos y, al igual que en la primera fase, hubo una adquisición más rápida en secuencias homogéneas que en secuencias heterogéneas. También se encontraron efectos de contigüidad aunque las respuestas a la secuencia reforzada fueron muy bajas al inicio de la segunda fase. La estructura de las secuencias que están siendo extinguidas y las que se están reforzando produce efectos diferentes en las curvas de extinción y adquisición.

### *Tercera Fase (extinción)*

Con la tercera fase se pretendió examinar el curso del decremento en las curvas de extinción tanto de las respuestas a la secuencia reforzada en la segunda fase como de las

otras tres posibles secuencias y confirmar si la estructura de la secuencia reforzada generó efectos diferenciales en las curvas de extinción.

Cuando se reforzó la combinación de una secuencia homogénea---homogénea al introducir extinción se encontró:

1) Para cinco sujetos hubo un decremento en la secuencia reforzada mostrando una curva típica de extinción (Fester y Skinner, 1957 y Nevin, 1988). Las curvas para estas secuencias fueron distintas a las reportadas en el primer experimento.

2) Hubo un incremento en la frecuencia de las secuencias heterogéneas que no fueron reforzadas. La variabilidad presentada en estas secuencias se mantuvo durante toda la fase. Estos resultados son similares a los del primer experimento y lo reportado por Schwartz (1980) y Neuringer et al. (2001), en el sentido de que la introducción de extinción produce variabilidad en la respuesta.

3) El último efecto encontrado al extinguir secuencias homogéneas fue un incremento en la secuencia homogénea reforzada en la primera fase. Al final de la segunda fase las respuestas a esta secuencia fueron nulas, al introducir extinción la frecuencia de esta secuencia fue ligeramente mayor al final de la fase con respecto a las otras secuencias. Este efecto podría ser comparable a los resultados encontrados por Reed y Morgan (2006) en el estudio del resurgimiento de secuencias reforzadas en fases anteriores a extinción. Los autores reforzaron a ratas a emitir secuencias de tres respuestas a dos operandos, cada rata pasó por tres fases. En las dos primeras fases se reforzó una secuencia distinta. En una tercera fase agregaron condiciones de extinción. Las ratas al pasar a extinción emitieron la secuencia previamente reforzada, al no obtener el reforzador respondieron a la secuencia reforzada en la primera fase. Los autores concluyeron que el resurgimiento de las respuestas esta en función de la historia de reforzamiento. Resultados similares se encontraron en la fase de extinción. Los sujetos iniciaron respondiendo a la secuencia homogénea reforzada en la segunda fase, después de algunas sesiones al no recibir el reforzador, la secuencia con la que probaron fue con la homogénea reforzada en la primera fase.

Al reforzar la combinación de una secuencia heterogénea--heterogénea y después introducir extinción se producen distintos efectos:

1) Un decremento gradual de la secuencia reforzada presentando una curva típica de extinción como los datos reportados por Nevin (1988). Aunque las respuestas a la secuencia antes reforzada fueron decreciendo se mantuvieron con una mayor frecuencia respecto a las otras posibles secuencias. Que las respuestas con mayor frecuencia fueran a la secuencia antes reforzada daría indicios de que los animales integraron las respuestas de la secuencia formando una unidad.

2) Hubo un incremento en la otra secuencia heterogénea (reforzada en la primera fase). La frecuencia de respuestas a esta secuencia fueron más altas que las respuestas a la secuencia homogénea contigua en la segunda fase. El incremento de respuestas en esta secuencia se puede deber al resurgimiento planteado por Reed y Morgan (2006). El cual según los autores esta en función de la historia de reforzamiento.

3) Se encontraron efectos de variabilidad a la secuencia homogénea contigua en la segunda fase. Esta variabilidad se mantuvo oscilando alrededor del 10% de respuestas en promedio. Las respuestas a esta secuencia fueron las de menor frecuencia en relación a las otras secuencias.

4) Para cinco de los sujetos se produjo el mismo efecto reportado en el primer experimento. Relacionado con el incremento de la secuencia más alejada del reforzador. En este experimento la secuencia homogénea que incrementó fue la no contigua con el reforzador en la segunda fase. Por ejemplo, al sujeto X26 le fue reforzada la secuencia DI en la segunda fase, por lo tanto las respuestas a la secuencia DD fueron nulas al final de la segunda fase. Al introducir extinción la frecuencia de respuestas a esta secuencia de ser nulas incrementaron sobre la secuencia heterogénea reforzada en la primera fase y sobre la otra homogénea. Al igual que en el primer experimento estos datos pueden ser explicados con el árbol de probabilidades. Tomando cada decisión de las respuestas que forman la secuencia en dos momentos distintos como lo plantearon Bachá et al. (2007).

En esta fase se encontró que los sujetos mantuvieron durante 10 días una frecuencia mayor a la secuencia antes reforzada sobre las otras secuencias teniendo al final de la fase un decremento de las respuestas. Se encontró un resurgimiento de la secuencia reforzada en la primera fase y efectos de variabilidad. Finalmente hubo un incremento de las respuestas a la secuencia homogénea más alejada del reforzador.

En resumen con el segundo experimento se confirmó en dos fases distintas, que los animales incrementan la secuencia reforzada, se mostró que la velocidad de adquisición para las secuencias depende de la estructura reforzada y en las dos fases de reforzamiento hubo efectos de contigüidad. Con el mantenimiento de las respuestas se sugiere que los animales formaron nuevas unidades y que las curvas de extinción mostraron pendientes diferentes dependiendo de la estructura de la secuencia que fue reforzada.

### **Discusión General**

Uno de los procesos básicos que contribuyen a que las distintas especies se adapten a su ambiente, es el aprendizaje. Dentro del estudio del aprendizaje existen una gran cantidad de procesos que contribuyen a la adaptación. Un área que se relaciona con el aprendizaje de distintas conductas y la modificación de estas es la de secuencias de respuesta. El estudio de secuencias de respuesta ha abarcado distintas áreas de interés. En algunos casos se ha propuesto una definición de la unidad de secuencia (Zeiler, 1977); se ha planteando como funciona el reforzador en la formación de una secuencia (Catania, 1971), en otros el interés ha sido desarrollar procedimientos con el fin de controlar y manipular distintas variables. Por ejemplo, se ha estudiado la adquisición de una secuencia en procedimientos de ensayos discretos (Grayson y Wasserman, 1979; Schwartz, 1980; Reid, 1994; Bachá et al. 2007); en operante libre (Reid et al., 2001; Machado, 1993); o bien, se ha controlado la demora de la entrega del reforzador, con el fin de estudiar si se facilita el aprendizaje de las secuencias (Bruner, Lattal y Acuña, 2002).

Algunos autores han analizado, si estímulos discriminativos en la formación de la secuencia (Reid et al., 2001) o en la entrega del reforzador (Reed et al., 1991) facilitan la integración de la nueva secuencia. Se ha estudiado también si el aprendizaje de secuencias puede ser explicado por la ley de igualación (Feterman y Stubbs, 1982 y Schneider y Davidson, 2006). Sin embargo, la mayoría de los esfuerzos han sido con objetivos particulares y los resultados obtenidos en algunos casos han mostrado características similares y en otros discrepantes. El propósito del presente trabajo fue evaluar la adquisición de secuencias de respuesta y tener una prueba para medir de forma confiable si se formó una nueva secuencia. Una manera de obtener evidencia de la formación de secuencias fue la mediante la introducción de extinción.

### *Adquisición*

El primer objetivo del trabajo fue confirmar los hallazgos reportados por Grayson y Wasserman (1979), Schwartz (1980) y Bachá (2007) que al hacer contingente la entrega del reforzador a una secuencia específica esta incrementará su frecuencia con relación a las demás posibles secuencias. Los dos experimentos aquí reportados mostraron que tanto las secuencias homogéneas como las heterogéneas fueron aprendidas y que estas secuencias exhibieron una frecuencia mayor a las otras tres secuencias. En el Experimento 1 se mostró la adquisición para ambas secuencias durante la primera fase. En el segundo experimento se tuvieron dos fases en las cuales se reforzaron secuencias distintas y la adquisición de la secuencia reforzada fue evidente en las dos fases. Un hallazgo planteado por otros autores (Staddon, 1983; Timberlake, 1999) es que los animales ordenan su conducta de acuerdo a las contingencias del ambiente. Nuestros datos en las fases de adquisición mostraron que los animales ordenaron su conducta dependiendo de la secuencia reforzada.

Al reforzar secuencias homogéneas se obtuvieron datos consistentes en la primera fase del Experimento 1 y en las dos fases de adquisición del segundo experimento. Todos los sujetos (6 para cada experimento) mostraron respuestas asintóticas a la secuencia reforzada a partir de la quinta sesión y respuestas nulas a las otras secuencias. La ejecución óptima para estas secuencias probablemente se debió a que en una secuencia homogénea el animal requiere aprender en que palanca debe repetir la respuesta. Una vez alcanzado este aprendizaje no se presentó ningún tipo de error en la ejecución de respuestas sobre secuencias homogéneas consiguiendo valores asintóticos en estas fases, obteniendo la totalidad de los reforzadores disponibles por sesión.

Cuando se reforzaron secuencias heterogéneas se produjeron distintos efectos sobre la conducta del animal. Al inicio de la fase de reforzamiento la alternación de respuestas entre los operandos fue indiscriminada igualando la frecuencia para ambas secuencias heterogéneas. Todos los sujetos terminaron respondiendo con mayor frecuencia a la secuencia heterogénea sobre la que era contingente la entrega del reforzador. Esto fue así en las primeras fases de los dos experimentos. En la segunda fase del Experimento 2 los animales mantuvieron la secuencia aprendida durante 25 sesiones aproximadamente. A partir de este punto, los animales empezaron a incrementar sus respuestas a la secuencia heterogénea sobre la que era contingente el reforzador, siendo esta la más alta en frecuencia

al final de la segunda fase, al mismo tiempo que los animales incrementaban sus respuestas a la secuencia heterogénea reforzada. Se obtuvo una alta frecuencia a la secuencia homogénea asociada al efecto de contigüidad replicando los resultados obtenidos por Greyson y Wasserman (1979) y Bachá et al. (2007). En el reforzamiento de secuencias heterogéneas no se produjo una ejecución óptima como sucedió con la ejecución de las secuencias homogéneas. Esta diferencia podría deberse a que el aprendizaje de secuencias heterogéneas involucra que los animales aprendan a alternar sus respuestas entre los operandos en un orden específico. Esto requiere empezar a responder en la palanca correcta y cambiar su respuesta a la otra palanca. Aprender este orden probablemente produjo que los animales adquirieran la secuencia más lentamente y que cometieran una cierta cantidad de errores de alternación y de contigüidad en la ejecución.

Un segundo objetivo asociado a las fases de adquisición precisamente fue analizar si la velocidad de adquisición de las secuencias depende de la estructura de la secuencia reforzada. Los animales reforzados en secuencias homogéneas necesitaron de 25 días aproximadamente para obtener los 1000 reforzadores para cambiar de fase mientras que los sujetos reforzados en secuencias heterogéneas necesitaron entre 35 y 40 días en promedio. También se obtuvo una mejor ejecución al reforzar secuencias homogéneas teniendo valores asintóticos de 50 respuestas a esta secuencia y un valor de 40 respuestas en promedio para secuencias heterogéneas. En los dos experimentos el aprendizaje de las secuencias homogéneas fue más rápido que el de las heterogéneas ya que se requirieron menos días para los cambios de fase cuando se reforzaron secuencias homogéneas y la frecuencia de respuesta fue la más alta de las secuencias homogéneas. De acuerdo con los valores de ajuste realizado, en el parámetro de inflexión se indica en que momento de la fase se presentó un incremento en la secuencia reforzada mostrando un valor menor para secuencias homogéneas y un valor mayor para heterogéneas. El parámetro de velocidad asume que entre menor sea su valor estaría indicando un aprendizaje más rápido. Este parámetro también fue favorable para las secuencias homogéneas. Tanto la cantidad de sesiones para el cambio de fase como las frecuencias de respuesta apoyan la presunción de que habría una diferencia en la velocidad de adquisición de secuencias dependiendo de la secuencia reforzada.

### *Extinción*

Al introducir extinción se encontraron distintos efectos dependiendo de la fase y del experimento. Primero se analizará la fase en la que hubo extinción y reforzamiento de una secuencia simultáneamente. En la segunda fase del Experimento 2 se programó la extinción a la secuencia previamente reforzada mientras se reforzaba una nueva secuencia. Los resultados mostraron curvas distintas. La diferencia dependió de la secuencia que se extinguía y de la secuencia que se estuviera reforzando produciendo una rápida extinción para las secuencias homogéneas y una lenta extinción para las heterogéneas. Más específicamente, podría sugerirse que la diferencia se debió a que mientras se extinguía una secuencia homogénea se fue reforzando la otra homogénea y cuando se extinguió una secuencia heterogénea se reforzó la otra heterogénea. Los datos indican que el aprendizaje de una secuencia homogénea fue más rápido que el de una heterogénea y esto correspondió con una diferencia en la curvas de extinción en esta fase.

La condición común en extinción en los dos experimentos fue el retiro del reforzador para todas las secuencias, esto ocurrió en la segunda fase del primer experimento y en la tercera fase del segundo. En ambos experimentos secuencias específicas mostraron variabilidad durante la fase de extinción coincidiendo con el reporte de Neuringer et al. (2001), quienes encontraron que al introducir extinción después de reforzar un número de secuencias hubo variabilidad en las respuestas. En nuestro trabajo, esta variabilidad se presentó solo para cierto tipo de secuencias.

Otro hallazgo similar entre los dos experimentos fue que al extinguir secuencias heterogéneas hubo un incremento de la secuencia homogénea más alejada del reforzador en la fase previa, mostrando al final de la fase de extinción una alta frecuencia en la secuencia que fue nula en la fase anterior. Estos datos pueden ser interpretados y descritos como si el animal fuera tomando las decisiones de cómo responder en distintos momentos, tal y como lo prescribe el árbol de probabilidades propuesto por Bachá et al. (2007). Bajo esta lógica se asumiría que los animales desarrollaron una alta frecuencia a esta secuencia debido a que estaban probando la mejor opción para obtener el reforzador. Esta opción correspondería con la secuencia más alejada del reforzador en la fase previa.

Las respuestas a la secuencia previamente reforzada al introducir extinción mostraron ciertas diferencias entre ambos experimentos. En el primer experimento se reportó un mantenimiento de la respuesta a la secuencia antes reforzada sin importar el tipo

de estructura que se estuviera extinguiendo. El mantenimiento de estas respuestas y que estuvieran por encima de las otras secuencias se puede interpretar como una prueba de que el animal integró las respuestas que son parte de la secuencia formando una nueva unidad de respuesta. Una posible interpretación sugeriría que el cambio de estímulos que acompañó la entrega del reforzador en la fase de adquisición mantuviera las secuencias en la fase de extinción tal y como lo plantean Nevin y Grace (2001), y Shahan y Podlesnik, (2005). Otro dato en esta fase fue que los animales terminaban las sesiones por número de ensayos y no por tiempo de sesión. Es decir, que siempre se mantuvieron respondiendo durante toda la fase de extinción. Timberlake (1984) señaló que los animales aprenden a anticipar la comida y que esta anticipación la integran con su ejecución en la caja operante. Una situación que no hemos explorado en el presente trabajo es que al terminar la sesión se alimentaba a los animales para mantenerlos al 85% su peso. Es posible que este orden y el mantenimiento de la conducta se pudiera deber a que los animales integraron la comida que se les daba al final de la sesión con la ejecución en la caja operante. Un experimento adicional podría confirmar esta suposición

A diferencia del primer experimento en el Experimento 2 no se encontró un mantenimiento de la respuesta a la secuencia ya aprendida. Esta diferencia podría deberse a que los animales en el segundo experimento fueron expuestos a dos fases de extinción. En la segunda fase del experimento se extinguió la secuencia previamente reforzada mientras se reforzaba una nueva. Al pasar a la tercera fase en la cual se omitió la entrega del reforzador, los animales ya habían tenido la experiencia de no obtener el reforzador con la secuencia aprendida. La pre-exposición a las condiciones de extinción probablemente contribuyó a que los animales aprendieran de esta condición y mostraran un decremento de las respuestas al estar de nuevo expuestos a extinción. Por lo tanto, no se encontró un mantenimiento en las respuestas previamente aprendidas como ocurrió en el Experimento 1.

Tomando en conjunto los dos experimentos se confirmaron las hipótesis planteadas, tanto en la fase de adquisición como en las fases de extinción respectivamente. Como resultado general obtuvimos que los animales formaron nuevas secuencias de respuesta y pudieron ser modificadas ante cambios en el ambiente (p. ej., cambios en la entrega del reforzador o ausencia de éste). El propósito común de éste y otros trabajos ha sido estudiar

la adquisición de secuencias de respuesta teniendo como pruebas de este aprendizaje el mantenimiento de la secuencia y su modificación cuando se cambian las reglas de reforzamiento (Bachá, 2007). Una prueba sencilla y directa de la formación de una nueva secuencia la constituye el mantenimiento de ésta sobre las otras posibles secuencias en condiciones de extinción (Experimento 1). Una demostración adicional estaría representada por un patrón ordenado de las respuestas durante la extinción (Experimento 2). Un resultado evidente fue que todos los sujetos ordenaran sus respuestas tanto a la secuencia reforzada como a las otras secuencias no reforzadas. Este patrón ordenado fue distinto dependiendo si se reforzó una secuencia homogénea o una heterogénea. De igual forma en las fases de extinción el orden de las respuestas a las distintas secuencias dependió de la estructura previamente reforzada.

Aunque la mayoría de los estudios en el área de secuencias han sido dirigidos a probar la formación de nuevas secuencias existen otros intentos por explicar como se forman las secuencias. Por ejemplo, Machado (1993) propuso un modelo que describe el mecanismo de aprendizaje de las secuencias en el que incluía dos niveles. En un primer nivel planteaba la importancia del reforzador y en el otro un sistema dinámico de memoria. En algunos casos se ha planteado que la formación de las secuencias también se puede dar en dos niveles, uno sería a nivel de respuesta y el otro a nivel de unidad (Reid, 1994). Basándose en estos últimos dos niveles se han tratado de explicar algunos resultados usando como herramienta teórica un árbol de probabilidades condicionales Bachá et al. (2007). Los autores propusieron el árbol para explicar el resurgimiento de secuencias previamente aprendidas. En el presente trabajo, se sugiere que al introducir extinción el incremento de las respuestas a la secuencia homogénea podría ser explicado con base en la lógica del árbol de probabilidades.

Por otro lado, autores como Feterman y Stubbs (1982) y Schneider y Davidson (2005, 2006) se han interesado en estudiar si la ley de igualación podría ser aplicada al aprendizaje de secuencias de respuesta. Dichos autores han propuesto distintos análisis que intentan explicar la formación de nuevas unidades. En un trabajo reciente realizado por Schneider (2008), se propuso un modelo para explicar la transición de respuestas individuales a secuencias de dos respuestas. El modelo es planteado en dos estados. El primer estado esta basado en igualación a nivel de secuencia y el segundo estado en

igualación a nivel de respuesta. Schneider propone que las nuevas unidades se forman con la interacción de los dos estados.

Muchos han sido los avances en el área de secuencias probando distintos procedimientos que han producido una gran cantidad de datos dando lugar a algunos modelos que intentan explicar la formación de secuencias de respuesta. A pesar de la amplia información que se ha recolectado en el estudio de secuencias de respuesta, aún no existe una explicación o modelo que permita aclarar muchos de los resultados obtenidos.

A manera de conclusión y de resumen los resultados de los dos experimentos sugieren que los animales en condiciones de adquisición:

1. Aprenden una secuencia específica a la cual le fue contingente la entrega del reforzador.
2. La secuencia adquirida es mantenida mientras le es contingente la entrega del reforzador.
3. Son sensibles a los cambios del ambiente y modifican su conducta aprendiendo nuevas unidades de secuencia (Experimento 2).
4. La velocidad con que se aprende la secuencia esta relacionada con el tipo de secuencia reforzada.

Al introducir condiciones de extinción los resultados mostraron que:

1. Los animales formaron nuevas secuencias demostrado por el mantenimiento de la secuencia aprendida (Experimento 1).
2. De acuerdo con Neuringer et al. (2001) aparecieron patrones de variabilidad a secuencias específicas.
3. Hubo un incremento en la secuencia homogénea que previamente tuvo una frecuencia nula. Este incremento puede ser interpretado como que los animales están respondiendo a la secuencia más alejada del reforzador en fases previas.
4. Existió un incremento en las secuencias ya aprendidas (Experimento 2) mostrando un resurgimiento de las respuestas (Reed y Morgan, 2006).
5. Que los animales son sensibles a las condiciones de extinción y que aprenden de esta condición. Se asume que los animales son sensibles a la extinción debido a la experiencia previa de haber pasado por la extinción de la secuencia reforzada en la primera fase (Experimento 2).

Una de las aportaciones que se han hecho con el estudio de secuencias de respuesta es aproximarse a un entendimiento más general en el área de sistemas conductuales. Autores como Shettleworth (2001), Staddon (1983) y Timberlake (1993, 1999) se han interesado en analizar la conducta en un escenario natural buscando principios generales que rijan la conducta. Una forma de estudiar estos patrones en un ambiente controlado y con conductas más sencillas ha sido entender como se adquieren, mantienen y se modifican las secuencias de respuesta. El presente trabajo pretende contribuir al estudio de secuencias aportando datos que sugieren que los animales integran nuevas unidades de respuesta. Se reportan efectos que no habían sido identificados en otros trabajos, los cuales aportan evidencia de que los animales ordenan toda su conducta en función de la secuencia reforzada. Los animales no respondieron al azar, siempre mostraron un orden similar entre sus respuestas a todas las secuencias mostrando patrones ordenados en su conducta.

El trabajo en esta área aún es muy amplio y hay distintos problemas por solucionar. Independientemente de seguir manipulando y controlando las distintas variables estudiadas en este y otros trabajos se identificaron al menos tres problemas a resolver. Primero, ofrecer una definición parsimoniosa de secuencia. Aún existen discusiones sobre si la formación de nuevas unidades es o no pertinente. Una definición general probablemente ayudaría a eliminar este problema. Segundo, desarrollar un modelo que integre y explique los resultados obtenidos hasta ahora y ayude a comprender los mecanismos involucrados en la formación de una unidad de secuencia. Finalmente en tercer lugar, integrar tanto la definición de una unidad de secuencia como el modelo explicativo a un área más general como sería la del estudio de sistemas conductuales. Esto nos permitiría entender mejor como los animales mantienen y modifican su conducta para adaptarse a un ambiente que tiene cambios constantes.

## Referencias

- Amsel, A. (1958). The role of frustrative no reward in noncontinuous reward situations. *Psychological Review*, 69,306-328.
- Bachá, G. (2007). Aprendizaje de secuencias: Una aproximación al estudio de unidades conductuales. Tesis de Doctorado. Facultad de Psicología UNAM.
- Bachá, G y Reid A. (2006). Adquisición de patrones simples de respuesta. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*. 2, 155-177.
- Bachá, G., Reid, A., y Mendoza, A. (2007), Resurgence of integrated behavioral units. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 87, 5–24.
- Bouton, M y Peck, C. (1989). Context effects on conditioning, extinction, and reinstatement in an appetitive conditioning preparation. *Animal Learning and Behavior*,17,188-198.
- Bouton, M. & Ricker, S. (1994). Renewal of extinguished responding in a second context. *Animal Learning and Behavior*, 22, 317-324.
- Boren, J. J., & Devine, D. D. (1968). The repeated acquisition of behavioral chains. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 2(6), 651-660.
- Bruner, C. A; Lattal, K. A. y Acuña, L. (2002). El establecimiento de secuencias de respuestas con reforzamiento demorado. *Suma Psicológica*. 9, 133 – 156.
- Capaldi, E.J. (1971). Memory and Learning. A sequential viewpoint. In W.K. Honig & P.H.R. James (Eds). *Animal Memory*, (pp.115-254).New York: Academic Press.
- Capaldi, E., Nawrocky, T. and Verry D.(1984). Stimulus control in instrumental discrimination learning and reinforcement schedule situations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10 1984, 46-55.
- Capaldi, E., Alptekin, S., Miller,D. and Barry, K. (1992). The role of instrumental responses in memory retrieval in a T-maze. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45B, 65-76.
- Catania, A. C. (1971). Reinforcement schedules: The role of responses preceding the one that produces the reinforcer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 15(3), 271-287.
- Chen, J. & Amsel, A. (1980). Learned persistence at 11-12 but not 10-11 days in infant rats. *Development Psychological*, 13, 481-491.
- Devenport, L. (1998). Spontaneous recovery without interface: Why remembering is adaptive. *Animal Learning and Behavior*, 26,172-182.

- Domjam, K. (2003). *The Principles of learning and Behavior*. Wadsworth EE.UU. Thompson Learning.
- Fester, y Skinner, B. F. (1957). *Schedules of Reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Feterman, G. & Stubbss, A. (1982). Matching, maximizing ant the behavioral unit: Concurrent reinforcement of response sequences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37,97-114.
- Grayson, R. J., & Wasserman, E. A. (1979). Conditioning of two-response patterns of key pecking in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 31(1), 23-29.
- Hilgar, E. R and Marquis, D. G. (1974). *Condicionamiento y Aprendizaje*. New York Appleton.
- Hogan, J. (1994). Structure and development of behavior systems. *Psychonomic Bulletin & Review*. 1, 439-450.
- Ishida, M. y Papini, M. (1997). Massed trial overtraining effects on extinction and reversal performance in turtles (*Geoclemys reevesii*). *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50B,1-16.
- Kelleher, R. T. (1966). Chaining and conditioned reinforcement. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application* (pp. 160–212). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Killeen, P., y Hall, S. (2001). The principal components of response strength. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. **75**, 111–134.
- Lashley, K. S. (1951). The problem of serial order in behavior. In *Cerebral Mechanisms in Behavior* (ed. Jeffress, L. A.), Wiley, New York,1951, pp. 112–136
- Machado, A. (1993) Learning variable and stereotypical sequences of responses: Some data a new model. *Behavioral Processes*, 30, 103 – 130.
- Machado A. (1997). Increasing the variability of response sequences in pigeons by adjusting the frequency of switching between two keys. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68,1-25.
- Machado, A. and Cevik, M. (1998). Acquisition and extinction under periodic reinforcement. *Behavioral Processes*, 44, 237-262.
- Neuringer, A., Kornell, N. and Olufus M. (2001).Stability and variability in extinction *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*,27,79-49.

- Nevin, J. A., Mandell, G. & Atak, J. R. (1983). The analysis of behavioral *momentum*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 39, 49-59.
- Nevin, J.A. (1988). Behavioral *momentum* and the partial reinforcement extinction effect. *Psychological Bulletin*. 103, 44-56.
- Nevin, J. A. (1992). An integrative model for the study of behavioral momentum. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57, 301-316.
- Nevin, J., Mclean, A. and Grace, R. (2001). Resistance to extinction: Contingence termination and generalization decrement. *Animal Learning and behavior*. 29,176-191.
- Nevin, J. and Grace, R. (2005). Resistance to Extinction in steady state and in transition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 31, 199-212.
- Page, S., & Neuringer, A. (1985). Variability is an operant. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 429-452.
- Pisacreta, R. (1982). Some factors that influence the acquisition of complex, stereotyped, response sequences in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37(3), 359-369.
- Reed, P., Schachtman, T. R., & Hall, G. (1991). Effect of signaled reinforcement on the formation of behavioral units. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 17, 475-485.
- Reed, P y Morgan T. (2006). Resurgence of response sequences during extinction in rats shows a primacy effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86, 307-315.
- Reid, A. K. (1994). Learning new response sequences. *Behavioral Processes*,32, 147-162.
- Reid, A. K., Chadwick, C. Z., Dunham, M., & Miller, A. (2001). The development of functional response units: The role of demarcating stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 76, 303-320.
- Rescorla R. A. (1993a). Preservation of response-outcome associations through extinction. *Animal Learning and Behavior*, 21,238-245.
- Rescorla R. A. (1993b). Inhibitory associations between S and R in extinction. *Animal Learning and Behavior*, 21,327-336.
- Rescorla R. A. (1996). Preservation of pavlovian associations through extinction. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*,49,(3),245-258.

- Rescorla, R. A. (1997). Spontaneous recovery of instrumental discriminative responding. *Animal Learning and Behavior*, 25, 4, 485-497.
- Rescorla, R. A. (1999). Within-subject partial reinforcement extinction effects in autoshaping. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52B, 75-87.
- Restle, F., & Brown, E. (1970). Organization of serial pattern learning. In G. Bower (Ed.), *The Psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 4). New York: Academic Press, 1970.
- Schneider, S. (2008). A two-stage model for concurrent sequences. *Behavioral Processes*, 78, 429-441.
- Schneider, S. M., & Morris, E. K. (1992). Sequences of spaced responses: Behavioral units and the role of contiguity. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58, 537-555.
- Schneider, S. & Davidson, M. (2005). Demarcated response sequences and generalized matching. *Behavioral Processes*. 70, 51 – 61.
- Schneider, S. & Davidson, M. (2006). Molecular order in concurrent response sequences. *Behavioral Processes*, 73, 187-198.
- Schwartz, B. (1980). Development of complex, stereotype behavior in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 33, 153-166.
- Schwartz, B. (1982). Interval and ratio reinforcement of a complex, sequential operant in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 349-357.
- Swchartz, (1985). On the organization of stereotyped response sequences. *Animal Learning & Behavior*, 13 261-268
- Shettleworth, S. (1998). *Cognition, Evolution, and Behavior*. New York: Oxford University Press.
- Shettelworth S.J. (2001). Animal cognition and animal behavior. *Animal Behavior*, 61, 277 – 286.
- Shimp, C. P. (1976). Organization in memory and behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 26, 113-130.
- Shahan, T. y Podlesnik, C. (2005). Rate of conditioned reinforcement affects observing rate but not resistance to change. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 84, 1–17
- Shull, R., Gaynor, S., y Grimes, J. (2002). Response rate viewed as engagement bouts: resistance to extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 77, 211-231.

- Shull, R. y Grimes, J. (2006). Resistance to extinction following variable-interval reinforcement: reinforcer rate and amount. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 85, 23–39
- Skinner, B. F. (1938). *Behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Century.
- Staddon, J.E.R. (1983). *Adaptive behavior and learning*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Timbergen, N. (1969). *El Estudio del Instinto*. Siglo veintiuno. Editores
- Timberlake, W. (1984). A temporal limit on the effect of future food on concurrent performance in an analogue of foraging and welfare. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 41, 117-124-6.
- Timberlake, W.(1993). Behavioral systems and reinforcement: An integrative approach. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60, 105 – 128.
- Timberlake, W. (1999). *Biological Behaviorism*. In. W. O'Donohue & R. Kitchener (eds.), *Handbook of Behaviorism* New Torl: Academic Press. 243-284.
- Vogel, R., & Annau, Z. (1973). An operant discrimination task allowing variability of reinforced response patterning. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 20(1), 1-6.
- Zarcone, T., Branco, M., Hughes, C. y Pennypacker, H. (1997). Key pecking during extinction after intermittent or continuous reinforcement as a function of number of reinforcement delivered during training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 67, 91-108.
- Zeiler, M. D. (1977). Schedules of reinforcement. in W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior* (pp. 201-232). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.