



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Psicología

Reforzamiento concurrente de secuencias
de respuestas y ley de igualación

T E S I S

Que para obtener el grado de:
Licenciada en Psicología

P R E S E N T A:

Ana Salcedo Esteva

Director de Tesis:
Dr. Gustavo Bachá Méndez

Revisora:
Dra. Adriana Ixel Alonso Orozco

Sinodales:
Dr. Julio Espinosa Rodríguez
Dra. Patricia Romero Sánchez
Dr. Luis Rodolfo Bernal Gamboa



Cd. Mx.

Septiembre, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Reforzamiento concurrente de secuencias de
respuestas y ley de igualación

por

Ana Salcedo Esteva

Tesis presentada para obtener el grado de

Licenciada en Psicología

en la

Facultad de Psicología

Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad de México. Septiembre de 2019.

Para Gabriela y Daniel.
Para Celia y José Antonio.
Todo ha sido posible gracias a ustedes.

Agradecimientos

Al Dr. Gustavo Bachá por las enseñanzas de vida desde la primer plática, por permitirme formar parte de su laboratorio y hacerme descubrir que la investigación no es mas que un juego. Gracias por confiar en mí y, aún más, por enseñarme a creer en mí misma.

A la Dra. Ixel por ser la revisora, por compartir el trabajo diario en el lab y por enseñarme a cuidar a mis ratas. Gracias por ser, antes de mi revisora, una guía.

Al Dr. Julio por su amabilidad y por generar en mí más preguntas.

Al Dr. Rodolfo por su minuciosa revisión y por los comentarios a este trabajo.

A la Dra. Patricia por sus observaciones al trabajo.

A mis compañeros del laboratorio por hacer más amenos los días y compartir el amor por la investigación: Adri, Ague, Andy, Iván, Mario, Roberto y Toño. A Sam por hacerme parte de esta familia desde el primer día, por el amor compartido por la comida, los bailes y las pláticas profundas . A Ere por escucharme cuando más lo he necesitado, gracias por tu amistad y cariño.

A los amigos que hice en esta etapa. A mi sestra, Ángel, por reencontrarnos en esta vida; mis mejores días en la universidad fueron contigo. A Lili por el cariño mutuo y por nuestras conversaciones de mujeres (cuando ni Lalo ni Ángel podían entendernos). A Lalo por mostrarme que, muchas veces, las cosas son más sencillas de lo que pienso. A los tres por la amistad que hemos construido y que me ha mantenido en equilibrio.

A mis amigos de la alberca, por acompañarme en este proceso y compartir la pasión por el deporte. A Lau por tu cariño y por empujarme a ser mejor dentro del agua. A Erick por echarme porras cuando siento que ya no puedo más. A Ruva por las pláticas después de nadar. Gracias por ser mi familia acuática.

A los que han estado y siempre estarán: Adrián, Daniel, Horacio, Julio, Vero y Ximena. Les quiero con el alma.

A Marco por el tiempo juntos.

A cada una de mis ratas por enseñarme, con su ejemplo, que el trabajo duro, la disciplina y la paciencia sólo trae buenos frutos.

Índice

Resumen	2
Introducción	3
I. Programas concurrentes	6
II. Ley de igualación	8
<i>Desviaciones de la ley de igualación</i>	11
III. Ley de igualación generalizada	15
IV. La unidad conductual desde el Análisis Experimental de la Conducta	16
<i>Secuencias de respuestas</i>	18
V. Reforzamiento concurrente de secuencias de respuestas	20
Planteamiento del problema	28
Método	30
Sujetos	30
Aparatos	30
Procedimiento	30
Fases experimentales	32
Resultados	35
Análisis de frecuencias de todas las secuencias	35
<i>Grupo Homogéneas</i>	36
<i>Grupo Heterogéneas</i>	40
Análisis de frecuencias relativas de las secuencias reforzadas	46
Discusión	54
Comentarios finales	61
Referencias	63

Resumen

Tradicionalmente, dentro del análisis experimental de la conducta, se han empleado respuestas discretas como unidad básica de análisis. La literatura ha mostrado que al hacerles contingente la entrega del reforzador, éste tiene efectos sobre todo el patrón de respuestas que antecede a la respuesta reforzada. Se han realizado manipulaciones reforzando explícitamente secuencias de respuestas con un orden espacio - temporal específico. El objetivo general de estos estudios ha sido evaluar la pertinencia de las secuencias como variante de la unidad tradicional. Una de las pruebas que se han realizado para corroborar la estabilidad de la nueva unidad ha sido el reforzamiento concurrente de secuencias para analizar si ajustan a la relación de igualdad. Al reforzar simultáneamente dos secuencias de dos respuestas a dos operandos es necesario hacer ajustes en la ejecución de programas concurrentes de manera que las conductas se asignen a componentes separados e independientes. El objetivo del presente estudio fue analizar si las ratas son sensibles al reforzamiento concurrente de dos secuencias al separarlas en dos paneles de control como componentes de un programa concurrente. Se asignaron dos grupos: Grupo Homogéneas (II y DD) y Grupo Heterogéneas (ID y DI). A lo largo de cinco fases, se utilizaron distintos valores de programas IV para reforzar una de las cuatro posibles secuencias en cada componente. Si la distribución de la conducta reforzada iguala la tasa relativa de reforzamiento y la estructura de las secuencias se mantiene intacta, entonces las secuencias de respuestas habrán funcionado adecuadamente como unidad conductual. En ambos grupos, se encontró que la frecuencia del par de secuencias reforzadas fue controlada por el reforzamiento concurrente y que la tasa relativa de las secuencias iguala la tasa relativa de reforzamiento. Los ajustes derivados del análisis de igualdad generalizada indican que, para ambos grupos, el valor del intercepto (k ; sesgo) fue cercano a cero y se presentó el efecto de subigualación (a ; pendiente). Los valores de la varianza explicada apuntan a un buen ajuste al modelo de ley de igualdad generalizada. Al examinar la distribución de todas las secuencias en el Grupo Heterogéneas se presentaron patrones debidos a que las secuencias no reforzadas comparten características con la reforzada. Se concluye que las secuencias de respuestas funcionan como unidad conductual, sin embargo su uso implica ciertas complicaciones debidas a su estructura.

Introducción

El análisis experimental de la conducta ha contribuido a la comprensión de los mecanismos a través de los cuales se puede adquirir, mantener y modificar la conducta. Una de las aportaciones más importantes del área ha sido el establecimiento de reglas básicas de la conducta a partir del análisis de variables que controlan el aprendizaje. En la búsqueda de dichas reglas, una de las primeras aproximaciones fue crear programas simples de reforzamiento. Éstos permiten a los investigadores establecer criterios o reglas específicas que determinan qué ocurrencia de una conducta será reforzada. Al tratarse de reglas relativamente sencillas, los programas simples pueden emplearse en combinación para formar reglas complejas como son los programas múltiples y los programas concurrentes. En este sentido la literatura ha sido amplia y se han realizado diversos estudios con el objetivo de analizar los cambios en la conducta en función de la aplicación de distintas reglas (Baum, 1974a; 1974b; Herrnstein, 1961; 1970).

El desarrollo de los programas concurrentes permitió el estudio formal de la elección, en donde el objetivo es analizar los factores que provocan que un organismo realice una conducta en particular en vez de involucrarse en alguna otra. Dentro del laboratorio, las situaciones de elección consisten en el reforzamiento simultáneo de dos o más respuestas y se observa cómo el animal distribuye su energía entre ellas. Al asignar cada respuesta reforzada a un operando en particular (palancas, teclas o botones) el investigador puede manipular la frecuencia con la que otorgará el reforzamiento. Es decir, puede jugar con las reglas de reforzamiento en cada una de las alternativas y de esta manera evaluar qué programa es preferido por el animal y cuánto tiempo invierte en cada uno.

Richard J. Herrnstein (1930 - 1994) dedicó parte de su vida al análisis de los resultados obtenidos de programas concurrentes. En uno de sus artículos clásicos (Herrnstein, 1961), propuso la *ley de igualdad* como un principio general de la conducta. El modelo propone que si pudiéramos dividir un periodo de tiempo entre más de una actividad, los animales (tanto humanos como no humanos) distribuiremos nuestra conducta entre las actividades en proporción exacta al valor derivado de cada

una de ellas. En este sentido la ley de igualación es un modelo de elección en donde, la elección, no es conceptualizada como un proceso de decisión subjetivo, sino como la tasa de *conducta realizada* por el organismo.

Una de las consecuencias más importantes del modelo fue su extensión dentro del laboratorio. Se observó que la relación de igualación se cumplía al realizar algunas modificaciones al procedimiento empleado originalmente por Herrnstein (1961). La igualación se cumple al utilizar distintos procedimientos, por ejemplo: un solo programa de reforzamiento y programas múltiples, además de programas concurrentes (para una revisión, ver Herrnstein, 1970); e incluso para algunas dimensiones del reforzador como la magnitud y la inmediatez. Estos estudios han demostrado que la ley de igualación es la ley empírica de elección más general que tenemos en psicología.

Desde el modelo desarrollado por Herrnstein mucha de la investigación dentro del área de elección ha buscado enriquecer esta perspectiva. A pesar de variaciones en los procedimientos y la especie estudiada, se ha encontrado que la regla general se mantiene: la tasa relativa de conducta iguala la tasa relativa de reforzamiento en cada una de las alternativas. La constante en estos estudios es que se ha utilizado la unidad conductual tradicional dentro del análisis experimental de la conducta: respuestas discretas. Sin embargo, se ha observado que el efecto de la consecuencia que controla la conducta no se limita a la respuesta más contigua, sino que se extiende a respuestas que le preceden (Catania, 1971). Entonces, se puede decir que todas las respuestas ejecutadas que anteceden a un reforzador están siendo fortalecidas. En este sentido, un grupo de investigadores ha propuesto el uso de secuencias de respuestas como alternativa a la unidad tradicional (Alonso-Orozco, 2017; Bachá-Méndez & Reid, 2006; Grayson & Wasserman, 1979; Schneider & Morris, 1992). La literatura dentro del área ha tenido como objetivo probar su pertinencia como nueva unidad funcional a través de distintas manipulaciones experimentales: modificación y adquisición de secuencias, extinción de secuencias previamente aprendidas, análisis del resurgimiento de una secuencia aprendida en una primera fase, pruebas sobre el uso de estímulos discriminativos en el aprendizaje de secuencias, manipulaciones con diversos programas de reforzamiento y estudios para observar si la ejecución de las secuencias

ajusta a lo planteado por ley de igualación (para una revisión amplia, ver Alonso-Orozco, 2017).

La conjunción entre ley de igualación y secuencias de respuestas (Alonso-Orozco, 2017; Fetterman & Stubbs, 1982; Schneider & Morris, 1992; Schneider & Davison, 2005; 2006; Schneider, 2008) ha representado un reto para los científicos del área. Por un lado, obliga a repensar tanto la definición como la ejecución de los programas concurrentes y por otra parte, exige examinar la dinámica entre las secuencias cuando únicamente una de ellas es reforzada. El procedimiento que se ha utilizado habitualmente ha consistido en tener un programa de intervalo variable y mantener el reforzamiento concurrente de las secuencias; en este sentido lo que se mantiene concurrente no son las alternativas de respuesta sino la conducta del organismo. En la mayoría de los estudios, los resultados no han sido claros con respecto a si las secuencias pueden o no actuar como unidades equivalentes a las respuestas discretas debido a que en ocasiones el ajuste de los datos funciona para las unidades y en otras para las respuestas individuales.

En los siguientes capítulos se desarrollan los dos grandes temas a partir de los cuales se despliega el presente trabajo. El primero comprende el estudio de la conducta de elección dentro del laboratorio empleando programas concurrentes y el modelo de igualación que surge de la relación entre la tasa de conducta y la tasa de reforzamiento; también se expone el modelo en su versión generalizada. De manera detallada, en el primer capítulo se definen los programas concurrentes como procedimiento para el estudio de la conducta de elección dentro del laboratorio, y de donde se desprende la relación de igualación (Herrnstein, 1961), este tema se desarrolla en el segundo capítulo. El tercer capítulo abarca la ley de igualación generalizada (Baum, 1974a) como una de las modificaciones del modelo más relevante para el presente estudio. El segundo tema engloba la discusión, dentro del análisis experimental de la conducta, respecto a la necesidad de la definición de una unidad de conducta funcional que cumpla con las tres clases de unidades de respuestas: *unidades formales*, *unidades condicionables* y *unidades teóricas* (Zeiler, 1977), en el capítulo cuatro se alude a esta cuestión. En este apartado es adecuado referirse a las

secuencias de respuestas como alternativa a la unidad tradicional. Dentro de la literatura se han realizado distintas manipulaciones para probar que las secuencias de respuestas son una unidad condicionable; es decir, que muestran cambios ordenados en su frecuencia de ocurrencia debidos a la contingencia que ha sido programada. Una de estas pruebas ha sido someterlas a programas concurrentes para observar si la ejecución de las secuencias ajusta a lo planteado por ley de igualación. En el quinto y último capítulo se detallan algunas investigaciones en donde éste es el objetivo principal, y a partir de las cuales se desdobra el objetivo del presente trabajo.

I. Programas concurrentes

En los procedimientos de reforzamiento concurrente, el organismo se enfrenta ante dos o más alternativas de respuesta de manera simultánea (por ejemplo, varias teclas o palancas), cada una asociada a su propia regla de reforzamiento. Al utilizar programas concurrentes se puede cuantificar la preferencia del animal entre los programas disponibles. Las respuestas o el tiempo que el animal invierte en cada una de las alternativas puede ser una medida de su preferencia (de Villiers, 1977).

Tradicionalmente, al programar un concurrente se han utilizado dos métodos distintos (de Villiers, 1977). En uno de estos, el animal cambia entre dos o más alternativas de respuesta y cada una está asociada a un programa de reforzamiento diferente (panel derecho de la Figura 1). En el segundo, el animal cambia entre dos programas, asociados a la misma tecla o palanca, al responder en una segunda tecla que corresponde a la tecla de cambio (panel izquierdo de la Figura 1). En ambos procedimientos, los dos componentes del programa son independientes y continuos. Es decir, si la oportunidad de reforzamiento está programada bajo un programa intervalo variable por realizar la respuesta A en el componente A y el animal realiza la respuesta B, entonces el reforzamiento no ocurrirá hasta que el animal realice la respuesta A.

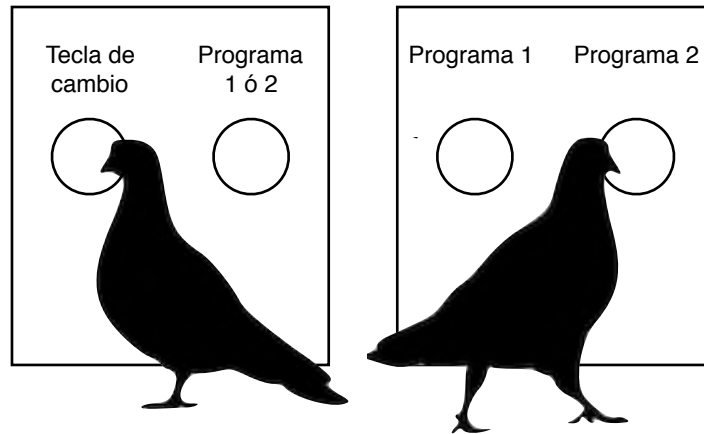


Figura 1. Representación de los dos métodos al programar concurrentes. La paloma en el panel izquierdo está respondiendo a la tecla de cambio del programa concurrente, la paloma de la derecha está en un programa concurrente con dos teclas (de Villiers, 1977).

Al utilizar este tipo de programas, se obtienen medidas de la conducta que presentan relaciones ordenadas y que pueden ser descritas por ecuaciones matemáticas. Herrnstein (1961), a partir de diversos estudios, capturó una de esas relaciones y formuló la ley de igualación como la regla que siguen los organismos al utilizar los programas concurrentes como procedimiento. Su modelo describe la relación lineal que existe entre la tasa relativa de respuestas y la tasa relativa de reforzamiento.

Estos programas han sido utilizados tradicionalmente para realizar estudios de elección dentro del laboratorio y se han empleado, en su mayoría, animales no humanos tales como pichones (Baum, 1974b; Herrnstein, 1961), ratas (Aparicio & Baum, 2006; Bachá-Méndez & Alonso-Orozco, 2011) y primates (Iglauer, Llewellyn, & Woods, 1976) como sujetos experimentales. Al trabajar con modelos animales de la conducta se tienen ventajas: en primer lugar, permiten investigar el fenómeno de una forma más sencilla al reducir el número de variables que pueden afectar una decisión. De la misma manera, gracias a su simplicidad, se tiene mayor control sobre el número y las características de las variables que nos interesa estudiar y, por tanto, permite observar de forma mucho más clara el efecto que tienen sobre una conducta en particular.

II. Ley de igualación

Es habitual que al emplear programas concurrentes, cada una de las alternativas de respuesta funcione bajo programas de reforzamiento de intervalo variable (IV). En los programas de *intervalo* la regla que está vigente para obtener un reforzador depende tanto de la conducta del organismo como del paso del tiempo que se ha programado para que un reforzador se haga disponible. De esta manera, la primera respuesta realizada una vez que haya transcurrido el tiempo requerido será reforzada. Una vez que el animal ha consumido el reforzador, el contador se reinicia para el siguiente intervalo. En el caso de los programas de intervalo *variable* se suma la característica de que el tiempo que debe transcurrir para que un reforzador esté disponible, varía de forma aleatoria alrededor de un número fijo que indica el promedio de la duración de los intervalos que conforman una sesión experimental. Por ejemplo, en un programa de intervalo variable 60 segundos (IV60"), el tiempo entre la disponibilidad de un reforzador y el siguiente puede ser de 100 segundos para el primero, 40 segundos para el segundo, 6 segundos para el tercero y así para el resto de los reforzadores programados para una sesión. La única restricción es que el valor del intervalo esté alrededor de los 60 segundos del programa.

En 1961, Herrnstein realizó un sencillo experimento con palomas que, quizás, representaría uno de sus mayores logros como psicólogo experimental y que posteriormente le permitiría conceptualizar de manera formal la ley de igualación. Para realizar este estudio, Herrnstein (1961) entrenó a tres pichones en un programa concurrente. Los sujetos podían elegir distribuir sus respuestas (picotazos) entre dos teclas, las cuales trabajaban de manera independiente entre sí bajo programas de intervalo variable y otorgaban comida como reforzador. Que los programas en ambas teclas funcionaran de manera independiente implica que cada componente cuenta con su propio contador. Esto es, en un momento determinado de la sesión experimental el reforzamiento podría hacerse disponible en las dos teclas, sólo en una o bien, en ninguna; de esta manera el reforzamiento en una de ellas no tenía efecto en el reforzamiento en la otra.

En el procedimiento de Herrnstein (1961), la tecla derecha trabajaba bajo un programa IV20” y en la tecla izquierda las respuestas eran reforzadas por un programa IV60”. Esto implica que la tecla derecha daba acceso a la comida por un tiempo determinado (es decir, el reforzador) en promedio, cada 20 segundos; entretanto la tecla izquierda hacía lo mismo cada minuto. Si las palomas picotearan ambas teclas constantemente, podrían recolectar los reforzadores programados y obtendrían aproximadamente el 75% de los reforzadores totales en la palanca derecha (3 reforzadores por minuto) y el 25% en la palanca izquierda (1 reforzador por minuto). Los porcentajes denotan la tasa absoluta de reforzamiento (frecuencia de reforzadores por minuto) en cada componente.

Herrnstein (1961) manipuló la frecuencia de reforzamiento en cada tecla a lo largo de tres condiciones, sin embargo la frecuencia de reforzamiento total (la suma de reforzadores obtenidos de ambas teclas) la mantuvo constante. Una vez finalizadas las sesiones experimentales, analizó los datos de las últimas cinco sesiones de cada condición y observó que la proporción de respuestas de los pichones en cada palanca era aproximadamente la misma que la proporción de reforzadores programados en esa alternativa. Esto quiere decir que, en el ejemplo anterior, las palomas emitieron el 75% de sus respuestas en la palanca derecha y el 25% en la palanca izquierda. En este caso, los porcentajes representan las tasas absolutas de respuesta (frecuencia de respuestas por minuto) en cada componente. Herrnstein (1961) plasmó estos resultados en la siguiente ecuación, ahora conocida como la ley de igualación:

$$\frac{C_1}{C_1 + C_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

en donde la letra *C* denota las tasas absolutas de respuesta en cada uno de los componentes del programa concurrente (subíndices 1 y 2) y la letra *R* denota las tasas absolutas de reforzamiento en ambas alternativas. Lo que Herrnstein observó al graficar estos resultados, fue que existe una relación positiva entre las tasas relativas de respuesta y las tasas relativas de reforzamiento. La ley de igualación predice que, en una situación con dos alternativas, la proporción de respuestas ejecutadas en una u

otra alternativa iguala la proporción de los reforzadores programados para ese componente.

Continuando con el ejemplo, si C_1 representa la tasa absoluta de respuestas en la alternativa derecha y C_2 la tasa absoluta de respuestas en la izquierda, entonces:

$$\frac{C_1}{C_1 + C_2} = \frac{.75}{.75 + .25} = .75$$

El modelo predice que el 75% de las respuestas totales serán ejecutadas en la alternativa derecha (C_1). La Figura 2 muestra las predicciones de la ley de igualación, en donde las tasas relativas de respuesta igualan las tasas relativas de reforzamiento para uno de los componentes.

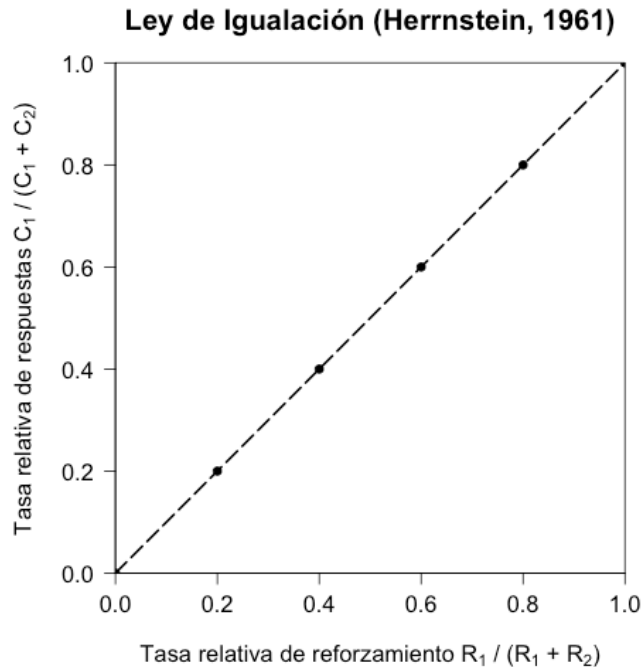


Figura 2. La línea discontinua representa las predicciones de la ley de igualación (Ecuación 1), asumiendo que son perfectas. La tasa relativa de respuestas en una de las alternativas ($C_1 / C_1 + C_2$) de un programa concurrente con dos opciones está en función de la tasa relativa de reforzamiento en esa alternativa ($R_1 / R_1 + R_2$) (Herrnstein, 1961).

El impacto de la propuesta de Herrnstein (1961) fue tal que a partir de este modelo se realizaron numerosos estudios utilizando más de dos alternativas, diferentes organismos, reforzadores y procedimientos (para una revisión actualizada, ver Davison & McCarthy, 1988), en donde la relación de igualación se satisface. Asimismo, no pasó mucho tiempo para demostrar que dicha igualdad se cumple no sólo para la tasa de reforzamiento, sino que es aplicable para otras dimensiones del reforzador como la magnitud y la demora.

Desviaciones de la ley de igualación

La propuesta de Herrnstein (1961) tuvo como consecuencia la realización de múltiples estudios de elección en donde se buscaba comprobar que la relación de igualación se cumpliera. En este sentido, no pasó mucho tiempo para que los estudiosos del área encontraran que utilizar este método para analizar la elección de

los organismos era insuficiente, pues el modelo fallaba en contemplar algunas irregularidades sistemáticas.

La ley de igualación, tal y como la planteó Herrnstein en 1961, ofrece una interpretación estricta de la conducta de elección en programas concurrentes. El modelo asume que la tasa relativa de respuestas en una alternativa es *equivalente* a la tasa relativa de reforzamiento en esa alternativa, obteniendo una relación lineal con pendiente igual a 1. La Figura 2 representa la igualación perfecta que, en otras palabras, captura la idea de que los organismos son perfectamente sensibles a las contingencias. En estudios posteriores (Staddon, 1968; Baum & Rachlin, 1969), se hicieron presentes desviaciones sistemáticas de la igualación perfecta. Las violaciones a la ley de igualación más comunes son: la subigualación, la sobreigualación y el sesgo; resultados que han permitido realizar modificaciones importantes a la ley de igualación original. A continuación se describen las desviaciones más comunes.

A. *Subigualación*

Fantino, Squires, Delbrück y Peterson (1972) utilizaron el término *subigualación* para referirse a cualquier preferencia menos extrema de lo que predice la relación de igualación. Es decir, la subigualación representa una desviación sistemática de la relación de igualación en donde las preferencias por ambas alternativas son cercanas a la indiferencia (Baum, 1974a) (ver Figura 3).

Entre los factores que se han sugerido como posibles causas de la subigualación están: una pobre discriminación entre las alternativas y la ausencia o periodos muy cortos de demora de cambio (para una revisión, ver Baum, 1974a). La demora de cambio fue utilizada por Herrnstein (1961) para evitar reforzar la alternancia entre las dos teclas. En el experimento, la demora de cambio consistía en una penalización de 1.5 segundos por cambiar de una tecla a otra. Es decir, cuando el picotazo en una tecla era inmediatamente seguido de otro en la tecla contraria, no había reforzamiento por 1.5 segundos. Al incluir una demora de cambio se obliga a los sujetos a emitir, por lo menos,

dos respuestas en una misma tecla antes de recibir un reforzador. Por lo tanto, se disminuye la probabilidad de reforzar el cambio entre las teclas.

B. Sobreigualación

La sobreigualación se observa cuando las preferencias de los organismos son más extremas de lo que la ley de igualación predice (Baum, 1974a) (ver Figura 3). Esta desviación se observa con menos frecuencia que la subigualación, sin embargo puede producirse cuando hay un costo significativo, en términos del esfuerzo, para el organismo por cambiar entre alternativas; por ejemplo: que la duración de la demora de cambio sea muy larga (Shull & Pliskoff, 1967) o pedirle al sujeto que rodee una barrera para acceder a la otra alternativa (Aparicio, 2001).

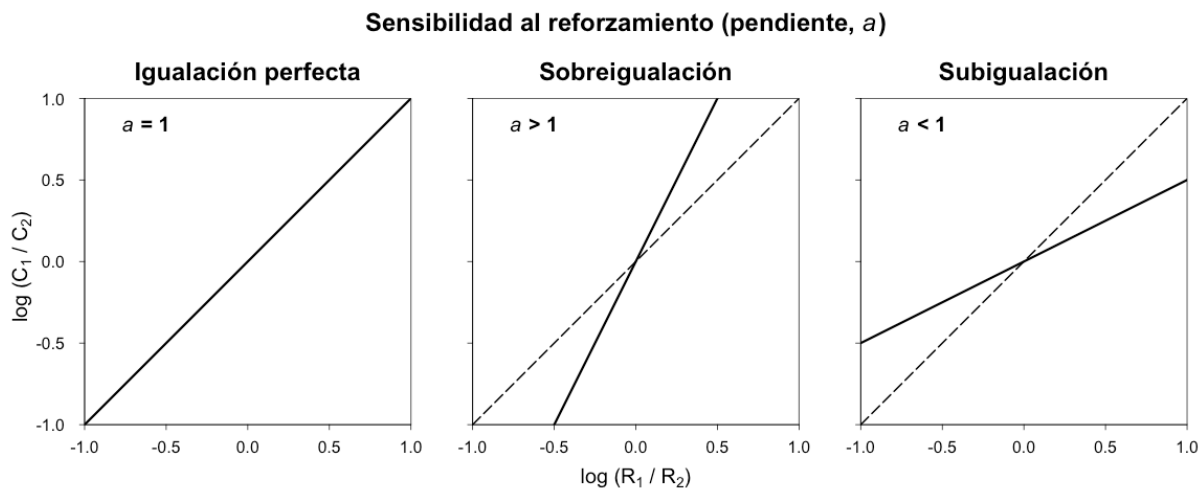


Figura 3. El panel izquierdo representa igualación estricta, el panel central sobreigualación y el panel derecho subigualación usando la ecuación de igualación generalizada (Ecuación 2). El logaritmo de la razón de las respuestas ($\log C_1 / C_2$) está en función del logaritmo de la razón de los reforzadores ($\log R_1 / R_2$). La línea discontinua representa la igualación perfecta entre la tasa relativa de respuestas y la tasa relativa de reforzamiento (Reed & Kaplan, 2011).

C. Sesgo

El sesgo se refiere a la preferencia por una de las alternativas cuando la ley de igualación predeciría la indiferencia entre ambas opciones (Baum, 1974a). En

la práctica, podríamos observar que el sujeto pasa más tiempo en una de las alternativas cuando, aparentemente, ambas opciones son iguales en la característica de reforzamiento manipulada (puede ser frecuencia de reforzamiento, magnitud o demora del reforzador). La presencia de sesgo indica que hay una variable independiente que no se ha tomado en cuenta pero que está afectando la preferencia del animal. Baum (1974a) ha acertado en señalar que cuando hay sesgo la falla no es del organismo, más bien refleja la incapacidad del experimentador para medir y controlar absolutamente todas las variables independientes.

Entre los factores que pueden producir que un organismo prefiera una de las alternativas sobre la otra están: posibles asimetrías entre las alternativas debidas a diferencias de color, posición, comodidad o grado de esfuerzo requerido para operarlas, discrepancias entre el reforzamiento programado y el obtenido, reforzadores cualitativamente distintos (por ejemplo, comida vs estimulación eléctrica en el cerebro) y programas cualitativamente distintos (por ejemplo, programas de intervalo fijo vs intervalo variable) (Baum, 1974a). En la Figura 4 se presenta de manera gráfica el sesgo.

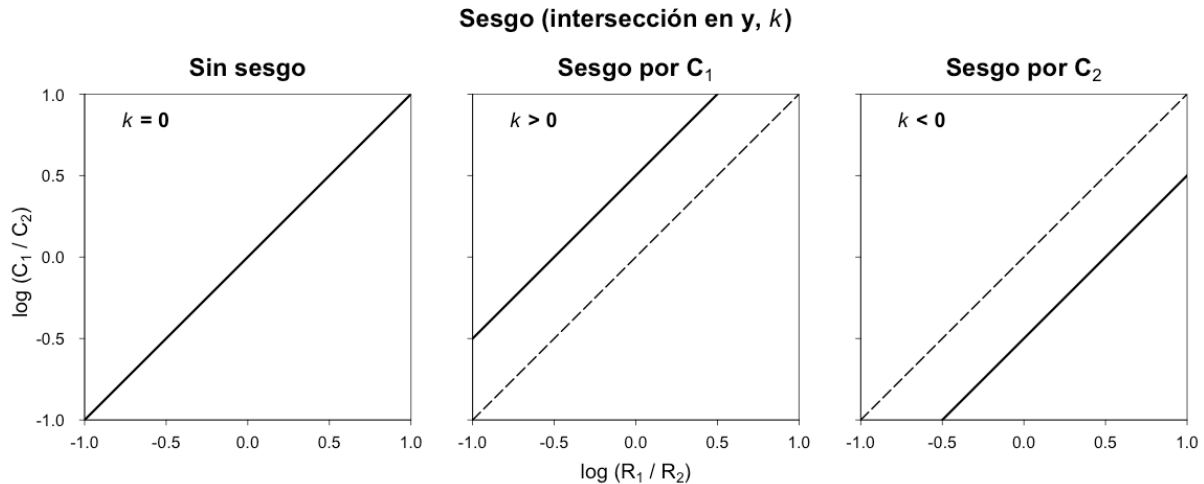


Figura 4. Las líneas continuas muestran posibles variaciones en el sesgo usando la ecuación de igualación generalizada (Ecuación 2). El logaritmo de la razón de las respuestas ($\log C_1 / C_2$) está en función del logaritmo de la razón de los reforzadores ($\log R_1 / R_2$). La línea discontinua representa la igualación perfecta entre la tasa relativa de respuestas y la tasa relativa de reforzamiento (Reed & Kaplan, 2011).

Para capturar estas tres desviaciones, Baum (1974a) propuso una importante modificación a la ley de igualación original (Ecuación 1), la nombró *ley de igualación generalizada*.

III. Ley de igualación generalizada

Baum (1974a) expresó la relación de igualación original en términos de la razón de las tasas de respuestas (C_1 / C_2) y la razón de las tasas de reforzamiento (R_1 / R_2) y agregó los parámetros a y k .

$$\frac{C_1}{C_2} = k \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^a \quad (2)$$

donde k designa el sesgo y a la sensibilidad del organismo al reforzamiento. Cuando a es mayor a 1 implica que el animal es demasiado sensible a la tasa de reforzamiento y se obtiene sobreigualación. Cuando a es menor a 1 significa que el organismo es muy poco sensible y lo que se observa es subigualación. Por otra parte, cuando k es mayor a 1 representa un sesgo hacia la alternativa que corresponde al numerador (en

la Ecuación 2, la alternativa R_1). Cuando k es menor a 1, entonces el sesgo es hacia la alternativa en el denominador (en la Ecuación 2, la alternativa R_2). Si los sujetos fuesen perfectamente sensibles a la tasa de reforzamiento y no se observara sesgo en sus preferencias, ambos parámetros serán iguales a 1. En ese caso, la Ecuación 1 es una instancia de la Ecuación 2 y se obtendría igualación perfecta.

Al tomar el logaritmo natural de cada término que conforma la Ecuación 2, la línea que ajusta a los datos tiene la forma de:

$$\log \frac{C_1}{C_2} = a \log \frac{R_1}{R_2} + \log k \quad (3)$$

donde a , es la pendiente de la recta y $\log k$ es el intercepto. De esta manera se simplifica el manejo del modelo y los valores de a y k pueden determinarse de forma sencilla. La Ecuación 3 permite capturar mejor los datos obtenidos de estudios que han utilizado programas concurrentes como procedimiento (Baum, 1974a).

La ecuación propuesta por Baum (1974a) es importante en dos sentidos. Si bien el modelo de Herrnstein (1961) permite capturar de manera analítica el proceso del fortalecimiento entre la conducta y sus consecuencias (o bien, alguna característica del reforzador) a partir de datos empíricos, el planteamiento de Baum (1974a) agrega al análisis el interés por indagar en procesos cognitivos. Los parámetros que complementan al modelo original, la preferencia por una de las alternativas (k) y la sensibilidad para percibir los cambios en las reglas de reforzamiento por parte del organismo (a), posibilitan tener una medida de cómo los organismos atienden, perciben y revelan sus preferencias al tomar decisiones que les permiten llegar a la igualación.

IV. La unidad conductual desde el Análisis Experimental de la Conducta

En el desarrollo de cualquier disciplina científica, es un requerimiento importante la definición de unidades básicas que sirvan de guía para hacer investigación y conceptualizar mejor los problemas abordados. Aislar una unidad permite encontrar cierto orden en distintos fenómenos; además, utilizar unidades que no son válidas

pueden llevar a la confusión sobre el significado y la importancia de los datos (Zeiler, 1986).

Para resolver el problema de la definición de una unidad fundamental dentro del análisis experimental de la conducta, Skinner (1935) definió la *operante* como una relación de triple contingencia entre un conjunto de estímulos que producen un conjunto de respuestas que son seguidas de un conjunto de consecuencias. Esto es, definió la unidad de respuesta como una clase funcional de eventos controlados por estímulos reforzantes.

Tradicionalmente se ha utilizado una respuesta discreta como unidad básica de la conducta para realizar una gran variedad de estudios. Sin embargo, es posible definir otras unidades conductuales. Zeiler (1977) identificó tres clases de unidades de respuesta: unidades formales, condicionables y teóricas. La unidad formal se refiere a la clase de conducta que el experimentador establece como prerrequisito para la presentación del reforzador; es decir, la definición operacional de la respuesta medida en un experimento. La unidad condicionable es lo que Skinner (1935) definió como *operante*. Si una conducta es la condición necesaria para la presentación del reforzador y éste incrementa la probabilidad de ocurrencia de esa conducta, entonces es una unidad de respuesta condicionable. Por último, la unidad teórica es una inferencia que se hace para responder qué papel juega el reforzamiento en la organización de la conducta e identificar qué conducta está siendo fortalecida.

A partir de la propuesta de Zeiler (1977) se desprende que, para validar las secuencias de respuestas como unidad básica de la conducta (es decir, como unidad teórica), se debe definir de manera formal al especificar el orden de las respuestas (por ejemplo, presionar la palanca derecha y luego la izquierda) que será necesario para obtener el reforzador para mostrar que se trata de una unidad condicionable (Alonso-Orozco, Martínez-Sánchez & Bachá-Méndez, 2014). En este sentido, el estudio sistemático de las secuencias de respuestas está ligado al problema de la definición de una unidad conductual básica dentro del análisis experimental de la conducta (Bachá-Méndez, 2008).

Secuencias de respuestas

El trabajo de Catania (1971) sentó el precedente de los trabajos realizados en el área de secuencias a pesar de que su objetivo no fue estudiarlas de manera formal. En su análisis señaló que el reforzador afecta no sólo a la respuesta que lo produce, sino a todo el patrón de respuestas que le antecede. Para poner a prueba esta premisa, entrenó a palomas para trabajar bajo un programa de reforzamiento tándem. En este tipo de programas, la entrega del reforzador depende de que el organismo complete dos o más programas simples de manera sucesiva sin presentar estímulos que le indiquen cuál es la regla que está operando en un momento dado (Colman, 2001). En el procedimiento de Catania (1971), los pichones debían cumplir con un programa intervalo variable, luego entonces realizar una secuencia de respuestas en específico para recibir una porción de grano como reforzador. El autor concluyó que cada respuesta de la secuencia fortalecida colabora de manera independiente a la tasa total de respuesta observada pero esta proporción depende de su posición en la secuencia, es decir, de la distancia de la respuesta en relación al reforzador.

Desde el estudio de Catania (1971) se desarrollaron trabajos enfocados en analizar si las secuencias de respuestas funcionan como unidad conductual válida. En estos estudios, las secuencias se han definido como un conjunto de respuestas que mantiene un orden particular y de cuyo orden depende la entrega del reforzador (Bachá-Méndez & Reid, 2006). Diversos autores han estudiado los mecanismos que permiten su formación (Alonso-Orozco, 2017; Alonso-Orozco, Martínez-Sánchez & Bachá-Méndez, 2014; Bachá-Méndez, 2008; Grayson & Wasserman, 1979).

Grayson y Wasserman (1979) partieron del planteamiento de Catania (1971) y realizaron uno de los primeros trabajos dirigidos al estudio de secuencias. Los autores propusieron que las secuencias son afectadas por el reforzador como unidad y no como respuestas individuales. Con el objetivo de probar esto, entrenaron a palomas para ejecutar secuencias de dos respuestas sobre dos teclas: izquierda (I) y derecha (D). Las posibles combinaciones de dos respuestas individuales forman cuatro secuencias: izquierda - izquierda (II), izquierda - derecha (ID), derecha - izquierda (DI) y derecha - derecha (DD). A lo largo de las cinco fases experimentales, sólo una de las

cuatro secuencias fue seguida de reforzamiento alimenticio. En la primera y segunda fase entrenaron secuencias heterogéneas, aquéllas en las que las palomas debían alternar sus respuestas entre ambos operandos siguiendo un orden en particular (ID ó DI). En la tercera y cuarta fase reforzaron secuencias homogéneas en las cuales los animales debían responder dos veces sobre el mismo operando (II ó DD). En la última fase, reforzaron una secuencia heterogénea diferente para cada sujeto.

Durante las sesiones, los autores llevaron el registro de la ejecución de las cuatro posibles secuencias, esto les permitió comparar la frecuencia de ocurrencia de la secuencia reforzada contra aquellas secuencias que no produjeron el reforzador. Los resultados mostraron que en cada fase experimental los animales realizaron con mayor frecuencia la secuencia a la cual le hicieron contingente la entrega del reforzador en comparación con las otras secuencias no reforzadas. Por otra parte, al reforzar una secuencia heterogénea los autores encontraron una particularidad en el patrón de respuestas; si bien la heterogénea presentaba una alta frecuencia, la secuencia homogénea con la respuesta más próxima al reforzador también se ejecutaba constantemente. Por ejemplo, al reforzar DI la secuencia con más frecuencia después de ésta será II. Esto implica un error atribuido a la proximidad con el reforzador; le llamaron *efecto de contigüidad*. A partir de estos resultados, los autores concluyeron que las secuencias de dos respuestas son una propiedad diferenciable de la conducta. Esto es, que un patrón conductual comprendido por dos respuestas puede funcionar como unidad condicionable (en términos de Zeiler, 1977).

Desde el trabajo de Grayson y Wasserman (1979), diferentes autores realizaron estudios centrados en analizar la adquisición y modificación de las secuencias reforzadas. Uno de los temas dentro de la literatura se centró en realizar pruebas para observar si la ejecución de las secuencias se ajustaba a lo planteado por la ley de igualación. La pregunta central en este tipo de estudios es *¿la ley de igualación puede generalizarse a secuencias de respuestas?*

V. Reforzamiento concurrente de secuencias de respuestas

En estudios de elección en donde se refuerzan de manera concurrente dos o más respuestas discretas, se ha demostrado la existencia de la relación entre la frecuencia relativa de las respuestas y la frecuencia relativa del reforzamiento (Baum, 1974a; de Villiers, 1977; Herrnstein, 1961; Herrnstein, 1969). Si bien los estudios mencionados en el apartado anterior (Catania, 1971; Grayson & Wasserman, 1979) ofrecieron evidencia que sustenta la idea de que las secuencias pueden funcionar como unidad básica, en estos experimentos sólo se reforzó una secuencia en cada condición. En este sentido, el uso de programas concurrentes permite el reforzamiento simultáneo de dos secuencias y, por lo tanto, probar la pertinencia de la nueva unidad dentro del marco de ley de igualación. El objetivo principal de este tipo de estudios ha sido analizar si la tasa relativa de secuencias iguala a la tasa relativa de reforzadores; de manera general, se ha encontrado que las secuencias de respuestas son afectadas de la misma manera que las respuestas discretas (Alonso-Orozco, 2017; Fetterman & Stubbs, 1982; Schneider & Morris, 1992; Schneider & Davison; 2005; 2006; Schneider, 2008).

Uno de los primeros trabajos en donde se empleó el reforzamiento concurrente de secuencias fue el de Fetterman y Stubbs (1982). Utilizaron un procedimiento de operante libre para reforzar de manera concurrente secuencias de dos respuestas a dos operandos, teniendo cuatro posibles secuencias a reforzar: II, ID, DI y DD. Los autores variaron la probabilidad de reforzamiento a lo largo de los ensayos tanto de las cuatro secuencias como de las respuestas individuales que las conforman. El experimento se dividió en dos fases con condiciones diferentes en cada una. Todas las sesiones iniciaron con un programa IV45", al cumplirse el tiempo programado y dependiendo de la secuencia que sería reforzada en ese ensayo, dadas las probabilidades, se entregaba el reforzador si el animal ejecutaba la secuencia correcta.

En la Fase 1, a lo largo de cinco condiciones, la probabilidad de reforzamiento para las secuencias II e ID incrementó, mientras que para las secuencias DI y DD disminuyó. Asimismo, la probabilidad para la primer respuesta a la tecla izquierda (I), aumentó de .1 a .9 y la probabilidad para la segunda respuesta a cualquiera de las dos teclas (I y D) se mantuvo con un valor de .5. El objetivo de estas manipulaciones fue

enfatar los cambios en el reforzamiento para la *primer* respuesta de las secuencias. Es decir, las palomas tenían mayor probabilidad de recibir alimento si su primer respuesta era a la tecla izquierda. Además, la *última* respuesta de la secuencia, fuera derecha o izquierda, producía indistintamente el reforzador. Si las palomas, después del picotazo en la tecla izquierda picaban la tecla derecha o la izquierda (produciendo las secuencias ID ó II) tenían la misma probabilidad de obtener comida. En las siguientes tres condiciones, los autores mantuvieron constante las probabilidades de reforzamiento para: la primer respuesta izquierda, en .75; las alternaciones (ID y DI) y la secuencia II, en .5; y aumentaron la duración del intervalo entre ensayos (IEE; el tiempo entre un reforzamiento y el siguiente) de .5 segundos a 1, 4 y 8 segundos. Empleando este procedimiento, los autores esperaban que al aumentar el valor del IEE se atenuara el efecto de reforzar diferencialmente la primer respuesta de la secuencia a la tecla izquierda. Es decir, al incrementar el tiempo entre los ensayos los animales realizarían menos ráfagas de respuesta sobre la tecla reforzada (I) y probarían la tecla no reforzada (D).

A lo largo de la Fase 2, la probabilidad de reforzamiento varió en favor de las secuencias heterogéneas. En comparación con las probabilidades de la Fase 1, la probabilidad de las secuencias que implican una alternación (ID y DI) aumentó a .90 en una condición y .75 en la segunda, mientras que la probabilidad para las secuencias homogéneas (II y DD) disminuyó a .05 y .12, para cada condición. En el caso de la probabilidad de las respuestas individuales, tanto en la primera como en la segunda posición de la secuencia, el reforzamiento ocurría de manera indiferente (.5). En las últimas tres condiciones, los autores variaron el IEE de .5 segundos a 1, 4 y 8 segundos mientras la probabilidad de reforzamiento de secuencias alternadas (ID y DI) se mantuvo constante en .75. En esta fase, las palomas tenían mayor probabilidad de conseguir el reforzador si ejecutaban secuencias heterogéneas.

Los autores llevaron el registro del total de respuestas ejecutadas sobre cada tecla y del total de secuencias de dos respuestas, esto les permitió hacer un análisis en términos de ley de igualación para ambos casos. Los resultados obtenidos de la Fase 1 mostraron que la distribución relativa de la conducta para las diferentes alternativas se

igualaba a la distribución relativa del reforzador cuando se trataba de secuencias; no ocurrió lo mismo con las respuestas individuales. Esta evidencia apuntó a que las secuencias de respuestas actúan como unidad funcional al observar la igualdad entre las alternativas. Al modificar el valor del IEE, ocurrieron varios cambios: de manera general, la frecuencia de la secuencia DD aumentó, la de la secuencia II disminuyó y la de las secuencias heterogéneas se mantuvo constante. Esto ocurrió porque con los incrementos del IEE, el efecto del reforzamiento diferencial de la tecla izquierda se mitigó. El resultado fue que los animales realizaran en menor medida las secuencias II e ID, alternaran sus respuestas entre las dos teclas y tendieran a responder más en la tecla derecha; motivo por el cual se observó mayor frecuencia en las secuencias DD y DI.

Por otra parte, los resultados indicaron que la formación de las secuencias como unidad se ve afectada por la duración del IEE: con los incrementos, la igualdad para secuencias se perdió; sin embargo, para las respuestas individuales se cumplió. Los autores explicaron estos resultados en términos de limitaciones temporales para la formación de las secuencias como unidades funcionales, lo cual sugiere el control de la conducta por la conducta anterior y un acercamiento al concepto de *memoria* (Fetterman & Stubbs, 1982). Ante los cambios en las tasas de reforzamiento para las secuencias en la Fase 2, la ejecución de las heterogéneas incrementó y la de las homogéneas disminuyó. De igual manera, se observó la igualdad entre la frecuencia relativa de las secuencias y la frecuencia relativa de reforzamiento. Cuando se modificó el valor del IEE no se observaron grandes cambios en la proporción de ejecución de las secuencias. En ambas fases, los autores observaron que la elección de los animales tendía a la subigualación entre las alternativas. Los hallazgos de Fetterman y Stubbs (1982) fueron interpretados como evidencia de que la conducta puede ser organizada en unidades complejas.

Más adelante Susan M. Schneider, en conjunto con otros investigadores, realizó una serie de trabajos con el objetivo de analizar si las secuencias de respuestas se ajustan a la relación de igualdad, utilizando los modelos propuestos por Baum (1974a) y Herrnstein (1961).

Schneider y Morris (1992) reforzaron secuencias de dos y tres respuestas sobre dos operandos en programas concurrentes. El objetivo del estudio fue investigar los efectos de la demora de reforzamiento en la formación de unidades funcionales. En el primer experimento, el procedimiento consistió en tener un programa IV60” para las posibles secuencias a reforzar: cuatro (II, ID, DI, DD) en el caso de las de dos respuestas y ocho (III, IID, IDI, IDD, DII, DID, DDI, DDD) para las de tres respuestas. Una vez concluido el tiempo del intervalo se tenía una probabilidad de reforzamiento diferente asociada a cada una de las secuencias posibles. Los datos obtenidos de esta manipulación mostraron de manera consistente que los dos tipos de secuencias no ajustaron a la relación de igualdad (Herrnstein, 1961); por el contrario, los resultados fueron intermedios para la igualdad tanto de respuestas individuales como de las secuencias. A partir del primer estudio, los autores realizaron una segunda manipulación en donde variaron los tiempos de los intervalos entre las respuestas a lo largo de cuatro condiciones. De manera general el procedimiento consistió en el reforzamiento concurrente de secuencias de dos respuestas al concluir un programa IV60”, cada una de las secuencias tenía asociada una probabilidad de reforzamiento distinta. Los resultados del segundo experimento mostraron que la frecuencia relativa de las secuencias iguala la frecuencia relativa del reforzamiento sin embargo, la condicionalidad de las secuencias depende del tiempo que exista entre cada respuesta.

Centrándose en la discusión de la pertinencia de las secuencias de respuestas como unidades funcionales, Schneider y Davison (2005) realizaron uno de los primeros estudios en aplicar la ley de igualdad generalizada (Baum, 1974a) a las secuencias. Emplear la versión generalizada del modelo facilita acceder a más información cuantitativa para entender la igualdad de secuencias. A través del parámetro de sesgo (k), el modelo permite capturar la preferencia de algunas secuencias sobre otras y el parámetro a proporciona información sobre la sensibilidad del organismo al reforzamiento ofrecido por cada alternativa. Con el objetivo de hallar un modelo que pudiera representar y explicar los datos obtenidos del reforzamiento concurrente de secuencias, los autores compararon dos versiones de la ley de igualdad generalizada. Evaluaron los modelos de sensibilidad única y de sensibilidad múltiple para cuantificar el sesgo entre secuencias e indagar si la sensibilidad al reforzamiento (a) es la misma

para diferentes pares de secuencias (por ejemplo, II / DD; II / DI). Utilizaron programas concurrentes para reforzar secuencias de dos respuestas a dos operandos, variando la probabilidad de reforzamiento para las cuatro secuencias a lo largo de 16 condiciones.

Los resultados del estudio (Schneider & Davison, 2005) mostraron que la igualdad generalizada se cumplió para las secuencias y no para las respuestas individuales; este hallazgo permitió que los autores interpretaran que las secuencias se comportan como unidades. Al comparar los modelos de sensibilidad única y sensibilidad múltiple, encontraron dos resultados principales: 1) los valores de los parámetros a (sensibilidad al reforzamiento) y k (sesgo) arrojados por los modelos fueron similares en ambos casos; y 2) los sujetos mostraron sesgos (k) en favor de las secuencias que implican que el sujeto responda sobre la misma tecla (es decir, secuencias homogéneas). En este sentido, los autores explicaron que la preferencia de los organismos por secuencias homogéneas sobre las heterogéneas se debe a que las segundas suponen mayor tiempo y esfuerzo. Es decir, las secuencias heterogéneas requieren que los animales se desplacen entre las alternativas de respuesta para ejecutarlas, lo cual no ocurre en el caso de las homogéneas.

El siguiente estudio realizado por Schneider y Davison (2006) consistió en reanalizar los datos obtenidos de ratas (Schneider & Morris, 1992) y de palomas (Schneider & Davison, 2005), y aportar nuevos datos del reforzamiento concurrente de secuencias de dos respuestas en ratas. Los autores realizaron un análisis secuencial de los datos con el objetivo de buscar principios de orden y patrones en la ejecución de las secuencias; asimismo, hicieron comparaciones entre especies para probar su generalidad.

Para obtener nuevos datos emplearon el mismo procedimiento que en los estudios anteriores: las sesiones iniciaban con un programa IV y una vez terminado el tiempo del intervalo, el reforzamiento se hacía disponible. A lo largo de las cuatro condiciones en cada una de las tres fases, cada secuencia tenía asociada una probabilidad de reforzamiento distinta. El análisis secuencial de los resultados reveló que los organismos no ejecutan las secuencias de manera aleatoria, sino siguen patrones ordenados que son similares entre individuos y entre especies. Los autores hallaron

dos patrones generales en la emisión de las secuencias; uno de estos fue la no repetición de secuencias. Esto es, los sujetos aprendieron que, conforme al procedimiento empleado, la estrategia más eficiente no era perseverar de manera excesiva en una sola secuencia. Por otra parte, observaron patrones durante el post-reforzamiento: sin importar la secuencia reforzada, la secuencia con más probabilidad de ocurrir después del reforzamiento fue aquella que ejecutaban con mayor frecuencia y que fue reforzada con mayor probabilidad. Estas reglas fueron consistentes entre especies, condiciones e historias de reforzamiento.

A partir de estas investigaciones, Schneider (2008) propuso un modelo que permite analizar la transición de respuestas individuales a secuencias de dos respuestas como unidad conductual. El modelo está basado en la relación de igualdad (Herrnstein, 1961; Baum, 1974a) e incluye una nueva suposición: existen dos tipos de sensibilidad a las contingencias a nivel de las secuencias (a en el modelo de Baum, 1974a) y dependen del tiempo entre las respuestas (TER). El tamaño del TER (de 0 segundos a 7 segundos) es el determinante del nivel sobre el cual se observa la relación de igualdad, puede ser: a nivel de respuestas individuales, de secuencias o algún punto intermedio. La propuesta es un modelo de dos etapas, ambas incluyen un parámetro de cambio que describe el sesgo a favor o en contra de las secuencias heterogéneas en comparación con las homogéneas. Únicamente en la primera etapa, se incluye el parámetro de sensibilidad a la *distribución* de las respuestas que describe la sensibilidad de las respuestas individuales a las contingencias a nivel de las secuencias. En la segunda etapa, el parámetro de sensibilidad al *orden* de las respuestas refleja una nueva sensibilidad al orden en el que se deben ejecutar las respuestas para formar una secuencia en específico. Parece ser que la primer etapa refleja la igualdad a nivel de respuestas, mientras que en la segunda se observa igualdad a nivel de secuencias.

En los trabajos mencionados anteriormente (Fetterman & Stubbs, 1982; Schneider & Morris, 1992; Schneider & Davison, 2005; 2006; Schneider, 2008) la evidencia ha sido relativamente consistente. Sin embargo, los procedimientos empleados no han sido adecuados y los resultados respecto a si las secuencias pueden actuar como unidades

conductuales equivalentes a las respuestas discretas no han sido consistentes. Esto se debe a que en algunos casos, el ajuste de los datos favorece a las secuencias y en otros a las respuestas individuales. Sumado a esto, ningún estudio ha tratado la dinámica de las secuencias no reforzadas, este análisis permitiría tener una descripción más general de la conducta. Partiendo de estas observaciones, Alonso-Orozco (2017) planteó: 1) un cambio a nivel procedimental para analizar si la relación de igualación es semejante a lo reportado en la literatura y 2) examinó si la distribución de las secuencias no reforzadas mantiene algún orden al reforzar de manera concurrente dos de las cuatro posibles opciones.

El procedimiento empleado por los autores en el área de secuencias ha consistido en tener un solo programa de intervalo variable y asignar probabilidades distintas de reforzamiento para cada una de las secuencias. Una vez que se cumple el valor del tiempo programado, se refuerza la ejecución de alguna secuencia en función de la probabilidad que se ha establecido. En este caso lo que se ha mantenido concurrente han sido las secuencias, en el sentido de que más de una puede ser reforzada. Es decir, la conducta del organismo es lo que es concurrente y no la opción de ejecutar una respuesta en operandos distintos controlados por programas de reforzamiento independientes entre sí. La segunda preparación es una interpretación más cercana a la concepción tradicional de programas concurrentes (de Villiers, 1977).

La idea básica detrás del procedimiento utilizado por Alonso-Orozco (2017) fue reforzar de manera concurrente secuencias de respuestas, cada una asociada a un programa IV distinto e independiente uno del otro. A lo largo de cuatro fases, manipuló la frecuencia de reforzamiento concurrente de dos secuencias en combinaciones distintas, formando cuatro grupos de ratas: homogénea vs homogénea (II / DD), heterogénea vs heterogénea (ID / DI) y heterogénea vs homogénea (ID / II; DI / DD). Además en todos los casos llevó el registro de las cuatro secuencias sin importar si eran o no reforzadas.

Al analizar las frecuencias de las secuencias, los resultados mostraron que los sujetos ejecutaron con mayor frecuencia el par de secuencias reforzadas en comparación con las secuencias no reforzadas; esto indica que los animales son

sensibles a qué conducta está siendo reforzada. El registro de las secuencias no reforzadas mostró que la conducta de los animales se distribuyó entre *todas* las secuencias, lo cual ocurrió para todos los sujetos de los cuatro grupos. Si bien la distribución de la conducta fue diferente para cada grupo, parece ser que la distribución de las secuencias no reforzadas presenta cierto orden: el *efecto de contigüidad* (Grayson & Wasserman, 1979) observado en los datos de los cuatro grupos es un ejemplo de esto. Al examinar si, dada la preparación, los animales ajustaron su conducta a lo propuesto por ley de igualación, los resultados obtenidos sugirieron que el ajuste depende del par de secuencias reforzadas. Por ejemplo, si la combinación es entre homogéneas o heterogéneas la ejecución se acercó más a la línea de igualación. Esto no ocurre cuando el par de secuencias está conformado por una homogénea y una heterogénea. En este sentido la autora sugirió que al reforzar la conducta de manera concurrente, ésta es sensible a los cambios en el ambiente en función de la estructura requerida para obtener el reforzador. Por último, encontró que sin importar la combinación de las secuencias se presentó el efecto de subigualación y los animales mostraron una fuerte preferencia por ejecutar secuencias homogéneas.

Planteamiento del problema

La fragmentación de la conducta en unidades funcionales facilita su análisis en diversos contextos. Se sabe que la conducta depende de sus consecuencias, en este sentido muchos estudios han utilizado respuestas individuales como unidades; sin embargo, se ha demostrado que la relación entre la conducta y sus consecuencias no se limita a la respuesta más contigua sino que éstas afectan a respuestas anteriores (Catania, 1971). Las secuencias de respuestas se comportan como unidad conductual funcional, diversos autores han demostrado que caen bajo el control de varias manipulaciones experimentales sin perder su estructura (Grayson & Wasserman, 1979). Una prueba importante ha sido emplear programas concurrentes para observar si las secuencias ajustan a lo propuesto por la ley de igualación (Alonso-Orozco, 2017; Fetterman & Stubbs, 1982; Schneider & Morris, 1992; Schneider & Davison; 2005; 2006; Schneider, 2008).

Emplear las secuencias de respuestas como variante de la unidad conductual tradicional nos obliga a realizar modificaciones en la programación usual de los programas concurrentes. Las variantes utilizadas en otros estudios parecen ser insuficientes, por un lado debido a que la reinterpretación de la definición de programas concurrentes no separa las conductas reforzadas entre operandos y por otra parte, no consideran la importancia de observar la dinámica entre todas las secuencias a pesar de que no todas conduzcan al reforzador.

Con el propósito de abordar estas carencias, se propuso utilizar cámaras experimentales con dos paneles de control como componentes separados e independientes que constituyen al programa concurrente. De esta manera, los sujetos ejecutaron en cada componente una secuencia de dos respuestas a dos operandos para obtener reforzamiento alimenticio. Ambos componentes trabajaron como fuentes de reforzamiento concurrente bajo distintos programas de reforzamiento de intervalo variable a lo largo de cinco fases experimentales.

El objetivo principal del presente trabajo consistió en evaluar si al programar dos fuentes de reforzamiento concurrente a las secuencias de respuestas, la ejecución de

los animales sigue lo propuesto por la ley de igualación generalizada (Baum, 1974a). Esto es, si las tasas relativas de las secuencias igualan a las tasas relativas de reforzamiento programadas sobre cada secuencia. Si las secuencias de respuestas se ajustan a esta relación, dado el cambio a nivel procedimental, entonces se podrá decir que se comportan como una unidad conductual funcional.

Un objetivo específico del estudio fue:

1. Analizar la distribución de las frecuencias de las secuencias a las cuales no se les asignó reforzamiento.

Método

Sujetos

Se utilizaron ocho ratas hembra de la cepa Wistar, experimentalmente ingenuas y de 2.5 meses de edad aproximadamente al inicio del experimento. Todos los sujetos se mantuvieron entre el 85% y el 80% de su peso *ad libitum*; al final de cada sesión recibieron alimento y tuvieron acceso libre al agua fuera de las cámaras experimentales. Ambos experimentos se llevaron a cabo bajo la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999) para el cuidado y uso de los animales de laboratorio.

Aparatos

Se utilizaron cuatro cámaras experimentales de condicionamiento operante fabricadas por *MED Associates Inc.*, cada una ubicada dentro de una caja sonoro-amortiguadora. Todas las cámaras se conectaron a una interfase *MED Associates Inc.* que controlaba y registraba cada sesión experimental. Dos de ellas son de un solo panel de control y el resto, de dos paneles. El techo y las paredes laterales de las cámaras son de acrílico, mientras que el panel frontal y el posterior son de acero inoxidable; el piso es de barras cilíndricas de acero. En las cámaras con un solo panel, en el posterior se ubica una luz general de 28v y en el frontal se encuentran dos palancas: una del lado izquierdo y otra del derecho, arriba de cada una se ubica un foco de 28v. Entre las palancas está colocado un bebedero por el cual los animales recibieron los reforzadores. En el caso de las cámaras con dos paneles de control, frontal y posterior, la disposición de las palancas, los focos y el bebedero en ambos paneles es la misma que la descrita para el panel frontal de las cámaras con uno solo. Los reforzadores consistieron en 0.1 ml de una mezcla de 150 ml de leche ultra pasteurizada con 50 ml de leche condensada.

Procedimiento

El entrenamiento general estuvo conformado por tres etapas: moldeamiento, entrenamiento 1 y entrenamiento 2. A continuación se describen los procedimientos de las etapas.

Moldeamiento. En las cámaras operantes de un panel de control se moldeó la respuesta de presionar la palanca a través de la presentación simultánea de un programa de razón fija (RF1) y tiempo fijo (TF). En el caso del programa de razón, en cada ocasión en que los animales presionaban alguna de las dos palancas se apagaban las luces, sonaba un tono y se daba acceso a 0.1 ml del reforzador durante 3 segundos. Con el programa de TF, cada determinado tiempo (en segundos; el tiempo varió dependiendo de la ejecución del sujeto) se apagaban las luces y se daba acceso al reforzador. Esta fase se mantuvo hasta que los sujetos obtenían al menos 20 reforzadores en una sesión por el programa de razón. Cada sesión duraba 30 minutos.

Entrenamiento 1. A cada palanca se le nombró de acuerdo a su localización dentro de la cámara operante: izquierda (I) y derecha (D). Durante este entrenamiento se reforzó cualquiera de las cuatro posibles combinaciones de dos respuestas a ambas palancas; las secuencias son: II, ID, DI o DD. Cada sesión inició con la luz general y las luces sobre las palancas encendidas, cuando el animal emitía alguna de las secuencias se apagaban todas las luces, sonaba un tono por un segundo y se daba acceso a 0.1 ml de leche durante 3 segundos. Con cada entrega del reforzador se iniciaba un nuevo ensayo. Las sesiones terminaron cuando los animales cumplían con 50 ensayos, o bien cuando transcurrían 30 minutos. Los animales se mantuvieron en este entrenamiento entre tres y cuatro días, dependiendo del sujeto.

Entrenamiento 2 (entrenamiento en alternación). Durante este entrenamiento el reforzador fue contingente a las respuestas sobre las palancas de manera alternada, en cualquier dirección. Es decir, para cada sujeto se reforzó una de las siguientes respuestas: ID o DI. A estas respuestas alternadas se les nombró secuencias heterogéneas. Al cumplir con el requisito, se apagaban las luces sobre las palancas y la luz general, sonaba un tono durante un segundo y se daba acceso al reforzador durante 3 segundos. Con cada entrega del reforzador se iniciaba un nuevo ensayo. Cuando los animales respondían a las palancas repitiendo dos respuestas sobre la misma palanca (las respuestas II o DD), las cuales se definieron como secuencias homogéneas, se apagaban las luces sobre las palancas y la luz general durante un

segundo (*blackout* 1"); una vez transcurrido este tiempo se encendían de nuevo todas las luces y se iniciaba un nuevo ensayo.

Fases experimentales

Una vez que los animales concluyeron con el entrenamiento general, pasaron a las fases experimentales. Los ocho sujetos se asignaron a dos grupos, los cuales se etiquetaron como Grupo Homogéneas y Grupo Heterogéneas. A los animales en el primer grupo se les reforzó por ejecutar secuencias homogéneas (II y DD); a los del segundo grupo por realizar secuencias heterogéneas (ID y DI). Las cinco fases experimentales consistieron en el reforzamiento concurrente de secuencias bajo programas de intervalo variable (IV). En las cámaras operantes de dos paneles, al panel frontal se le nombró componente A y al panel posterior componente B; a cada componente se le asignó su propio programa de IV.

En las cinco fases, las sesiones iniciaron con la luz general y las luces sobre las palancas encendidas, así como el contador del tiempo en ambos paneles para las secuencias reforzadas. Si los animales ejecutaban cualquier secuencia (reforzada o no reforzada) en alguno de los componentes antes de que se cumpliera el valor del intervalo, se presentaba un *blackout* de 1 segundo. Una vez que se cumplía el intervalo y se emitía la secuencia reforzada correspondiente a su componente se entregaba el reforzador de la misma manera que en los entrenamientos. Al término de ese tiempo, iniciaba un nuevo ensayo y se reiniciaba el intervalo para el componente en el cual el animal había respondido. Los contadores de tiempo de ambos componentes eran independientes. Es decir, hasta que se cumplía con el tiempo del componente A y se emitía la secuencia A se reiniciaba el contador; lo mismo ocurría con el contador del componente B una vez que el animal ejecutara la secuencia B. Se programaron 100 reforzadores para una sesión, los cuales se distribuyeron en dos de las cuatro posibles secuencias. En la primer fase, el 50% de los reforzadores se repartió entre las dos secuencias reforzadas. En las Fases 2 y 5 la relación de reforzadores fue 30 - 70 y en las Fases 3 y 4 la relación fue 10 - 90. Los valores de los intervalos fueron calculados por la ecuación propuesta por Flesher y Hoffman (1962) con $N = 20$, los valores de las

medias fueron 22.5, 36 y 90. Cada sesión terminó al cumplirse 30 minutos y el cambio de fase se realizó cuando los animales cumplían entre 20 y 30 sesiones.

Fase 1. En esta fase, el valor de los programas IV en ambos componentes (A y B) fue de 30 segundos (IV30”), esto ocurrió para ambos grupos.

Fase 2. Los valores de los programas IV que se utilizaron en esta fase fueron de 15 y 30 segundos (IV15” y IV30”). Para seis de los ocho sujetos el programa IV15” se presentó en el componente A y el IV30” en el componente B. En el caso de los dos animales restantes, en el componente A se presentó el IV30” y en el componente B el IV15”.

Fase 3. Para los programas utilizados en esta fase se utilizaron los valores de 15” y 120”. Para los mismos seis animales mencionados anteriormente, el programa IV15” se presentó en el componente A y el IV120” en el componente B. Para los dos sujetos restantes, los programas se presentaron de manera invertida en cada uno de los componentes.

Fase 4. En esta fase se utilizaron los mismos valores que en la fase anterior (IV15” y IV120”), sin embargo se cambió la presentación de los valores en cada componente. Es decir, para los seis animales el componente A trabajó con el IV120” y el componente B con el IV15”. En el caso de los dos animales restantes, en el componente A se presentó el IV15” y en el componente B el IV120”.

Fase 5. En la última fase experimental se utilizaron los mismos valores que en la Fase 3 (IV15” y IV30”) pero se presentaron de manera invertida. Los seis animales trabajaron de acuerdo con el IV30” en el componente A y con el IV15” en el componente B. La presentación de los mismos programas para los dos sujetos restantes fue de forma invertida en cada componente.

Para mayores detalles revisar la Tabla 1 en donde se presenta el diseño experimental, el cual incluye las secuencias reforzadas para cada sujeto en ambos grupos, así como las frecuencias de reforzamiento en cada componente por fase.

Tabla 1. Se exponen las cinco fases experimentales, los cambios de fase ocurrieron cuando los animales cumplieron entre 25 y 30 sesiones. El componente A representa el panel frontal y el componente B, el panel posterior.

Grupo	Rata	Secuencias reforzadas (componente A componente B)	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Homogéneas	A1	II II	IV30" IV30"	IV15"	IV15"	IV120"	IV30"
	A3	DD II		IV30"	IV120"	IV15"	IV15"
	A4	II II		IV30"	IV120"	IV15"	IV15"
	A6	DD II		IV15"	IV120"	IV30"	
Heterogéneas	T1	ID ID					
	T3	DI DI		IV15"	IV15"	IV120"	IV30"
	T8		IV30"	IV120"	IV15"	IV15"	
	T6	ID DI					

Nota: ID (izquierda - derecha), DI (derecha - izquierda), II (izquierda - izquierda) y DD (derecha - derecha).

Resultados

Los resultados se dividen en dos análisis: 1) se muestran las frecuencias de las cuatro secuencias y los reforzadores obtenidos, en cada uno de los componentes, y 2) se analizó la relación entre la tasa relativa de secuencias en función de la tasa relativa de reforzadores a partir del modelo de igualación generalizada (Baum, 1974a).

Análisis de frecuencias de todas las secuencias

Se llevó el registro de las cuatro secuencias en ambos componentes con el propósito de examinar si los animales ejecutaron cualquiera de las otras secuencias, a pesar de que sólo una de ellas fuera reforzada en cada componente. En las siguientes figuras (5 - 12) se muestra la frecuencia (eje vertical) de las cuatro secuencias (eje horizontal) en los componentes del programa concurrente: la letra *A* denota el panel frontal y la *B* el panel posterior, la línea vertical divide a las secuencias ejecutadas en cada uno de los componentes. Las barras de color negro representan las secuencias a las cuales les fue contingente la entrega del reforzador en el componente A, las barras de color gris oscuro muestran las secuencias reforzadas en el componente B y los círculos blancos indican los reforzadores obtenidos por cada animal al ejecutar las secuencias reforzadas en el componente respectivo. En el caso de las figuras correspondientes a los sujetos en el Grupo Heterogéneas (figuras 9 - 12), las barras de color gris claro representan las secuencias, de cada componente, que no llevaban a la entrega del reforzador pero que los animales ejecutaron.

Las figuras con los resultados de cada sujeto están divididas en dos paneles: en el superior se muestran las gráficas del promedio de las respuestas y los reforzadores de los últimos cinco días de las fases 1 - 3; y en el panel inferior se presentan los resultados para las fases 4 y 5. Entre paréntesis se incluye la proporción de reforzadores ofrecidos por cada componente, el primer valor corresponde al componente A y el segundo al componente B.

Grupo Homogéneas

La siguiente serie de figuras (5 - 8) corresponde a los resultados de los sujetos en el Grupo Homogéneas.

Las figuras 5 y 6 muestran los resultados de los sujetos A1 y A3, respectivamente. El orden de los valores de los programas IV a lo largo de las cinco fases fue el mismo para ambos sujetos (revisar Tabla 1), mas el par de secuencias reforzadas fue distinto. Las secuencias reforzadas para A1 fueron: II en el componente A y en el componente B; y para A3 fueron: DD en el componente A e II en el componente B. Los resultados a lo largo de las fases fueron consistentes entre ambos sujetos. En el panel superior de las figuras 5 y 6, en la primer columna se muestra la Fase 1 en donde el reforzador para las secuencias se distribuyó conforme a la proporción 50 - 50 en cada componente, los dos animales ejecutaron las secuencias reforzadas de manera similar a la asignación de los reforzadores. En la segunda columna se presenta la Fase 2 en donde la relación de reforzadores cambió a 70 - 30. En la Figura 5, se muestra que el sujeto A1 realizó con mayor frecuencia la secuencia correspondiente al componente B en donde la proporción del reforzador fue menor. La misma posición en la Figura 6, presenta que el sujeto A3 ejecutó en la misma proporción las secuencias en los dos componentes. La tercer columna de ambas figuras muestra la Fase 3. La diferencia en la cantidad de reforzadores otorgados entre los componentes incrementó respecto a la fase anterior a 90 - 10, las dos ratas realizaron más respuestas en el componente A que ofrecía reforzadores en mayor proporción. En la primer columna del panel inferior de las figuras se muestra el cambio a la Fase 4, en donde se invirtió la relación de reforzadores asignados respecto a la fase anterior; es decir 10 - 90. Los animales realizaron con mayor frecuencia la secuencia en el componente B, de acuerdo a la distribución de los reforzadores. La última columna del panel inferior de las dos figuras muestran la Fase 5. En esta condición, la disposición de los reforzadores fue 30 - 70 y la conducta de ambos animales coincide con esta relación: la secuencia correspondiente al componente B muestra una mayor frecuencia de ejecución.

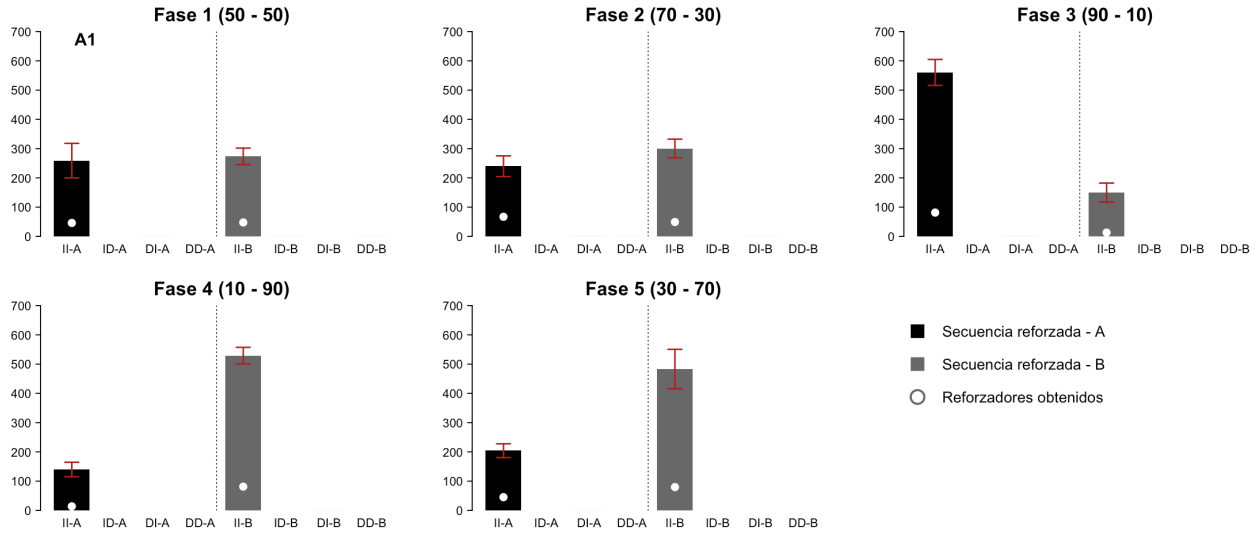


Figura 5. Resultados del sujeto A1 del Grupo Homogéneas. En el eje vertical se presenta la frecuencia de las secuencias ejecutadas por el sujeto y en el eje horizontal, las cuatro posibles secuencias (II, ID, DI y DD) en cada uno de los componentes: la letra A corresponde al panel frontal y la letra B, al posterior.

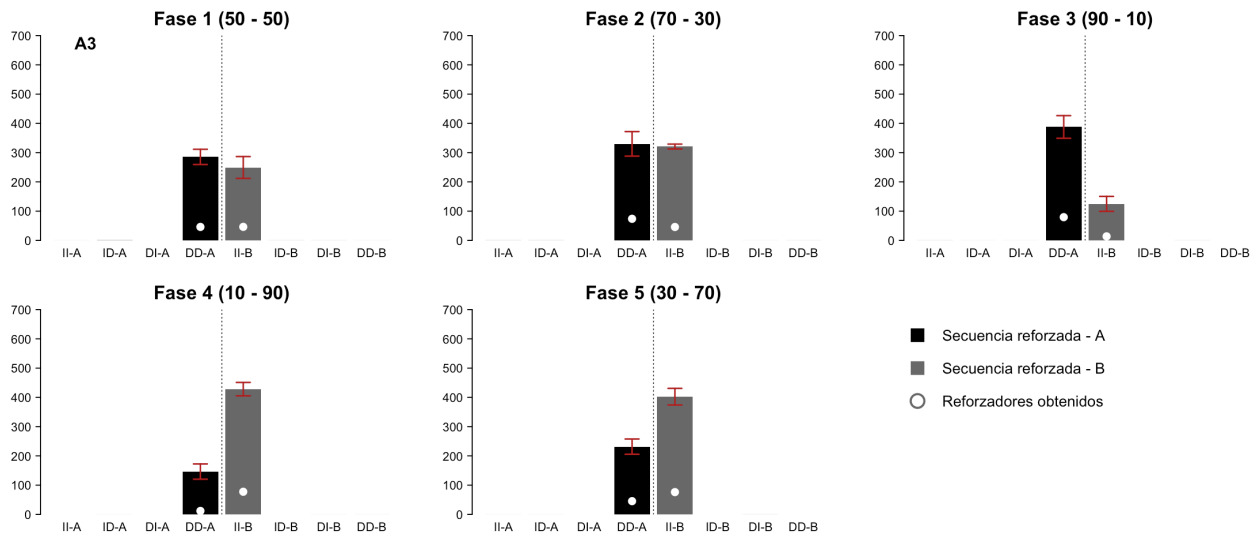


Figura 6. Resultados del sujeto A3 del Grupo Homogéneas. En el eje vertical se presenta la frecuencia de las secuencias ejecutadas por el sujeto y en el eje horizontal, las cuatro posibles secuencias (II, ID, DI y DD) en cada uno de los componentes: la letra A corresponde al panel frontal y la letra B, al posterior.

Las figuras 7 y 8 presentan los resultados de los sujetos A4 y A6, respectivamente. Para ambos sujetos, el orden de los valores de los programas IV a lo largo de las cinco fases fue el mismo (revisar Tabla 1), sin embargo el par de secuencias reforzadas fue diferente. Las secuencias reforzadas para A4 fueron: II tanto en el componente A como en el componente B; y para A6: DD en el componente A e II en el componente B. Los resultados a lo largo de las fases fueron consistentes entre ambos sujetos. En el panel superior de las figuras 7 y 8, la primer columna corresponde a la Fase 1 en donde el reforzador para las secuencias se asignó según la proporción 50 - 50, en cada componente. En la Figura 7, se muestra que el sujeto A4 realizó más respuestas en el componente A. La Figura 8 muestra que la rata A6 ejecutó más respuestas en el componente B. La segunda columna de ambas figuras presenta la Fase 2 en donde la relación de reforzadores varió a 30 - 70. Los animales realizaron con mayor frecuencia la secuencia correspondiente al componente B, en donde la disposición de reforzadores fue mayor. La tercer columna corresponde a los resultados de la Fase 3, la diferencia en la cantidad de reforzadores otorgados en cada componente aumentó respecto a la fase anterior a 10 - 90. Las ratas realizaron en mayor medida la secuencia en el componente B que ofrecía mayor proporción de reforzadores. La primer columna del panel inferior de las figuras muestra el cambio a la Fase 4, donde se invirtió la relación de reforzadores asignados en los componentes respecto a la fase anterior; es decir 90 - 10. Ambos sujetos ejecutaron con mayor frecuencia la secuencia en el componente A, según la distribución de los reforzadores. La última columna del panel inferior, en las dos figuras, muestra los resultados de la Fase 5. En esta condición, la relación entre los reforzadores fue 70 - 30 y la conducta de ambas ratas ajusta a la distribución de los reforzadores, la secuencia correspondiente al componente A muestra una mayor frecuencia de ejecución.

En los resultados de los sujetos en el Grupo Homogéneas se presentan dos datos consistentes entre los sujetos. Primero, a partir de la Fase 3, en donde la diferencia en la proporción de los reforzadores aumentó de manera considerable en relación a la Fase 2, los sujetos comenzaron a realizar en mayor proporción la secuencia en el componente que ofrecía mayor reforzamiento. Segundo, cuando se reforzaron secuencias homogéneas, la ejecución de secuencias heterogéneas fue casi nula.

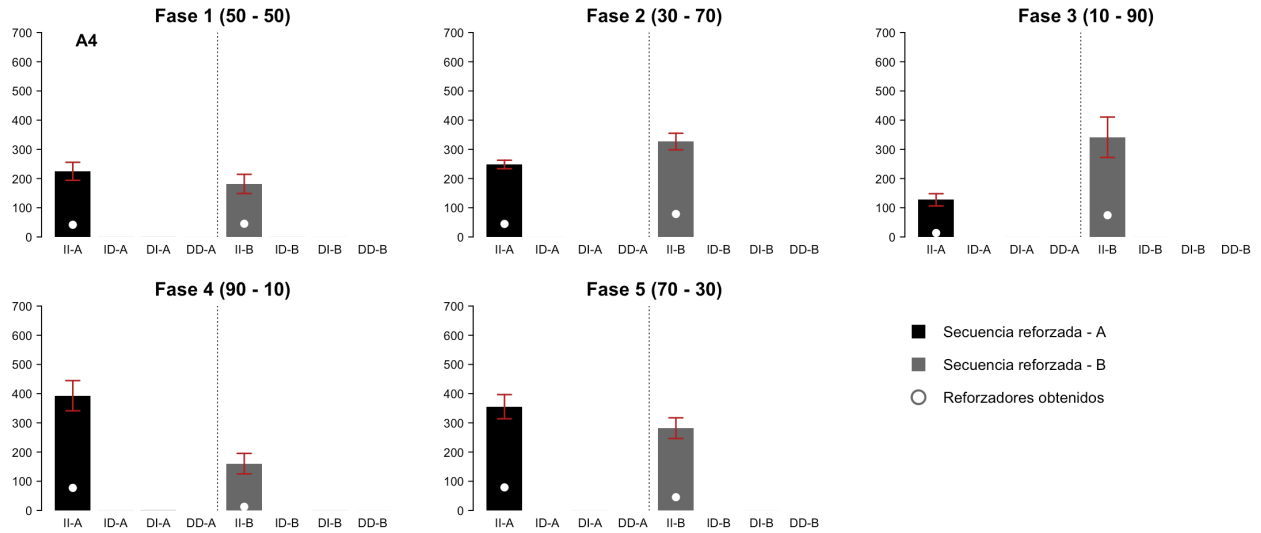


Figura 7. Resultados del sujeto A4 del Grupo Homogéneas. En el eje vertical se presenta la frecuencia de las secuencias ejecutadas por el sujeto y en el eje horizontal, las cuatro posibles secuencias (II, ID, DI y DD) en cada uno de los componentes: la letra A corresponde al panel frontal y la letra B, al posterior.

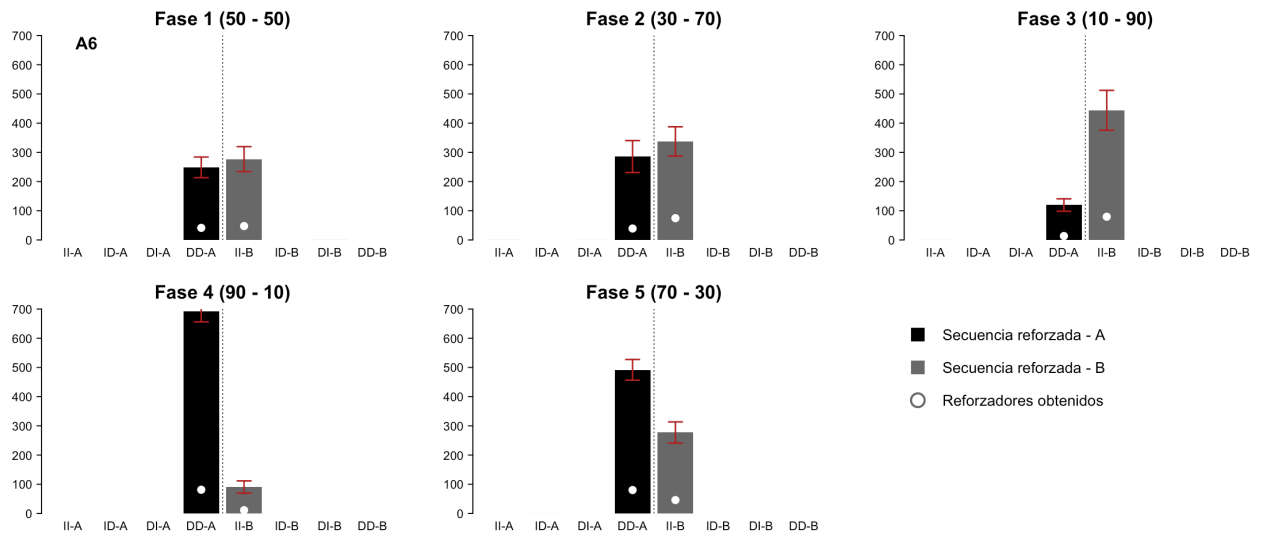


Figura 8. Resultados del sujeto A6 del Grupo Homogéneas. En el eje vertical se presenta la frecuencia de las secuencias ejecutadas por el sujeto y en el eje horizontal, las cuatro posibles secuencias (II, ID, DI y DD) en cada uno de los componentes: la letra A corresponde al panel frontal y la letra B, al posterior.

Grupo Heterogéneas

La siguiente serie de figuras (9 - 12) corresponde a los resultados de los sujetos en el Grupo Heterogéneas. La descripción de las figuras se realizó de dos maneras: a) se exponen las variaciones únicamente del par de secuencias reforzadas ante los cambios de reforzamiento en cada fase. Se describen los resultados de las cinco fases para las cuatro ratas debido a que son consistentes entre todos los animales; b) se analiza la ejecución de todas las secuencias de forma particular debido a diferencias en los patrones de conducta de los sujetos.

La Figura 9 pertenece a los resultados de T1; se le reforzó, tanto en el componente A como en el componente B, la secuencia ID. En el caso de las ratas T3 (Figura 10) y T8 (Figura 12), se les reforzó la secuencia DI en ambos componentes. Las secuencias reforzadas para el sujeto T6 (Figura 11) fueron diferentes entre los componentes: ID en el componente A y DI en el componente B.

En el panel superior de las figuras (9 - 12), la primer columna muestra la Fase 1 en donde el reforzador se distribuyó 50 - 50 entre los componentes. Las cuatro ratas ejecutaron en mayor proporción la secuencia reforzada en el componente B, a pesar de obtener una cantidad similar de reforzadores en ambos componentes. La diferencia en la ejecución de las secuencias entre los componentes fue distinta entre las ratas. Por ejemplo, la rata T6 (Figura 11) presentó la diferencia más grande al realizar, en promedio, 59 respuestas más en el componente B. La Fase 2 se presenta en la segunda columna de las figuras 9 - 12. La relación de reforzadores cambió a 70 - 30 y la conducta de los animales se distribuyó en correspondencia a dicha variación; los sujetos ejecutaron con mayor frecuencia la secuencia del componente A. La tercer columna muestra la Fase 3, donde la diferencia entre la cantidad de reforzadores otorgados por cada componente incrementó en relación a la fase anterior a 90 - 10; en todos los casos, la frecuencia de la secuencia en el componente A fue mayor conforme al incremento en la cantidad de reforzadores en ese componente. En el panel inferior de todas las figuras, la primer columna corresponde a los resultados de la Fase 4 en donde se invirtió la relación de reforzadores asignados respecto a la fase previa, es decir 10 - 90. La conducta de los sujetos se ajustó al cambio y produjeron con mayor

frecuencia la secuencia correspondiente al componente B. La siguiente columna del mismo panel muestra la Fase 5. En esta condición, la disposición de los reforzadores fue 30 - 70; en todas las figuras se presenta que la secuencia correspondiente al componente B muestra una mayor frecuencia de ejecución.

Al analizar la ejecución de todas las secuencias del sujeto T1 (Figura 9), surgen dos datos. Primero, a lo largo de las cinco fases, la secuencia heterogénea con mayor cantidad de reforzadores asignados es donde se presenta la mayor ejecución. Segundo, el efecto de contigüidad se presenta sobre la secuencia homogénea relacionada con la secuencia heterogénea reforzada; esto ocurre en ambos componentes. Por ejemplo, en la Fase 2 se reforzó en mayor medida la secuencia ID en el componente A en comparación con el componente B. En la gráfica correspondiente, se presenta que la secuencia reforzada ID (130 respuestas) tiene mayor frecuencia que la secuencia DD (72 respuestas). Las otras dos secuencias también fueron ejecutadas pero en menor medida: DI, 29 respuestas e II, 22 respuestas. El efecto se presenta en todos los cambios de fase.

La Figura 10 muestra los resultados del animal T3. A lo largo de las fases, la secuencia que recibía mayor reforzamiento entre los componentes tiene la mayor frecuencia de ejecución. Por otra parte, se presenta que, en algunos casos, la secuencia con la segunda frecuencia más alta es la otra heterogénea (ID) no reforzada; y en otros, se presenta el efecto de contigüidad. Un ejemplo del primer caso corresponde a la Fase 3, donde se reforzó la secuencia DI en el componente A en mayor proporción. En la gráfica correspondiente, se muestra que la secuencia reforzada DI (257 respuestas) se ejecutó con mayor frecuencia que la otra heterogénea, ID (68 respuestas). Las dos homogéneas también fueron ejecutadas en menor proporción: II, 38 respuestas y DD, 7 respuestas. Este patrón se presenta en ambos componentes en las fases 2 y 3. En las fases 4 y 5, dicho patrón se presenta únicamente en el componente A y en el componente B se muestra el efecto de contigüidad sobre la secuencia heterogénea que recibía mayor reforzamiento. Por ejemplo, en la Fase 5 la secuencia DI recibió mayor cantidad de reforzadores en el componente B. En la gráfica respectiva se muestra que la secuencia reforzada, DI,

presenta mayor frecuencia de ejecución (182 respuestas), seguido de la homogénea contigua, II con 81 respuestas. La otra heterogénea, ID, presenta 29 respuestas en promedio y la secuencia DD, 10 respuestas.

Los resultados del sujeto T6 se muestran en la Figura 11. A lo largo de las cinco fases, la secuencia con mayor frecuencia de ejecución corresponde al componente en donde la cantidad de reforzadores era mayor. Los resultados muestran dos combinaciones distintas, entre los componentes, de los patrones mencionados en el párrafo anterior. Es decir, en cada componente la secuencia con la segunda frecuencia más alta es la homogénea contigua, o bien, la heterogénea no reforzada. En las fases 2 y 5, se produjo la misma combinación: en el componente que ofrecía mayor reforzamiento, la secuencia con la segunda frecuencia más alta fue la heterogénea no reforzada y en el componente con menor reforzamiento, la homogénea contigua a la secuencia reforzada es la segunda secuencia más frecuente. Por ejemplo, en la Fase 2 la secuencia ID recibió mayor cantidad de reforzadores en el componente A en comparación con la secuencia DI, reforzada en el componente B. En la gráfica correspondiente a dicha fase, en el componente A, la heterogénea reforzada (ID) tiene la mayor frecuencia (171 respuestas) seguida de la otra heterogénea (DI) con 56 respuestas. Las dos secuencias restantes se produjeron en menor medida: DD, con 50 respuestas e II, con 23 respuestas. En el componente B de la misma fase, la heterogénea reforzada (DI) tiene la frecuencia de ejecución más alta (149 respuestas), después la homogénea contigua (II) con 71 respuestas y las dos secuencias faltantes se ejecutaron con menor frecuencia: ID, con 46 respuestas y DD, con 11 respuestas. Por otra parte, en las fases 3 y 4 se muestra el efecto de contigüidad en ambos componentes, la secuencia que tiene la segunda frecuencia más alta es la homogénea contigua a la secuencia heterogénea reforzada. Por ejemplo, en la Fase 3 se reforzó en mayor medida la secuencia ID en el componente A. En la gráfica, se muestra que la heterogénea reforzada ID (243 respuestas) tiene mayor frecuencia que la secuencia DD (102 respuestas). Las otras dos secuencias fueron ejecutadas en menor medida: DI, 55 respuestas e II, 25 respuestas.

En la Figura 12 se presentan los resultados del sujeto T8. Al analizar la ejecución de todas las secuencias, se muestra que a lo largo de las cinco fases la secuencia heterogénea con mayor cantidad de reforzadores asignados es donde se presenta la mayor ejecución. Además, el efecto de contigüidad se presenta en los dos componentes: la secuencia homogénea relacionada con la secuencia heterogénea reforzada presenta la segunda frecuencia de ejecución más alta. Por ejemplo, en la Fase 3 se reforzó con una tasa de reforzamiento más alta la secuencia DI en el componente A en comparación con el componente B. En la gráfica correspondiente, se presenta que la secuencia reforzada DI (317 respuestas) tiene mayor frecuencia que la secuencia II (85 respuestas). Las otras dos secuencias también fueron ejecutadas aunque en menor medida: ID, 14 respuestas y DD, 12 respuestas. El efecto se presenta en todos los cambios de fase.

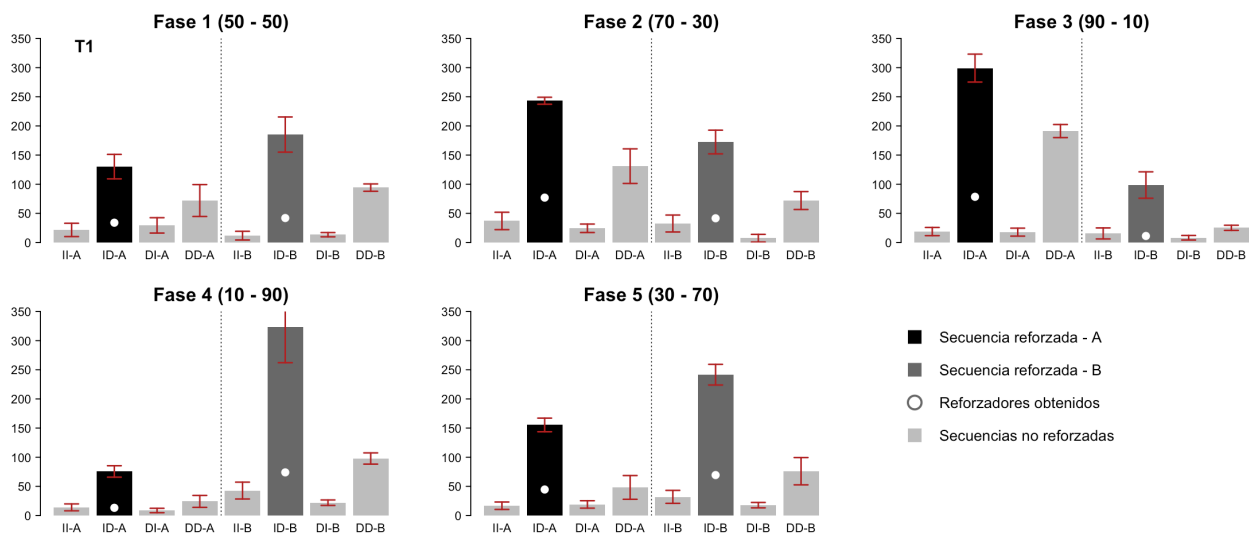


Figura 9. Resultados del sujeto T1 del Grupo Heterogéneas. En el eje vertical se presenta la frecuencia de las secuencias ejecutadas por el sujeto y en el eje horizontal, las cuatro posibles secuencias (II, ID, DI y DD) en cada uno de los componentes: la letra A corresponde al panel frontal y la letra B, al posterior.

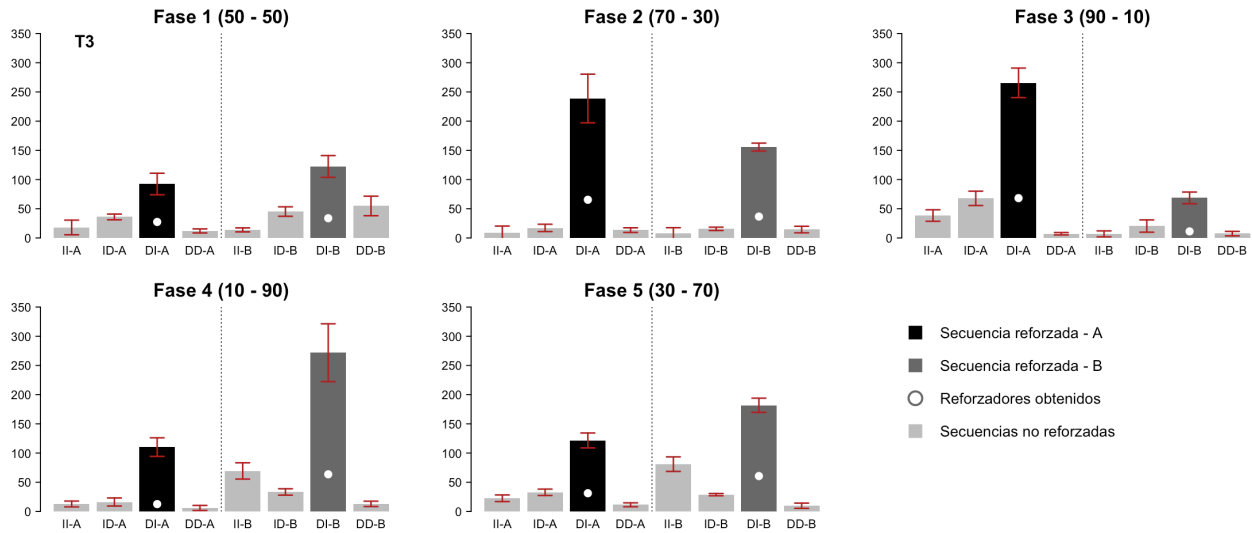


Figura 10. Resultados del sujeto T3 del Grupo Heterogéneas. En el eje vertical se presenta la frecuencia de las secuencias ejecutadas por el sujeto y en el eje horizontal, las cuatro posibles secuencias (II, ID, DI y DD) en cada uno de los componentes: la letra A corresponde al panel frontal y la letra B, al posterior.

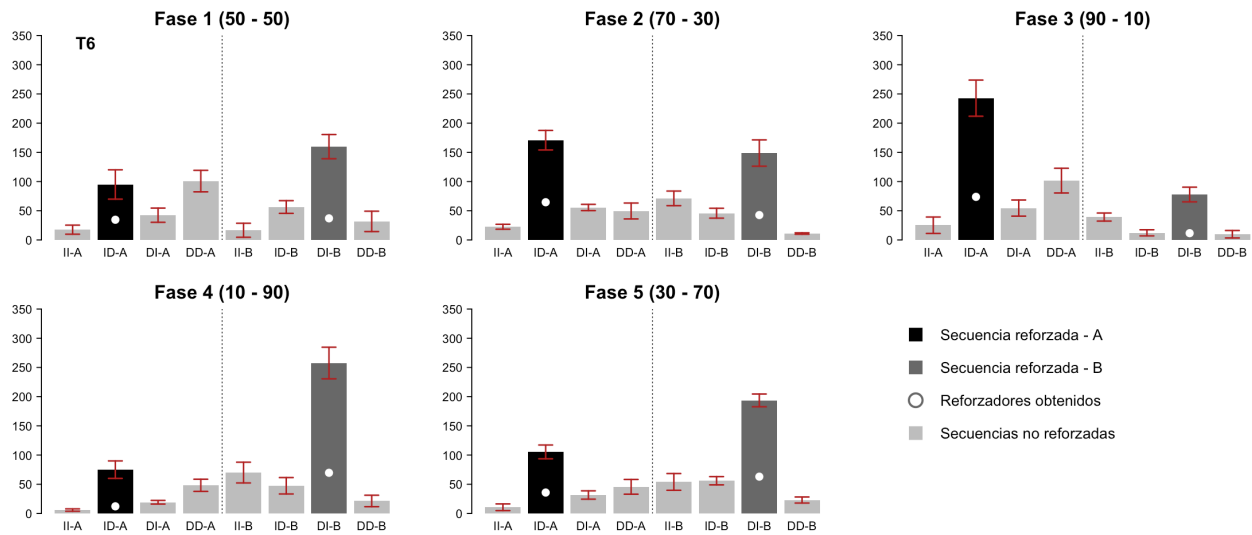


Figura 11. Resultados del sujeto T6 del Grupo Heterogéneas. En el eje vertical se presenta la frecuencia de las secuencias ejecutadas por el sujeto y en el eje horizontal, las cuatro posibles secuencias (II, ID, DI y DD) en cada uno de los componentes: la letra A corresponde al panel frontal y la letra B, al posterior.

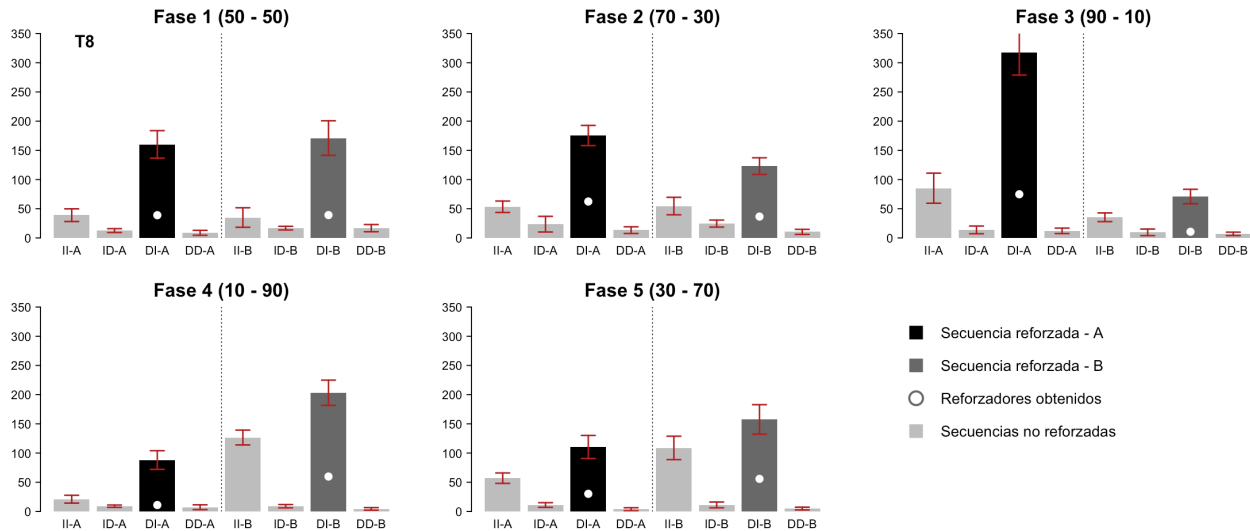


Figura 12. Resultados del sujeto T8 del Grupo Heterogéneas. En el eje vertical se presenta la frecuencia de las secuencias ejecutadas por el sujeto y en el eje horizontal, las cuatro posibles secuencias (II, ID, DI y DD) en cada uno de los componentes: la letra *A* corresponde al panel frontal y la letra *B*, al posterior.

En resumen, se encontró que sin importar el grupo, la frecuencia del par de secuencias reforzadas fue mayor en comparación con la ejecución de las secuencias que no llevaban al reforzador; esto ocurrió para todos los sujetos. Asimismo, la secuencia correspondiente al componente que ofrecía más reforzamiento fue ejecutada con mayor frecuencia a lo largo de las cinco fases. Es decir, las ratas respondieron en mayor medida en el componente que funcionaba bajo el programa con el valor del IV más bajo; esto ocurrió sin importar el orden de presentación de los programas IV. En el caso de las ratas en el Grupo Homogéneas, las frecuencias de las secuencias no reforzadas tuvieron valores cercanos a cero. Por otra parte, los sujetos en el Grupo Heterogéneas ejecutaron las cuatro posibles secuencias en ambos componentes siguiendo un patrón general distinto.

Análisis de frecuencias relativas de las secuencias reforzadas

En las siguientes figuras (13 - 17) se presenta el logaritmo de la razón de las secuencias en función del logaritmo de la razón de los reforzadores obtenidos para cada sujeto, primero en el Grupo Homogéneas y después, en el Grupo Heterogéneas, este es el análisis que tradicionalmente se realiza al hacer estudios de igualación

generalizada. Para realizar este análisis, se contemplaron dos aspectos: primero, únicamente se consideraron las secuencias a las cuales se les asignó el reforzador; esto varió dependiendo del grupo y del sujeto. Segundo, se agruparon los últimos cinco días de cada una de las cinco fases. Para cada uno de los sujetos, las gráficas de igualación sólo se presentan en términos de la secuencia reforzada en el componente A (panel frontal) a lo largo de todas las condiciones. Por ejemplo, para el sujeto A1 en el Grupo Homogéneas se reforzaron las secuencias II - II en el componente A y en el componente B, respectivamente. En la gráfica se tiene la ejecución de la secuencia II en el componente A durante las cinco fases, con sus respectivos valores de los programas intervalo variable: IV30" | IV 30", IV15" | IV30", IV15" | IV 120", IV120" | IV 15", IV30" | IV 15" (ver Tabla 1 para revisar valores de cada sujeto). En todas las gráficas, la línea discontinua representa igualación perfecta.

La Figura 13 muestra las gráficas de igualación generalizada de los sujetos A1 y A4 del Grupo Homogéneas, a los cuales se les reforzó la ejecución de la secuencia II en ambos componentes. Los símbolos representan la ejecución de la secuencia II en el componente A. En la gráfica de la izquierda se muestran los resultados del sujeto A1. Los valores de los programas IV para la secuencia II en el componente A en cada una de las cinco fases fueron los siguientes: IV30", IV15", IV15", IV120", IV30"; los valores para la secuencia II en el componente B a lo largo de las fases fueron: IV30", IV30", IV120", IV15", IV15". La gráfica de la derecha le corresponde al sujeto A4, los valores de los programas IV se presentaron de manera inversa. El valor de la pendiente fue de 0.7 para el sujeto A1 y de 0.5 para el A4, la R^2 fue de 0.9 para ambos sujetos.

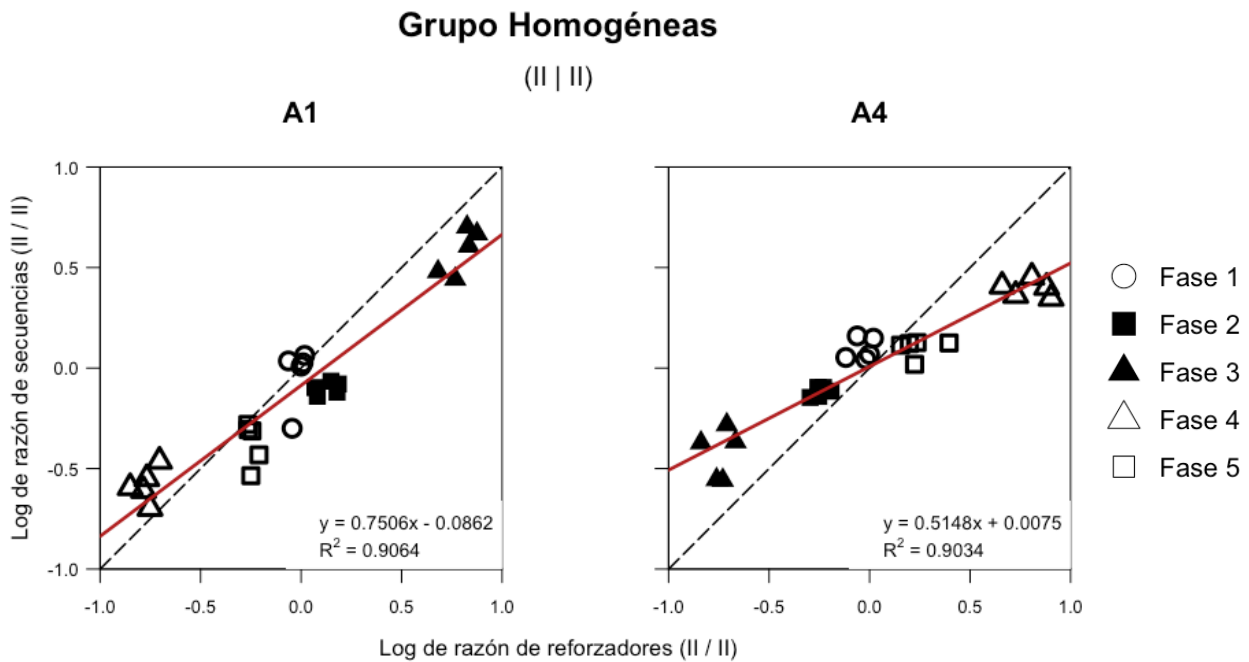


Figura 13. Resultados de igualación de secuencias para los sujetos A1 y A4. El logaritmo de la razón de las secuencias reforzadas (II / II) está en función del logaritmo de la razón de los reforzadores obtenidos por la ejecución de esas secuencias (II / II). La línea discontinua representa igualación estricta. La línea continua de color rojo es la línea de ajuste, se presenta junto con la ecuación correspondiente.

La Figura 14 muestra los resultados de igualación de los sujetos A3 y A6 del Grupo Homogéneas, en el componente A se les reforzó la secuencia DD y en el componente B la secuencia II. Los símbolos representan la ejecución de la secuencia DD en el componente A. Los resultados del sujeto A3 se muestran en la gráfica de la izquierda. Los valores de los programas IV para la secuencia DD a lo largo de las cinco fases fueron los siguientes: IV30", IV15", IV15", IV120", IV30"; los valores para la secuencia II fueron: IV30", IV30", IV120", IV15", IV15". La gráfica de la derecha le corresponde al sujeto A6, los valores de los programas IV se presentaron de manera inversa. El valor de la pendiente fue de 0.6 para el sujeto A3 y de 0.8 para el A6, la R^2 fue de 0.9 para ambos sujetos.

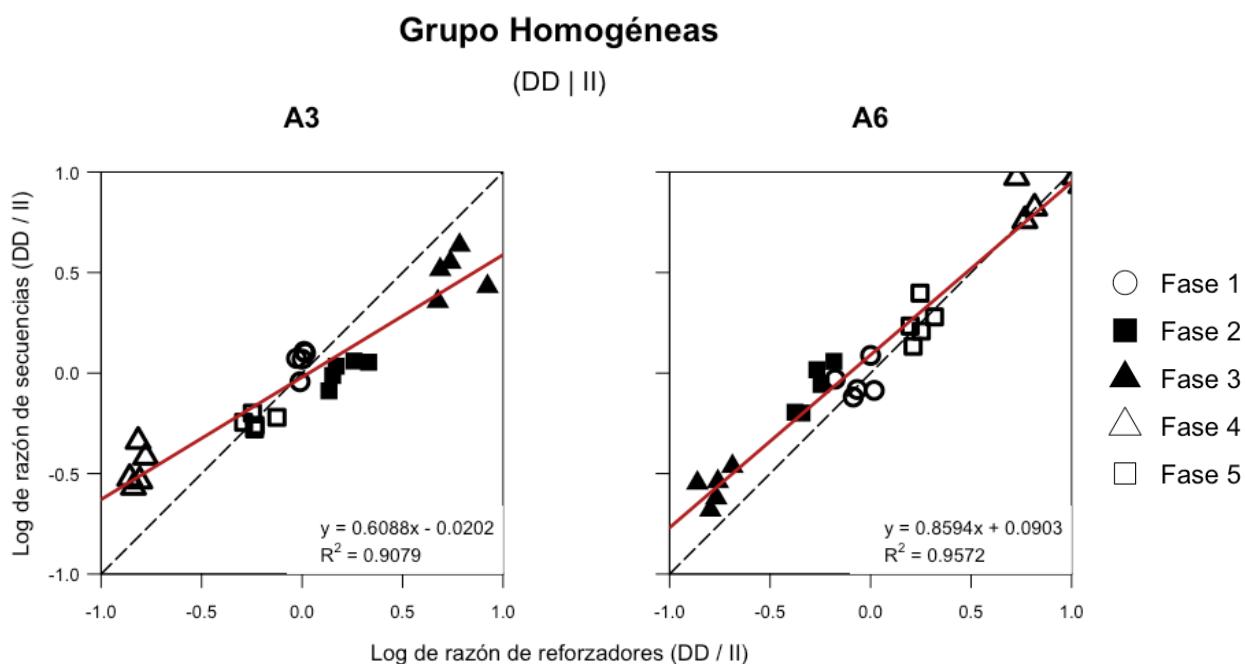


Figura 14. Resultados de igualación de secuencias para los sujetos A3 y A6. El logaritmo de la razón de las secuencias reforzadas (DD / II) está en función del logaritmo de la razón de los reforzadores obtenidos por la ejecución de esas secuencias (DD / II). La línea discontinua representa igualación estricta. La línea continua de color rojo es la línea de ajuste, se presenta junto con la ecuación correspondiente.

La siguiente serie de figuras (15 - 17) muestra las gráficas de igualación generalizada para los sujetos en el Grupo Heterogéneas. Las secuencias reforzadas fueron diferentes para cada sujeto, sin embargo los valores de los programas IV se mantuvieron iguales a lo largo de las cinco fases. En el componente A los valores fueron lo siguientes: IV30", IV15", IV15", IV120", IV30"; en el componente B fueron: IV30", IV30", IV120", IV15", IV15".

La Figura 15 muestra la gráfica de igualación generalizada del sujeto T1 del Grupo Heterogéneas, en ambos componentes se le reforzó la secuencia ID. Los símbolos representan la ejecución de la secuencia ID en el componente A. El valor de la pendiente fue de 0.6 y la R² fue de 0.9.

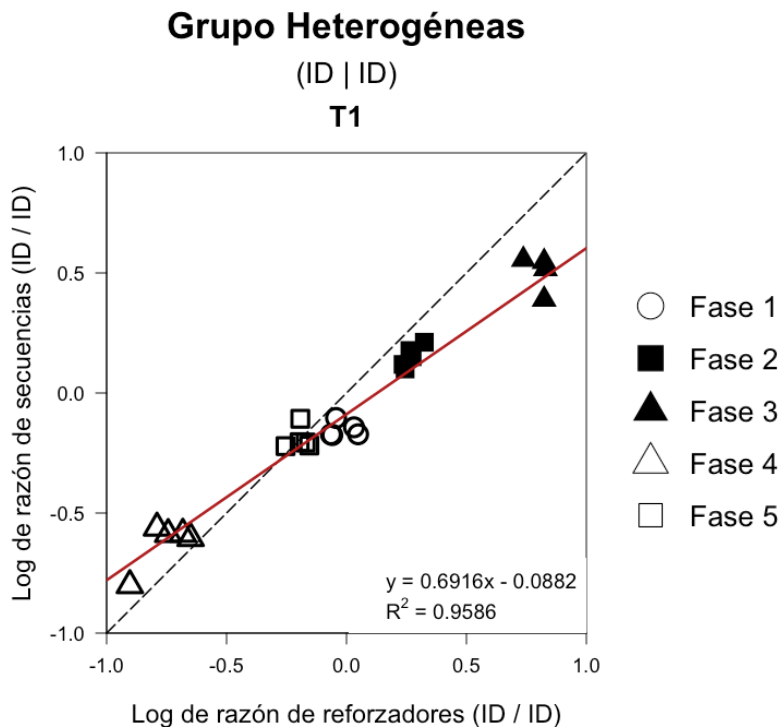


Figura 15. Resultados de igualación de secuencias para el sujeto T1. El logaritmo de la razón de las secuencias reforzadas (ID / ID) está en función del logaritmo de la razón de los reforzadores obtenidos por la ejecución de esas secuencias (ID / ID). La línea discontinua representa igualación estricta. La línea continua de color rojo es la línea de ajuste, se presenta junto con la ecuación correspondiente.

La Figura 16 muestra los resultados de igualación de los sujetos T3 y T8 del Grupo Heterogéneas, en ambos componentes se les reforzó la secuencia DI. Los símbolos representan la ejecución de la secuencia DI en el componente A. Los resultados del sujeto T3 se muestran en la gráfica de la izquierda. La gráfica de la derecha le corresponde al sujeto T8. El valor de la pendiente fue de 0.6 para ambos sujetos, la R^2 para ambos sujetos estuvo por encima de 0.9.

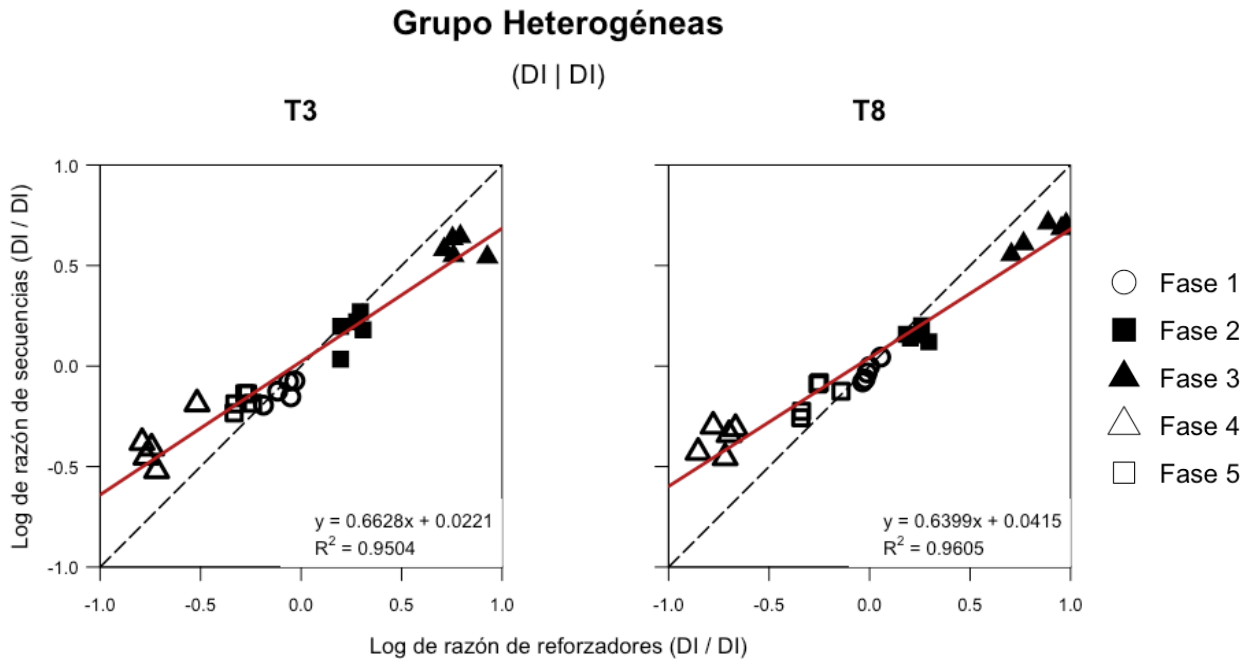


Figura 16. Resultados de igualación de secuencias para los sujetos T3 y T8. El logaritmo de la razón de las secuencias reforzadas (DI / DI) está en función del logaritmo de la razón de los reforzadores obtenidos por la ejecución de esas secuencias (DI / DI). La línea discontinua representa igualación estricta. La línea continua de color rojo es la línea de ajuste, se presenta junto con la ecuación correspondiente.

La Figura 17 muestra la gráfica de igualación generalizada del sujeto T6 del Grupo Heterogéneas, en el componente A se le reforzó la secuencia ID y en el componente B la secuencia DI. Los símbolos representan la ejecución de la secuencia ID en el componente A. El valor de la pendiente fue de 0.6 y la R^2 fue de 0.9.

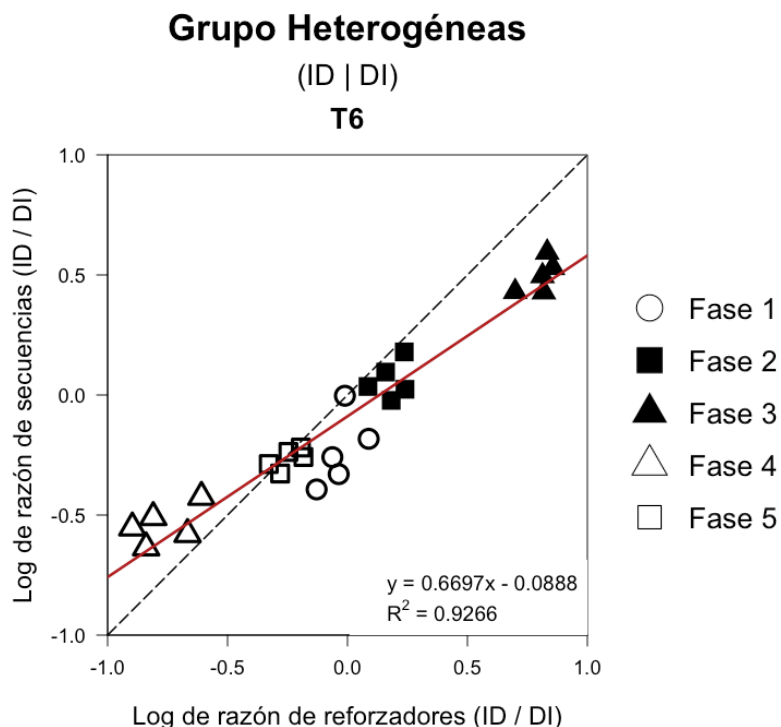


Figura 17. Resultados de igualación de secuencias para el sujeto T6. El logaritmo de la razón de las secuencias reforzadas (ID / DI) está en función del logaritmo de la razón de los reforzadores obtenidos por la ejecución de esas secuencias (ID / DI). La línea discontinua representa igualación estricta. La línea continua de color rojo es la línea de ajuste, se presenta junto con la ecuación correspondiente.

El análisis sobre la relación de igualación de las dos secuencias reforzadas en función de los reforzadores obtenidos se realizó tomando las últimas cinco sesiones de cada fase, para cada sujeto. En la Tabla 2 se muestran los parámetros de la ecuación de igualación generalizada: la sensibilidad al reforzamiento (a) y el sesgo (k), así como el valor de la varianza explicada (R^2) de cada uno de los animales. De manera general, sin importar el par de secuencias reforzadas (es decir, homogéneas o heterogéneas) se presentó el efecto de subigualación y el valor del sesgo fue casi nulo es decir, no se vio favorecida ninguna de las secuencias reforzadas. Los valores de la varianza (R^2) son

consistentes entre los sujetos. En la discusión se profundiza la interpretación de los parámetros.

Tabla 2. Se muestran los valores de la sensibilidad al reforzamiento (a), el sesgo (k) y el valor de la varianza explicada (R^2) para cada uno de los sujetos, según el par de secuencias reforzadas. El componente A representa el panel frontal y el componente B, el panel posterior.

Grupo	Secuencias reforzadas (componente A componente B)	Rata	Sensibilidad al reforzamiento (a)	Sesgo (k)	Varianza (R^2)
Homogéneas	II II	A1	0.7506	-0.0862	0.9064
		A4	0.5148	0.0075	0.9034
	DD II	A3	0.6088	-0.0202	0.9079
		A6	0.8594	0.0903	0.9572
Heterogéneas	ID ID	T1	0.6916	-0.0882	0.9586
	DI DI	T3	0.6628	0.0221	0.9504
		T8	0.6399	0.0415	0.9605
		ID DI	T6	0.6697	-0.0888

Nota: ID (izquierda - derecha), DI (derecha - izquierda), II (izquierda - izquierda) y DD (derecha - derecha).

Discusión

El hallazgo de Catania (1971) sobre la relación entre una consecuencia y el patrón de respuestas que antecede a una conducta reforzada sentó un precedente importante para los estudios en el área de secuencias al demostrar que el reforzador fortalece a cada respuesta de una secuencia en cierta proporción. Años más tarde, Zeiler (1977) planteó la posibilidad de hacer uso de unidades básicas de conducta distintas a las respuestas discretas, utilizadas de manera tradicional en el análisis experimental de la conducta. En este sentido, propuso tres clases de unidades de respuesta que permiten validar unidades hipotéticas como unidad básica: unidades formales, unidades condicionables y unidades teóricas. Grayson y Wasserman (1979) realizaron una de las primeras investigaciones destinada al estudio de secuencias y demostraron que éstas pueden funcionar como unidad condicionable. Por otra parte, se enfrentaron con una de las complejidades de trabajar con secuencias debida a las características de la nueva unidad. Llamaron *efecto de contigüidad* al patrón de respuestas que se observa específicamente cuando se refuerzan secuencias heterogéneas: la secuencia con más frecuencia después de la heterogénea reforzada, será la secuencia homogénea con la respuesta más próxima al reforzador.

Así, el estudio sistemático de las secuencias de respuestas ha estado estrechamente ligado a la discusión acerca de la definición de una unidad conductual básica. Los estudios realizados en el área se han centrado en analizar si las secuencias de respuestas mantienen su estructura utilizando diferentes preparaciones y ante variaciones en las contingencias programadas para probar su condicionabilidad. Una de las pruebas ha consistido en comprobar si las secuencias siguen de forma ordenada el planteamiento de ley de igualdad, para esto se han reforzado de manera concurrente secuencias de dos o tres respuestas (Alonso-Orozco, 2017; Fetterman & Stubbs, 1982; Schneider & Morris, 1992; Schneider & Davison, 2005; 2006).

Emplear secuencias de dos respuestas como variante de la unidad tradicional implica ciertas dificultades. Particularmente en el reforzamiento concurrente ha sido necesario realizar modificaciones en la programación usual de los programas concurrentes. En estudios anteriores (Fetterman & Stubbs, 1982; Schneider & Morris,

1992; Schneider & Davison, 2005; 2006) el procedimiento general consistió en utilizar un valor de IV y, una vez cumplido el tiempo del intervalo, se reforzaron distintas secuencias según diferentes valores de probabilidad (Fetterman & Stubbs, 1982). Los resultados (Fetterman & Stubbs, 1982; Schneider & Morris, 1992; Schneider & Davison, 2005; 2006) mostraron que dependiendo del análisis que se realice, ya sea a las respuestas que forman la secuencia o a la secuencia, la relación de igualdad se cumple. Sin embargo, la variación en el procedimiento utilizado parece ser insuficiente porque, en la reinterpretación de la definición de programas concurrentes, lo que se mantiene concurrente son las posibles secuencias que el animal puede ejecutar en vez de la conducta asignada a distintas alternativas de respuesta. De igual manera, estos estudios no analizaron la dinámica de todas las secuencias, incluyendo aquéllas a las cuales el reforzador no se les hizo contingente.

Alonso-Orozco (2017) realizó una modificación en el reforzamiento concurrente de secuencias con el objetivo de atacar ambas problemáticas; reforzó de manera concurrente dos secuencias de dos respuestas, cada una asociada a un programa IV distinto e independiente uno del otro. Al analizar los resultados en el marco de ley de igualdad generalizada, el ajuste de los datos fue diferente dependiendo del par de secuencias reforzadas ya fueran homogénea vs homogénea, heterogénea vs heterogénea u homogénea vs heterogénea. Los resultados mostraron que la ejecución de las ratas en los primeros dos grupos se acercó más a la línea de igualdad en comparación con el último grupo donde las secuencias reforzadas tenían una estructura distinta. Asimismo, sin importar el par de secuencias reforzadas, se encontró el fenómeno de subigualación. Por otra parte, en el análisis de las frecuencias de todas las secuencias encontró que la distribución de las secuencias no reforzadas parece presentar cierto orden.

El estudio de Alonso-Orozco (2017) es un antecedente importante para este trabajo. Se retomó, por un lado, la necesidad de emplear un procedimiento apropiado para reforzar de manera concurrente secuencias de dos respuestas y, por el otro, examinar cómo se distribuyó la conducta de los animales entre todas las secuencias. En este sentido, se propuso como cambio procedimental utilizar cámaras experimentales con

dos paneles de control como componentes separados e independientes del programa concurrente. De esta manera se puede asegurar que dos patrones de conducta están siendo reforzados simultáneamente en componentes separados que funcionan como dos fuentes de reforzamiento, cada una trabajando bajo programas IV independientes.

A partir del cambio en el procedimiento, el objetivo principal del trabajo fue evaluar si al programar dos fuentes de reforzamiento concurrente a las secuencias, éstas siguen lo propuesto por la ley de igualación generalizada (Baum, 1974a). Primero, los resultados obtenidos del análisis de frecuencias de todas las secuencias (figuras 5 - 12), tanto del Grupo Homogéneas como del Grupo Heterogéneas, mostraron que los sujetos realizaron con una frecuencia alta el par de secuencias que daban acceso al reforzador. Esto indica que los animales son sensibles a qué conductas están siendo reforzadas aunque, al analizar las secuencias no reforzadas, la conducta de los sujetos se distribuyó entre todas las secuencias (se retomará este punto más adelante). Segundo, los resultados de ambos grupos del análisis de frecuencias relativas (figuras 13 - 17) sugieren que la ejecución se acerca a la línea de igualación. Sin importar el par de secuencias reforzadas ni el orden de presentación de los valores de IV a lo largo de las fases, la ejecución de los animales presentó consistencia intra grupos. Esto sugiere que, al reforzar concurrentemente secuencias de dos respuestas, los animales son sensibles a los cambios ambientales en función de la estructura de las secuencias requeridas para tener acceso al reforzador.

El análisis típico de igualación únicamente toma en cuenta las conductas que están siendo reforzadas. Teóricamente, las secuencias representan un reto para el modelo porque no toma en cuenta conductas que, aunque no estén siendo reforzadas de manera directa, parece ser que el reforzador tiene efectos sobre ellas pues los animales las ejecutan. En términos prácticos, decidir qué datos deberían ser tomados en cuenta representó una problemática. Los resultados muestran que, a pesar de que no fueron asignados reforzadores para las cuatro secuencias, los animales ejecutaron en diferente medida cada una de ellas. En este sentido, sólo se consideraron el par de secuencias a las que se les asignó el reforzador. Esto es concordante, de manera

general, con lo que han reportado Fetterman y Stubbs (1982), Schneider y Davison (2005) y Alonso-Orozco (2017).

A partir de estos análisis, los ajustes obtenidos (Tabla 2) sugieren: primero, los valores del sesgo o del intercepto (k) en ambos grupos fueron indiferentes. Esto es, cuando el par de secuencias reforzadas tuvo la misma estructura (homogéneas o heterogéneas), los animales no mostraron preferencia por una secuencia en particular. Segundo, en relación a la varianza explicada se obtuvieron valores altos para los ocho sujetos. Tercero, los valores de la pendiente o sensibilidad al reforzamiento (a) de los dos grupos presentaron el efecto de subigualación. Estos resultados son consistentes con los de Alonso-Orozco (2017) y con los de Schneider y Davison (2005). Al tratarse de secuencias, es natural observar valores similares en la sensibilidad al reforzamiento debido a la definición propia de las secuencias. Es decir, las secuencias son excluyentes y exhaustivas entre sí pero no son independientes, es por esto que la conducta de los animales se distribuye incluso entre aquellas que no están siendo reforzadas de manera directa y se producen fenómenos como el efecto de contigüidad. Sin embargo, los valores de la sensibilidad al reforzamiento (a) y la varianza explicada (R^2) muestran que los animales son sensibles a la magnitud del cambio en los programas concurrentes (de ahí que se presente subigualación), sin embargo son perfectamente sensibles a que ha ocurrido un cambio y, además, son consistentes en su ejecución.

Los resultados obtenidos permiten discutir si las secuencias de respuestas pueden funcionar o no como unidad conductual (Zeiler, 1977). Al analizar la ejecución de las secuencias reforzadas en términos de la relación de igualación, los resultados (figuras 13 - 17) muestran que las secuencias reforzadas siguen de manera ordenada el modelo de igualación generalizada (Baum, 1974a) y, ante los cambios programados en los IVs, los animales ejecutan las secuencias que están siendo reforzadas. Además, el valor de los parámetros obtenidos para los sujetos en ambos grupos son consistentes con los descritos en la literatura de secuencias (Alonso-Orozco, 2017; Fetterman & Stubbs, 1982; Schneider & Davison, 2005). Por otra parte, en todas las fases, la secuencia reforzada en cada componente presentó la mayor frecuencia de ejecución

(figuras 5 - 12). Es decir, la frecuencia de cada secuencia cayó bajo el efecto de las contingencias de los programas concurrentes. En este sentido es importante mencionar que las secuencias no funcionan como unidad desde el inicio del experimento. La ejecución de las secuencias es un proceso que adquiere una forma ordenada cuando los animales han recibido un entrenamiento apropiado en secuencias y trabajan bajo las contingencias programadas.

La propuesta general es que las secuencias de dos respuestas como patrones conductuales son sensibles a las frecuencias relativas; es decir, al contexto de reforzadores (la idea central detrás de la relación de igualdad; Herrnstein, 1961) y funcionan como unidades condicionables (Grayson & Wasserman, 1979; Zeiler, 1977). Sin embargo, al emplear secuencias encontramos que existen ciertas dificultades debidas a que la conducta presenta variabilidad de manera natural. En términos procedimentales, cuando se utilizan respuestas discretas no se observa variabilidad dado que lo que se refuerza es una sola conducta. En el caso de las secuencias de respuestas, el hallazgo general en la literatura es que los animales responden, no sólo a las frecuencias asignadas a las secuencias reforzadas, sino a otras conductas que forman parte del mismo conjunto (Alonso-Orozco, 2017; Grayson & Wasserman, 1979). En este sentido, el registro de las secuencias no reforzadas es importante porque permite acercarnos a la variabilidad conductual.

Trabajar con secuencias de dos respuestas permite especificar el orden espacio - temporal del conjunto de posibles secuencias, no sólo de la secuencia (o las secuencias) a la cual se le hará contingente la entrega del reforzador. Una vez definido el conjunto de conductas, pueden registrarse todos los elementos. En ambos grupos del presente trabajo, se especificaron tanto las secuencias sobre las cuales se manipularon las contingencias como aquéllas que no fueron reforzadas y se llevó el registro de todos los elementos del conjunto. De manera general se encontró que los sujetos en el Grupo Homogéneas (figuras 5 - 8) ejecutaron en menor medida las secuencias que no fueron reforzadas. Por otra parte, los animales en el Grupo Heterogéneas (figuras 9 - 12) realizaron con mayor frecuencia las secuencias reforzadas pero también otras conductas definidas y, parece ser, que la distribución de

éstas sigue un orden. Es por esto que un objetivo específico del trabajo fue examinar qué ocurre con las otras secuencias, no reforzadas.

En el análisis de la distribución de las secuencias no reforzadas, la discusión se centra en la ejecución de los sujetos en el Grupo Heterogéneas porque en los resultados se observa que el reforzamiento tuvo impacto en la distribución del conjunto de conductas registradas. Los sujetos en el Grupo Homogéneas ejecutaron únicamente las secuencias reforzadas en ambos componentes.

En la literatura de secuencias de dos respuestas es común que al hacer contingente el reforzador a secuencias heterogéneas, las reforzadas tienen la frecuencia de ejecución más alta; sin embargo, las secuencias que no fueron reforzadas presentan cierta distribución y se producen patrones particulares (Alonso-Orozco, Martínez-Sánchez & Bachá-Méndez, 2014; Alonso-Orozco, 2017; Bachá-Méndez, 2008; Grayson & Wasserman, 1979). Esto es, el reforzamiento de una secuencia heterogénea impacta en el orden que presenta todo el patrón conductual registrado pues lo que se observa es que controla la ejecución de la secuencia reforzada y, además, tiene efectos similares, aunque en menor grado, sobre las otras tres posibles secuencias que el animal puede ejecutar. Esto ocurre porque, por definición, las secuencias son exhaustivas y excluyentes entre sí. No obstante, no son independientes porque el conjunto de conductas comparten algunas características. Por ejemplo, al reforzar la secuencia heterogénea izquierda - derecha (ID) comparte con la otra heterogénea, derecha - izquierda (DI), la propiedad de alternación entre operandos. De igual manera, la heterogénea reforzada (ID) es similar a la homogénea derecha - derecha (DD) en relación a la respuesta que es contigua al reforzador. Estas semejanzas permiten explicar que los animales hayan ejecutado los dos patrones de distribución mencionados en los resultados del Grupo Heterogéneas. El primer patrón es el efecto de contigüidad, en donde la secuencia con la segunda frecuencia más alta es la homogénea que comparte con la heterogénea reforzada la respuesta que es contigua al reforzador. El segundo consiste en que la secuencia con la segunda frecuencia más alta es la heterogénea no reforzada, en donde la característica que comparte con la

heterogénea reforzada es la alternación entre operandos para tener acceso al reforzador.

Los patrones mencionados anteriormente se presentaron en los resultados de los cuatro sujetos en el Grupo Heterogéneas: las ratas T1 y T8 presentaron el efecto de contigüidad en las cinco fases, en ambos componentes; las ratas T3 y T6 mostraron combinaciones particulares de los patrones entre componentes, a lo largo de las cinco fases. Los siguientes párrafos describen los patrones encontrados en la ejecución de cada sujeto.

En los resultados de los sujetos T1 (Figura 9) y T8 (Figura 12) se muestra que las frecuencias de las secuencias no reforzadas presentaron el siguiente orden: la segunda secuencia más frecuente fue la contigua, es decir, aquélla que implica la repetición de la respuesta más cercana al reforzador (por ejemplo, al reforzar ID la secuencia contigua es DD); en tercer lugar se presentó la otra heterogénea (DI) y, por último, se presentó la secuencia homogénea que no es cercana a la entrega del reforzador (II). Este orden en las secuencias no reforzadas se ha observado en estudios anteriores que utilizan este tipo de unidad conductual (Grayson & Wasserman, 1979; Fetterman & Stubbs, 1982; Schneider & Morris, 1992; Schneider & Davison, 2005; Alonso-Orozco, 2017).

En el caso del sujeto T3 (Figura 10), la distribución de las secuencias no reforzadas fue diferente entre fases. En las fases 2 y 3, la secuencia con la segunda frecuencia más alta fue la otra heterogénea (ID), no reforzada. En cambio, en las fases 4 y 5 el patrón fue distinto entre los componentes: en el A, donde la proporción de reforzadores era menor, la segunda secuencia más alta fue la otra heterogénea (ID); y en el B, donde se ofrecía mayor cantidad de reforzadores, la contigua (II) fue la segunda secuencia más alta. La Fase 2 y la Fase 5 otorgaban reforzadores según los IVs 30" y 15", pero en componentes distintos; la Fase 3 y la Fase 4 se programaron según los IVs 120" y 15". En este sentido, los datos parecen indicar que, tras probar las contingencias programadas en las fases 2 y 3, las ratas ajustaron su conducta en las últimas dos fases y el patrón cambió, específicamente, en el componente en el cual el reforzamiento era más rico. Es decir, en el componente B de las fases 4 y 5 la

secuencia homogénea contigua (II) sustituyó a la heterogénea no reforzada (ID), al convertirse en la secuencia con la segunda frecuencia más alta. Esto parece ser evidencia de que ha ocurrido un aprendizaje en las fases previas que tiene efectos en las fases siguientes cuando las condiciones son similares.

La rata T6 (Figura 11) tuvo la particularidad de que se le reforzaron secuencias diferentes en cada uno de los componentes: izquierda - derecha (ID) en el componente A y derecha - izquierda (DI) en el componente B. Sus resultados presentaron similitudes entre fases dependiendo de los programas IV que estaban en función. Las fases 2 y 5 trabajaron según los valores IV 30" y 15" en componentes distintos en cada una. En ambas fases el patrón observado fue el mismo: en el componente donde se programó el IV30", la secuencia con la segunda frecuencia más alta fue la contigua a la reforzada en ese componente; en el componente con el IV15", la heterogénea no reforzada fue la segunda secuencia más alta. Las fases 3 y 4 funcionaban de acuerdo a los IVs 120" y 15". Ambas fases presentaron el mismo patrón en los dos componentes: la secuencia con la segunda frecuencia más alta fue la contigua al reforzador. En este sentido, el animal fue consistente en su ejecución dependiendo de las reglas que estaban en efecto. Los resultados obtenidos muestran que al emplear secuencias de respuestas, los animales, además de ser sensibles a las consecuencias programadas y mantener la estructura espacio - temporal de las secuencias, siguen un orden que puede ser categorizado en patrones particulares.

Comentarios finales

Los trabajos que emplean secuencias de respuestas han permitido percatarnos que las secuencias no son iguales a las respuestas discretas y, por lo tanto, la conducta observada es distinta. A pesar de esto, si los animales han pasado por un entrenamiento apropiado, la ejecución de las secuencias ajusta de manera ordenada a las manipulaciones experimentales que se realicen sobre ellas.

Una diferencia importante al utilizar secuencias de dos respuestas es que, por las características del conjunto, se producen fenómenos (por ejemplo, el efecto de contigüidad) que se hacen visibles sólo cuando se registra el conjunto de conductas

definido, incluso aquéllas que no están siendo reforzadas de manera directa. El registro de las secuencias no reforzadas permite observar que la conducta de los animales presenta variabilidad y que, al parecer, tiene un orden particular. Emplear respuestas lo más simple posible ha sido útil porque se encontró que eran suficientes para realizar manipulaciones experimentales y estudiar conducta bajo condiciones específicas. No obstante, se sabe que la conducta de los organismos difícilmente puede definirse por una sola acción que les permita obtener una consecuencia.

Aunque el modelo de secuencias de respuestas es sencillo, trata y permite el estudio de patrones de variabilidad. Si, dentro del análisis experimental, lo que interesa es el estudio de patrones conductuales entonces la búsqueda de otro tipo de unidad básica es pertinente. El cambio trae ciertas complicaciones pues significa el aceptar, por una parte, que la variabilidad en la conducta está presente todo el tiempo (aunque no la registremos) y que es inherente a la estructura de la unidad utilizada y, por otra, que no se puede tener el control total del patrón conductual que el animal realiza. Sin embargo, estudiar de manera sistemática la distribución de patrones de conducta necesariamente implica emplear unidades distintas a las respuestas discretas y, por otra parte, estudiar la manera en la que estos patrones se organizan permitiría un avance en el modelo tradicional.

Referencias

- Alonso-Orozco, I. (2017). *Análisis del efecto de reforzar patrones conductuales: un estudio de secuencias de respuesta*. (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Alonso-Orozco, I., Martínez-Sánchez, H., & Bachá-Méndez, G. (2014). Adquisición y extinción de respuestas discretas vs secuencias de respuestas. *Conductual: Revista Internacional de Interconductismo y Análisis de la Conducta*, 2(1), 44-56.
- Aparicio, C. F. (2001). Overmatching in Rats: The Barrier Choice Paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75(1), 93-106.
- Aparicio, C. F., & Baum, W. M. (2006). Fix and Samle with Rats in the Dynamics of Choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86(1), 43-63.
- Bachá-Méndez, G. (2008). *Aprendizaje de secuencias: una aproximación al estudio de unidades conductuales*. (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Bachá-Méndez, G., & Alonso-Orozco, I. (2011). Reforzamiento concurrente de secuencias de respuestas. *Acta de Investigación Psicológica*, 1(1), 108-120.
- Bachá-Méndez, G., & Reid, A. K. (2006). Adquisición de patrones simples de respuestas. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 32(2), 155-177.
- Baum, W. M. (1974a). On Two Types of Deviation from the Matching Law: Bias and Undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(1), 231-242.
- Baum, W. M. (1974b). Choice in Free-Ranging Wild Pigeons. *Science*, 185(4145), 78-79.
- Baum, W. M., & Rachlin, H. C. (1969). Choice as Time Allocation. En Baum, W. M. (1974a). On Two Types of Deviation from the Matching Law: Bias and Undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(1), 231-242.

- 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), 271-289.
- Colman, A. M. (2001). *A Dictionary of Psychology*. Oxford: Oxford University Press.
- Davison, M. C., & McCarthy, D. (1988). The Matching Law: A Research Review. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- De los Animales, C. y U. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.
- De Villiers, P. (1977). Choice in Concurrent Schedules and a Quantitative Formulation of the Law of Effect. In W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of Operant Behavior* (pp. 233-287). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Fantino, E., Squires, N., Delbrück, N., & Peterson, C. (1972). Choice Behavior and the Accessibility of the Reinforcer. En Baum, W. M. (1974a). On Two Types of Deviation from the Matching Law: Bias and Undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(1), 231-242.
- Fetterman, J. G., & Stubbs, D. A. (1982). Matching, Maximizing, and the Behavioral Unit: Concurrent Reinforcement of Response Sequences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37(1), 97-114.
- Fleshler, M., & Hoffman, H. S. (1962). A Progression for Generating Variable-Interval Schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5(4), 529.
- 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.
- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and Absolute Strength of Response as a Function of Frequency of Reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4(3), 267-272.

- Herrnstein, R. J. (1970). On the Law of Effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13(2), 243-266.
- Iglauer, C., Llewellyn, M. E., & Woods, J. H. (1976). Concurrent Schedules of Cocaine Injection in Rhesus Monkeys: Dose Variations under Independent and Non-independent Variable-interval Procedures. *Pharmacological Reviews*, 27(3), 367-383.
- Reed, D. D., & Kaplan, B. A. (2011). The Matching Law: A Tutorial for Practitioners. *Behavior Analysis in Practice*, 4(2), 15-24.
- Schneider, S. M. (2008). A Two-stage Model for Concurrent Sequences. *Behavioral Processes*, 78, 429-441.
- Schneider, S. M., & Davison, M. (2005). Demarcated Response Sequences and Generalized Matching. *Behavioral Processes*, 70, 51-61.
- Schneider, S. M., & Davison, M. (2006). Molecular Order in Concurrent Response Sequences. *Behavioral Processes*, 73, 187-198.
- 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(3), 537-555.
- Shull, R. L., & Pliskoff, S. (1967). Changeover Delay and Concurrent Schedules: Some Effects on Relative Performance Measures. En Aparicio, C. F. (2001). Overmatching in Rats: The Barrier Choice Paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75(1), 93-106.
- Skinner, B. F. (1935). The Generic Nature of the Concepts of Stimulus and Response. En Alonso-Orozco, I., Martínez-Sánchez, H., & Bachá-Méndez, G. (2014). Adquisición y extinción de respuestas discretas vs secuencias de respuestas. *Conductual: Revista Internacional de Interconductismo y Análisis de la Conducta*, 2(1), 44-56.

Staddon, J. E. R. (1968). Spaced Responding and Choice: Preliminary Analysis. En Baum, W. M. (1974a). On Two Types of Deviation from the Matching Law: Bias and Undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(1), 231-242.

Zeiler, M. D. (1977). Schedules of Reinforcement. En W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of Operant Behavior*. (pp. 201-232). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Zeiler, M. D. (1986). Behavioral Units: A Historical Introduction. En T. Thompson & M. D. Zeiler (Eds.), *Analysis and Integration of Behavioral Units*. (pp. 1-12). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.