



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**Interacción entre la sensibilidad a la demora del  
reforzamiento y la magnitud del reforzador**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA  
P R E S E N T A :  
**GUADALUPE CRUZ GUEMES**

Director: Dr. Oscar Vladimir Orduña Trujillo

Revisor: Dr. Oscar Zamora Arévalo

Sinodales: Dr. Arturo Bouzas Riaño

Dr. Raúl Ávila Santibáñez

Mtro. Miguel Herrera Ortíz

Tesis apoyada por el proyecto 82990-H de CONACYT e  
IN 305109 de PAPIIT

México, D. F.

Noviembre 2011





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

*Gracias a todos los que hicieron posible este sueño.*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>ANTECEDENTES</b> .....	3
<b>DESCUENTO TEMPORAL</b> .....	4
MODELO EXPONENCIAL.....	4
MODELO HIPERBÓLICO.....	5
COMPARACIÓN DE MODELOS.....	5
PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN EL ESTUDIO DEL DESCUENTO TEMPORAL.....	6
PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN EL ESTUDIO DE LA SENSIBILIDAD A LA DEMORA.....	9
<b>LEY DE IGUALACIÓN</b> .....	9
PROGRAMAS CONCURRENTES ENCADENADOS.....	13
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	15
<b>EXPERIMENTO 1</b> .....	16
<b>MÉTODO</b> .....	16
SUJETOS.....	16
APARATOS.....	16
PREENTRENAMIENTO.....	17
PROCEDIMIENTO.....	17
GRUPO DE INTERVALO FIJO.....	18
GRUPO DE TIEMPO FIJO.....	19
ANÁLISIS DE DATOS.....	19
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	21
<b>EXPERIMENTO 2</b> .....	28
<b>MÉTODO</b> .....	28
SUJETOS.....	28
APARATOS.....	28
PROCEDIMIENTO.....	28
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	29
<b>EXPERIMENTO 3</b> .....	31
<b>MÉTODO</b> .....	31
SUJETOS.....	31
APARATOS.....	31
PREENTRENAMIENTO.....	31
PROCEDIMIENTO.....	31
ANÁLISIS DE DATOS.....	32
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	33
<b>DISCUSIÓN GENERAL</b> .....	37
<b>REFERENCIAS</b> .....	42

## RESUMEN

El modelo de descuento temporal hiperbólico explica importantes aspectos de la conducta de elección de los organismos, por ejemplo, la reversión de preferencias. En los últimos años se ha postulado que el modelo de descuento temporal exponencial podría explicar la reversión de preferencias si la tasa de descuento es dependiente de la magnitud. En experimentos con humanos, se ha encontrado que el descuento temporal es mayor para cantidades más pequeñas, pero los datos obtenidos con palomas y ratas demuestran ya sea una nula relación entre el descuento temporal y la cantidad o una relación contraria a la encontrada en humanos.

La presente tesis analizó este problema en ratas a lo largo de tres diferentes experimentos. En todos ellos se empleó un programa múltiple concurrente encadenado, en el que los eslabones iniciales fueron programas de intervalo variable 15 segundos en todas las condiciones y en ambos componentes; en los eslabones terminales, el programa de reforzamiento determinó la demora para la obtención del reforzador, la cual fue manipulada a lo largo de cuatro condiciones (2-28, 28-2, 6-24, 24-6 segundos para la alternativa izquierda y derecha, respectivamente). Dentro de cada componente, ambas alternativas entregaban la misma magnitud de reforzador, pero esta magnitud era diferente entre los componentes: mientras que en un componente ambas alternativas entregaban 1 pellet, en el otro ambas entregaban 4. En el Experimento 1, los eslabones terminales consistían de programas de intervalo fijo para la mitad de los sujetos, mientras que para la otra mitad eran de tiempo fijo. En el Experimento 2, las cuatro diferentes condiciones fueron alternadas diariamente, de tal manera que cada 4 días los sujetos fueron expuestos a la totalidad de condiciones. El propósito era favorecer una rápida adaptación a cada condición y obtener un índice de sensibilidad a la demora cada ciclo de 4 días. En el Experimento 3 se presentaron programas de intervalo variable en los eslabones terminales.

Los resultados analizados bajo el contexto de la Ley Generalizada de Igualación, indican una mayor sensibilidad a la demora en el componente con mayor magnitud de reforzamiento para los dos primeros experimentos, con lo que podemos considerar que este procedimiento muestra la interacción entre la demora y magnitud de reforzamiento, cuando se emplean programas de intervalo fijo y tiempo fijo en los eslabones terminales. Estas diferencias significativas en la sensibilidad a la demora entre componentes no se observan cuando en los eslabones terminales se presentan programas de intervalo variable.

## INTRODUCCIÓN

La mayor parte del tiempo nos encontramos en situaciones ante las cuales tenemos que tomar una decisión; cuando las alternativas que se nos presentan difieren en varias dimensiones como magnitud, demora y calidad, la comparación de ellas es muy complicada. De lo anterior se derivan varias preguntas, una de ellas que resulta de gran interés es ¿qué determina la preferencia de una alternativa sobre otra? La pregunta parece muy sencilla, pero ¿qué es lo que buscamos? ¿el menor costo o inversión? ó ¿el mayor beneficio a largo plazo? Además, como en la mayoría de las situaciones las alternativas son mutuamente excluyentes, una vez que seleccionamos una alternativa, necesariamente dejamos de realizar otras.

Con el paso del tiempo ha surgido una gran variedad de modelos o teorías para describir, explicar e incluso predecir la forma en la que los organismos eligen una alternativa sobre otra, lo que ha generado investigación en diversas áreas, que en ocasiones originan resultados contradictorios o controvertidos. Psicólogos, ecólogos conductuales y economistas han estudiado los factores y las condiciones que intervienen en la elección entre alternativas (Green y Myerson, 1996). Por ejemplo, elegir una opción que nos permita obtener el mayor beneficio, aunque no sea de forma inmediata, puede ser considerado una forma de autocontrol y en la mayoría de las definiciones encontramos algunos elementos en común o características de los fenómenos clásicos de autocontrol. Thoresen y Mahoney (1981) mencionan que en el autocontrol se involucran siempre dos o más posibles conductas distintas, las consecuencias de las mismas suelen ser conflictivas y la pauta de autorregulación suele verse provocada y/o sostenida por factores externos, tales como las consecuencias a largo plazo.

El autocontrol sería ejemplificado por elegir un reforzador grande y demorado sobre un reforzador pequeño e inmediato (Logue, 1988). Pero esta preferencia puede revertirse: el mismo individuo que actúa impulsivamente cuando elige el reforzador pequeño que está disponible inmediatamente podría mostrar autocontrol y elegir el reforzador grande cuando se introduce una demora antes de la entrega de uno de los dos reforzadores (Green, Myerson, y McFadden, 1997).

## ANTECEDENTES

Rachlin y Green (1972) realizaron un experimento con pichones en el cual, en los ensayos de prueba dos teclas de respuesta estaban disponibles, cada una con una luz blanca y un programa de razón fija 25, al satisfacer el criterio se apagaban los estímulos por un tiempo (T) después del cual, si el pichón había picado en la tecla izquierda, se encendía una luz verde asociada con un programa de reforzamiento continuo (RFC) con una demora de 4 segundos, después de la cual se permitían 4 segundos de acceso al grano; mientras que si había picado en la tecla derecha, después del tiempo (T) se encendían dos luces, una verde y una roja, ambas asociadas con un programa de RFC: picar en la luz roja permitía el acceso al grano por solo 2 segundos, mientras que en la luz verde el reforzamiento duraba 4 segundos después de una demora de 4 segundos. El tiempo (T) antes de acceso al programa de RFC, fue manipulado, encontrando que cuando el valor de T fue pequeño (0.5 segundos) cuatro de los cinco pichones picaron más en la tecla derecha, es decir, los pichones preferían el reforzador pequeño e inmediato; sin embargo, cuando T fue grande (16 segundos) cuatro de los cinco pichones picaron más en la tecla izquierda, mostrando una reversión de preferencias al elegir el reforzador demorado.

En un experimento relacionado Mazur y Logue (1978) realizaron cambios graduales en la demora del reforzador inmediato en un paradigma de "autocontrol", que involucraba una elección entre un reforzador pequeño e inmediato y un reforzador grande y demorado. Este experimento dio a los pichones a elegir entre 6 segundos de acceso al grano (reforzador grande) y 2 segundos de acceso al grano (reforzador pequeño). El reforzador grande fue entregado 6 segundos después de que la respuesta de elección fue hecha. Para el grupo experimental, la demora entre una respuesta y el reforzador pequeño fue inicialmente también 6 segundos, pero esta demora fue gradualmente reducida y eventualmente eliminada. Para el grupo control la demora al reforzador pequeño era 0 segundos. Los resultados indicaron que dos de los cuatro sujetos experimentales elegían el reforzador grande y demorado en dos terceras partes de los ensayos en la condición en que la demora al reforzador pequeño era 0 segundos (sin demora), mientras que ninguno de los cuatro sujetos del grupo control elegía el

reforzador grande más del 10% de los ensayos. Este experimento muestra que los efectos de la demora del reforzamiento dependen de la experiencia del sujeto.

En la investigación realizada con ratas y palomas se ha encontrado que los organismos prefieren la alternativa que les ofrece la posibilidad de que el reforzamiento sea entregado inmediatamente (Mazur, 2006). Cuando se manipula la demora y la cantidad de reforzamiento que se presentan, como en el experimento realizado por Rachlin y Green (1972), se encuentra una reversión de preferencias, por lo cual una explicación de este concepto debe considerar ambos aspectos.

### **DESCUENTO TEMPORAL**

El descuento es uno de los factores que intervienen en la formación de preferencias y puede ser definido como la reducción de una variable con el incremento de otra (Rachlin, 2006). Más específicamente el descuento temporal se refiere a la disminución en el valor subjetivo presente de un reforzador cuando la demora para recibirlo incrementa (Green, Myerson, Holt, Slevin, y Estle, 2004). Este concepto ha sido utilizado como una explicación de la preferencia de los organismos ante situaciones que difieren en sus consecuencias. Es una de las explicaciones de la elección impulsiva de un reforzador pequeño e inmediato sobre un reforzador grande y demorado (Ong y White, 2004). La función de descuento temporal es una relación matemática entre el valor subjetivo y la demora (Green y Myerson, 1996).

### **MODELO EXPONENCIAL**

Para determinar las relaciones entre la utilidad, la demora, la magnitud y la incertidumbre (Killen, 2009), han surgido diferentes modelos, tanto en economía como en psicología: en economía encontramos la propuesta del descuento temporal exponencial, mientras que en psicología ha sido propuesto el modelo de descuento temporal hiperbólico.

Los economistas han favorecido un modelo de descuento exponencial de la siguiente forma:

$$V = ae^{-kD} \tag{1}$$

donde  $V$  es el valor presente descontado del reforzador,  $a$  representa la magnitud del reforzador,  $D$  representa la demora,  $e$  representa la base de los logaritmos naturales

(aproximadamente 2.72) y el parámetro  $k$  determina la tasa a la cual el valor disminuye con la demora (Samuelson, 1937).

### MODELO HIPERBÓLICO

En psicología se ha favorecido el modelo de descuento temporal hiperbólico, en el cual el aumento de la demora del reforzador disminuye el valor subjetivo del reforzador conforme a la siguiente ecuación:

$$V = \frac{A}{1 + kD} \quad (2)$$

donde  $V$  es la fuerza o efectividad de un reforzador obtenido después de una demora  $D$ ,  $A$  es el valor del reforzador si es obtenido inmediatamente y  $k$  es un parámetro que representa la tasa de descuento (Mazur, 2001).

### COMPARACIÓN DE MODELOS

Los modelos hiperbólico y exponencial realizan diferentes predicciones considerando la relación entre las variables. En el modelo exponencial, el valor relativo de las opciones es constante: si se prefiere algunas de las alternativas, esta preferencia se mantiene a lo largo del tiempo. Una de las evidencias más importantes para cuestionar el modelo de descuento temporal exponencial es que en experimentos realizados tanto con animales, como en seres humanos (Green, Fristoe, y Myerson, 1994), se ha encontrado reversión de preferencias. Por otro lado, el modelo de descuento temporal hiperbólico predice que una opción puede ser preferida en un momento, pero conforme aumenta la demora en recibirlo puede ser que la otra alternativa tenga un valor superior, lo que explica la reversión de preferencias. Recientemente ha sido propuesto que la reversión de preferencias podría ser compatible también con un modelo de descuento temporal exponencial en el que la tasa de descuento temporal es menor para los reforzadores grandes que para los pequeños. De esta manera, la reversión de preferencias es compatible con dos posibilidades teóricas: a) el descuento temporal es hiperbólico y la tasa de descuento es la misma para cantidades grandes y pequeñas; b) el descuento temporal es exponencial, pero la tasa de descuento es mayor para las cantidades pequeñas que para las grandes.

## PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN EL ESTUDIO DEL DESCUENTO TEMPORAL

Existen varios procedimientos que se utilizan para estudiar el descuento temporal; en humanos se encuentran los procedimientos de equivalencia, mientras que con animales no humanos (palomas y ratas) se utilizan los procedimientos de ajuste.

Los procedimientos de ajuste son utilizados para estudiar la conducta de elección entre dos reforzadores. En este procedimiento, la paloma elige entre 2 segundos de grano después de una demora fija (por ejemplo, 2 segundos) o 6 segundos de grano después de una demora que incrementa o disminuye dependiendo de la elección previa del sujeto. Si el sujeto muestra una preferencia por el reforzador de 6 segundos, la demora de esta alternativa es incrementada en los ensayos siguientes. Pero si el sujeto muestra una preferencia por el reforzador de 2 segundos, la demora para el reforzador de 6 segundos es disminuida lo suficiente para hacerla más atractiva. Las demoras para el reforzador de 6 segundos tienden a fluctuar con un rango relativamente estrecho y la media de este rango es tratada como una medida de un punto de indiferencia entre los dos reforzadores. La demora para el reforzador de 2 segundos es constante en el ejemplo mencionado, pero es variada de una condición a otra, donde esta demora puede ser mayor, con lo que se obtienen varios puntos de indiferencia entre estas dos cantidades de reforzamiento (Mazur, 1987).

En los procedimientos de equivalencia, a los participantes se les presentan dos conjuntos de alternativas, por ejemplo, del lado derecho se encuentra una cantidad fija demorada (por ejemplo, 1 000 dólares en 1 semana) y del lado izquierdo una opción inmediata cuya cantidad será modificada a lo largo de los ensayos (por ejemplo, 1 000 dólares ahora). En este ejemplo, todos los participantes eligen la opción inmediata, puesto que las cantidades son las mismas, sin embargo, en posteriores ensayos la cantidad de la opción inmediata va disminuyendo progresivamente, hasta que el participante reporta que ahora prefiere la opción demorada. Para complementar este dato, en una segunda fase se sigue un orden inverso. El primer ensayo da a elegir entre la misma cantidad fija demorada (1 000 dólares en 1 semana), y 100 dólares inmediatamente. Evidentemente, todos los participantes elegirán la opción demorada. En posteriores ensayos la cantidad de la opción inmediata va aumentando, hasta que el

participante indica un cambio de preferencia. La cantidad que provocó el cambio de preferencias en la primera fase se promedia con la cantidad que provocó el cambio de preferencias en la segunda fase, y este promedio es considerado el punto de indiferencia, es decir, la cantidad que de ser recibida inmediatamente sería igualmente valorada que 1 000 dólares recibidos en una semana, en otras palabras, podemos suponer que el valor actual de 1 000 dólares que serán recibidos en una semana es la cantidad asociada con el punto de indiferencia. Una vez obtenido este valor, el proceso se repite con una demora diferente en la opción demorada, por ejemplo 1 000 dólares en 1 mes, vs. ¿qué cantidad inmediatamente? Normalmente se evalúa al participante con por lo menos 5 demoras diferentes en la opción demorada para completar su curva de descuento temporal.

La cantidad variable inmediata, normalmente adquiere un valor dentro de un rango de de 0.1% a 100% de la cantidad fija; y las demoras de la cantidad fija suelen ser 1 semana, 1 mes, 6 años, 1 año, 3 años, 5 años, 10 años o 25 años. El orden de presentación de la cantidad inmediata variable es contrabalanceado (orden ascendente y descendente), mientras que el orden de la cantidad fija se presenta de la demora más pequeña (1 semana) a la demora más grande (25 años). Myerson y Green (1995), utilizaron este procedimiento con dos cantidades fijas hipotéticas (1 000 y 10 000 dólares), de las cuales se calcularon los puntos de indiferencia para cada cantidad y cada demora. El propósito del estudio fue evaluar las funciones de descuento temporal para cada una de estas magnitudes. El análisis de los datos indicó que el modelo de descuento temporal hiperbólico proporcionó el mejor ajuste. Además los resultados obtenidos de este experimento indicaron que los reforzadores grandes y pequeños fueron descontados con diferentes tasas. Específicamente, los reforzadores pequeños pierden valor más “rápidamente” que los reforzadores más grandes como se muestra en la Figura 1.

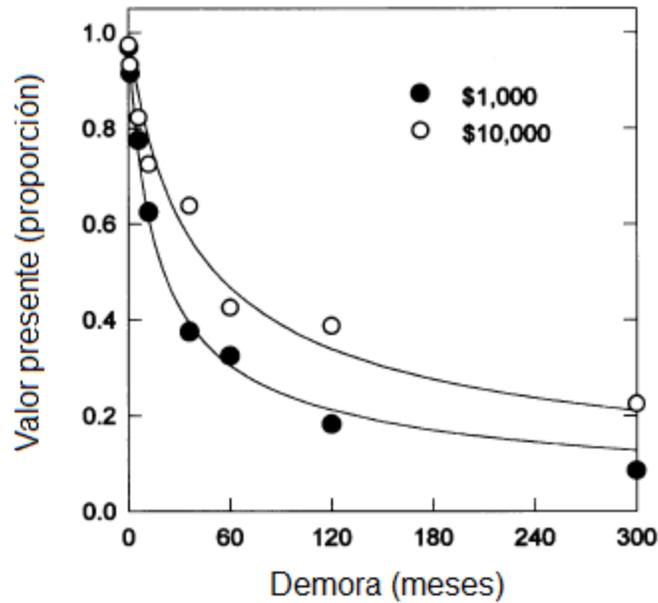


Figura 1. Funciones de descuento temporal, tomado de Myerson y Green (1995). Discounting of individual choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior.*, 64(3), 263-276.

En el experimento antes descrito se emplearon reforzadores hipotéticos, razón por la cual Kirby y Marakociv (1996), analizaron la generalidad del resultado empleando un procedimiento de equivalencia con algunas modificaciones, por ejemplo, los participantes tenían la oportunidad de ingresar a una lotería, la cual les permitiría recibir la alternativa que seleccionaron en alguno de los ensayos, además de que los reforzadores demorados fueron agrupados por cantidad: 7 opciones eran pequeñas (30 a 35 dólares), 7 medianas (55 a 65 dólares) y 7 grandes (70 a 80 dólares), en total se presentó a cada participante un cuestionario con 21 reactivos. Los resultados encontrados empleando reforzadores reales replicaron el hallazgo con reforzadores hipotéticos acerca de que la tasa de descuento disminuye conforme la cantidad incrementa.

En un estudio realizado por Johnson y Bickel (2002), se aumentó el rango de los reforzadores reales incluyendo valores de 10 a 250 dólares con demoras de 6 meses a 1 año. En otra condición presentaron reforzadores hipotéticos y realizaron una comparación entre ambos tipos de reforzadores. Los resultados indicaron que para cinco de seis sujetos no había una diferencia entre la tasa de descuento entre reforzadores hipotéticos y reales. Además los resultados corroboraron las diferencias

en la tasa de descuento para reforzadores que difieren en magnitud, ya que los reforzadores grandes fueron descontados más lentamente en comparación con los reforzadores pequeños. Este resultado es conocido como efecto de magnitud.

## PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN EL ESTUDIO DE LA SENSIBILIDAD A LA DEMORA

Una línea de investigación relacionada con la conducta de elección pero a la vez independiente de la recientemente descrita, es el estudio de la sensibilidad a la demora que se lleva a cabo con programas de reforzamiento, especialmente concurrentes encadenados.

Herrnstein (1964) menciona que para estudiar la preferencia se pueden utilizar los programas concurrentes encadenados, en los cuales los eslabones iniciales son iguales y las respuestas en estos son consideradas la medida de la preferencia. La asignación de respuestas durante los eslabones iniciales puede ser interpretado como una medida del valor relativo de los resultados del eslabón inicial o la efectividad del estímulo del eslabón terminal como un reforzador condicionado (Baum y Rachlin, 1969). La cantidad relativa de respuesta en una opción (respuestas en una opción/respuestas totales), durante el tiempo que ambas opciones están disponibles sería la forma de obtener la preferencia (Killen, 1968).

Si se consideran programas concurrentes encadenados con intervalos variables en los eslabones iniciales y terminales, una variable determinante de la elección es la reducción en el tiempo esperado para el reforzamiento una vez que se entra al eslabón terminal, respecto al tiempo esperado para el reforzamiento en los eslabones iniciales (Fantino, 1969).

## LEY DE IGUALACIÓN

Herrnstein (1961) realizó un experimento con palomas, en el cual demostró que la frecuencia relativa de respuestas iguala a la frecuencia relativa de reforzamiento. En este experimento presentó programas concurrentes de intervalo variable (IV) en dos teclas de respuestas independientes, es decir, el reforzamiento podía estar disponible en una, en la otra o en ambas teclas de respuestas al mismo tiempo. Cada tecla de respuesta era asociada con un programa de intervalo variable diferente, por ejemplo, IV 2.25 minutos en la tecla de respuesta A e IV 4.5 minutos en la tecla de respuesta B. En

este ejemplo, las palomas obtenían dos terceras partes de los reforzadores totales en la tecla de respuesta A y en esa misma tecla de respuesta realizaban dos terceras partes de sus respuestas. Al encontrar un resultado similar en las diferentes condiciones, surgió la propuesta de la Ley de Igualación, que establece que la proporción de conductas asignadas a una alternativa es equivalente a la proporción de reforzadores obtenidos en esa alternativa. Chung y Herrnstein (1967) analizaron la generalidad de ese resultado presentando dos alternativas de respuesta que diferían en la inmediatez relativa al reforzador. Sus resultados indicaron que en una situación concurrente de este tipo la frecuencia relativa de respuesta iguala a la inmediatez relativa de reforzamiento. Catania (1963) en una situación similar (diferencias en cantidad relativa de reforzamiento) encontró una relación lineal entre la tasa de respuesta y la duración de reforzamiento.

La demora de cambio juega un papel importante en la igualación, porque disminuye la conducta de alternación del sujeto. La demora de cambio consiste en impedir el reforzamiento para la primera respuesta en una opción después de haber respondido en la otra, a menos que haya transcurrido un mínimo de tiempo (por ejemplo, 1.5 segundos). La presencia de una demora de cambio reduce la alternación del sujeto entre las opciones, y favorece la conducta de igualación (Herrnstein, 1961, 1964).

En su forma más básica, la ley de igualación relaciona las respuestas en una alternativa con los reforzadores obtenidos en esa alternativa

$$\frac{B_1}{B_1 + B_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

donde  $B_1$  y  $B_2$  son las frecuencias de respuesta a las alternativas izquierda y derecha y  $R_1$  y  $R_2$  son el número de reforzadores obtenidos de las alternativas izquierda y derecha.

La relación antes descrita en ocasiones presenta desviaciones sistemáticas, como la subigualación, en la cual la preferencia por una alternativa está más cercana a indiferencia que lo predicho por la ley de igualación. Entre los factores que la producen se encuentran la poca discriminación entre alternativas, demoras de cambio muy cortas

o inexistentes y un alto nivel de privación de alimento. Pero cuando se observa una preferencia más extrema que la predicha por la igualdad, se presenta lo que se conoce como sobreigualación, es decir, la proporción de respuestas del sujeto es más extrema que la proporción de reforzadores. Otra desviación que se ha encontrado es conocida como sesgo, en la cual, el sujeto pasa más tiempo en una alternativa que la predicha por la ley de igualdad, es decir, se presenta una preferencia por una alternativa, aún cuando las dos alternativas entregan la misma tasa de reforzamiento. Si hay sesgo esto indica que hay una variable que afecta la preferencia que no ha sido medida, de cómo podría ser que una respuesta requiere mayor esfuerzo, una discrepancia entre el reforzamiento programado y el obtenido, o programas cualitativamente diferentes.

Para explicar estas desviaciones Baum (1979) expresa la ley de igualdad original como la igualdad entre la razón de respuestas y la razón de tasas de reforzamiento:

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad (4)$$

y considera dos parámetros que nos permiten explicar el sesgo, la subigualación y la sobreigualación:

$$\frac{B_1}{B_2} = k \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^a \quad (5)$$

En donde  $a$  es un parámetro que indica la sensibilidad a la razón de tasas de reforzamiento, y  $k$  indica el sesgo. Cuando  $a$  y  $k$  vale 1, la ecuación 5 se reduce a la 4; cuando  $a$  es mayor que 1, se encuentra sobreigualación, y cuando  $a$  es menor que 1 se encuentra subigualación.

En forma lineal, la ecuación 5 puede expresarse de la siguiente forma:

$$\log \left( \frac{B_1}{B_2} \right) = a \log \left( \frac{R_1}{R_2} \right) + \log k \quad (6)$$

Cuando la razón de respuestas de las dos alternativas ( $B_1/B_2$ ) se grafica en coordenadas logarítmicas como una función de la razón de reforzamiento obtenido ( $R_1/R_2$ ), los datos conforman una línea recta como se muestra en la ecuación 6, donde  $a$  es la pendiente y  $k$  el intercepto (Baum, 1974).

La siguiente pregunta que resulta de interés es la forma en la que las diferentes características de los reforzadores se combinan para dar un solo índice de valor. La propuesta más importante en la literatura acerca de esta regla fue sugerida por Baum y Rachlin (1969), mediante una relación multiplicativa combina las tres variables, la tasa, la cantidad y la inmediatez de reforzamiento. Donde  $k$  representa el sesgo,  $R$  es la tasa de reforzamiento,  $M$  es la magnitud de reforzamiento y  $1/D$  es la inmediatez de reforzamiento y  $V$  es el valor de cada alternativa como se muestra en la ecuación 7.

$$\frac{B_1}{B_2} = k \left( \frac{R_1}{R_2} \right) \left( \frac{1/D_1}{1/D_2} \right) \left( \frac{M_1}{M_2} \right) = \frac{V_1}{V_2} \quad (7)$$

De la ecuación anterior se pueden obtener los valores de  $a_r$  que representa la sensibilidad para la tasa de reforzamiento,  $a_m$  la sensibilidad para la magnitud, y  $a_d$  la sensibilidad a la demora, además de  $k$  la medida de sesgo.

$$\log \left( \frac{B_1}{B_2} \right) = a_r \log \left( \frac{R_1}{R_2} \right) + a_d \log \left( \frac{1/D_1}{1/D_2} \right) + a_m \log \left( \frac{M_1}{M_2} \right) + \log k \quad (8)$$

Con lo que se establece que los efectos de cada variable son independientes de las demás y el valor relativo, no el absoluto, es lo que controla la elección. Esta aproximación ha sido útil porque permite cuantificar la sensibilidad y el sesgo ante diferencias en las variables antes descritas, y se conoce como Ley de Igualación Concatenada Generalizada.

En un experimento realizado con humanos, Ito y Nakamura (1998) expusieron a los participantes a un programa concurrente encadenado, con dos estímulos que indicaban las alternativas de respuesta, los cuales se presentaron en una pantalla de computadora, que al tocar con el dedo índice producía un sonido que retroalimentaba la respuesta. Se realizaron variaciones en la cantidad, la demora o ambos, con el requisito de realizar una respuesta consumatoria en un tercer estímulo para ganar puntos que

después fueron cambiados por dinero (por ejemplo un punto valía un yen), además se utilizaron programas de tiempo fijo en los eslabones terminales. El propósito del experimento fue examinar la sensibilidad a la cantidad y la demora del reforzador, encontrando que los participantes fueron más sensibles a la cantidad que a la demora del reforzador. Ito y Nakamura (1998) sugieren que resultaría importante analizar el efecto de los valores absolutos de reforzamiento en la conducta de elección.

#### PROGRAMAS CONCURRENTES ENCADENADOS

En los modelos anteriormente mencionados, se ha encontrado que la magnitud y la demora son determinantes en la preferencia de los organismos, razón por la que se han realizado una diversidad de experimentos en los cuales se manipulan estas variables.

Además del interés en los efectos que la tasa de reforzamiento, la cantidad y la inmediatez tienen sobre la conducta de elección (Baum y Rachlin, 1969), resulta importante analizar las posibles interacciones entre estas variables.

Grace (1999) realizó un experimento con palomas para conocer si la sensibilidad a la demora era afectada por la magnitud absoluta del reforzador, para lo cual utilizó un programa múltiple concurrente encadenado con dos componentes. En cada componente la magnitud de reforzamiento para ambas alternativas era igual, pero variaba entre componentes: para un componente la magnitud era grande y para el otro era pequeña (por ejemplo, 1.7 segundos de acceso al grano en ambas opciones para el componente rojo y 4.5 segundos para el componente verde). La diferencia entre las alternativas dentro de cada componente era la duración de los eslabones terminales, que tomaba, en las diferentes condiciones una proporción de 4:1 (por ejemplo, IV 6 segundos en la tecla de respuesta izquierda e IV 24 segundos en la tecla de respuesta derecha en ambos componentes), 1:4, 2:1 o 1:2, con cambios de izquierda a derecha a través de las seis condiciones. Los eslabones iniciales para todas las condiciones fueron programas concurrentes de IV 30 segundos – IV 30 segundos sin demora de cambio.

Los resultados indicaron que no había diferencias entre las sensibilidades a la demora de los dos componentes, por lo cual concluyó que no existe una influencia de la

magnitud de reforzamiento en la sensibilidad a la demora en programas concurrentes encadenados.

Para comprobar la generalidad del experimento de Grace (1999), Ong y White (2004) realizaron un experimento con palomas, en el cual aumentaron la discriminación entre las alternativas por medio de la reversión de la localización de la demora más corta entre componentes (por ejemplo, IF6 segundos tecla de respuesta izquierda e IF24 segundos tecla de respuesta derecha en el componente rojo, pero IF24 segundos tecla de respuesta izquierda e IF6 segundos tecla de respuesta derecha para el componente verde), además de utilizar programas no independientes en los eslabones iniciales. Un cambio adicional fue el uso de programas de intervalo fijo en lugar de intervalo variable en los eslabones terminales.

En sus resultados encontraron una mayor sensibilidad a la demora, en el componente con reforzadores más grandes, es decir, los reforzadores de magnitud grande disminuyen más rápidamente su valor en comparación con los reforzadores de magnitud pequeña, lo cual sugiere una interacción entre la magnitud y la sensibilidad a la demora.

El descuento temporal se ha estudiado con procedimientos de equivalencia; en humanos se ha encontrado que la tasa a la cual el valor de un reforzador futuro es descontado depende de la magnitud del reforzador (Green, Myerson y McFadden, 1997). Específicamente se ha encontrado que los reforzadores grandes son descontados más lentamente en comparación con los reforzadores pequeños. Por otro lado, en experimento con ratas y palomas (Green, Myerson, Holt, Slevin, y Estle, 2004), que utilizan procedimientos de ajuste no se reporta el efecto de magnitud anteriormente mencionado. Grace (1999) utiliza un procedimiento de concurrente encadenado y muestra que el descuento temporal no depende de la cantidad, mientras que Ong y White (2004) encontraron que la tasa de descuento aumenta cuando la magnitud de reforzamiento en ambas opciones es mayor. Estos últimos dos experimentos se realizaron con palomas.

Ante estas contradicciones en resultados, es evidente que los detalles de la relación entre la tasa de descuento y la cantidad necesitan una cuidadosa revisión, ya que la diferencia entre los resultados encontrados en humanos y palomas pueden ser

atribuidos a las diferencias en los procedimientos o a diferentes adaptaciones de acuerdo al nicho ecológico (Green, Myerson, Holt, Slevin, y Estle, 2004).

Por ejemplo, Mazur (2007) encontró diferencias entre las ratas y las palomas en su sensibilidad a la demora. El valor del reforzador demorado disminuye mucho más lentamente en ratas con incrementos en la demora que en palomas (Mazur y Biondi, 2009). Por lo que resulta de gran interés realizar un experimento con ratas en el cual se pueda probar la generalidad de los resultados antes mencionados, ya que mientras que Grace (1999) no encuentra diferencias en la sensibilidad a la demora con diferentes magnitudes, Ong y White (2004), muestran que si se encuentra una interacción entre la sensibilidad a la demora y la cantidad, descuento temporal dependiente de la cantidad, al aumentar la discriminación entre las alternativas.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Después de la revisión de estos antecedentes, surgió el interés en evaluar si la sensibilidad a la demora depende de la magnitud de reforzamiento en ratas, mediante un programa múltiple concurrente encadenado. El presente trabajo extenderá el trabajo de Ong y White (2004), al emplear ratas como sujetos experimentales, y presentando en los eslabones terminales programas de Tiempo Fijo, Intervalo Fijo e Intervalo Variable, en diferentes experimentos.

## **EXPERIMENTO 1**

### **MÉTODO**

#### **SUJETOS**

Doce ratas macho de la cepa Wistar, ingenuas experimentalmente, obtenidas del bioterio de la Facultad de Psicología de la UNAM, que fueron colocadas en grupos de tres ratas, a las cuales se les restringió el alimento hasta que alcanzaron el 85% de su peso original, se les otorgó acceso durante una hora a la comida diariamente al término de la sesión para mantenerlas en el peso criterio durante los experimentos. Con acceso a agua sin restricciones en su caja habitación, una temperatura controlada de ( $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) y un ciclo luz-obscuridad de 12:12 horas. El peso de los animales al inicio del experimento fue de 250 gramos.

Las manipulaciones experimentales se hicieron de acuerdo a los procedimientos estándar aprobados por la Institutional Animal Care and Use Committee, del Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos de América.

#### **APARATOS**

Nueve cámaras de condicionamiento operante (Med-008-B1), contenidas en cajas sonoamortiguadoras. Las cajas operantes miden  $21.5 \times 24.5 \times 24.5$  y tienen una palanca de respuesta (4 centímetros \* 1.5 centímetros) en la pared frontal a cada lado del receptor de pellets, el cual tiene un detector de movimiento para conocer el momento en que los sujetos recogen los pellets, además de estar equipadas en la parte superior de cada palanca con tres luces, una luz roja del lado izquierdo, una luz blanca en el centro (la cual permaneció apagada durante los experimentos) y una luz azul del lado izquierdo. Durante todos los experimentos, solo se iluminaron dos luces, que señalaron los componentes de los eslabones iniciales y terminales. Las cámaras experimentales contaban también con luz en la parte trasera de la caja para proveer iluminación general. Cada caja cuenta con un extractor de aire que a la vez funciona como ruido blanco para enmascarar aún más los sonidos provenientes del exterior.

Las cajas experimentales están localizadas en un cuarto contiguo al equipo de control y registro. El control de los estímulos y el registro de respuestas se llevaron a cabo con una computadora personal conectada a una interfase MED-PC (Med Associates, St. Albans, VT).

## PREENTRENAMIENTO

Las ratas fueron habituadas a las cajas operantes; durante las primeras dos sesiones se colocaron pellets en el comedero y las ratas permanecieron en las cajas durante 30 minutos. En las siguientes seis sesiones la presión de las palancas fue reforzada de acuerdo a un programa alternativo tiempo fijo 45, razón fija 1. La presión de cada una de las palancas fue reforzada alternando cada palanca, es decir, un día solo se presentaba la palanca izquierda y al día siguiente la palanca derecha, después se entrenaron en un programa múltiple concurrente encadenado.

## PROCEDIMIENTO

Programa múltiple concurrente encadenado (ver Figura 2), con dos componentes, uno señalado por una luz roja/izquierda y el otro por una luz azul/derecha sobre las palancas. Las sesiones se realizaron los siete días de la semana aproximadamente a la misma hora (15:00 horas). La duración de la sesión fue aproximadamente de 50 minutos o 48 ensayos, lo que ocurriera primero. Cada ensayo terminaba con la entrega de un pellet o de cuatro pellets como reforzador, según el componente que estuviera en curso.

El componente de inicio fue alternado diariamente, por ejemplo un día comenzaba con la presentación del componente rojo y al día siguiente se presentaba primero el componente azul.

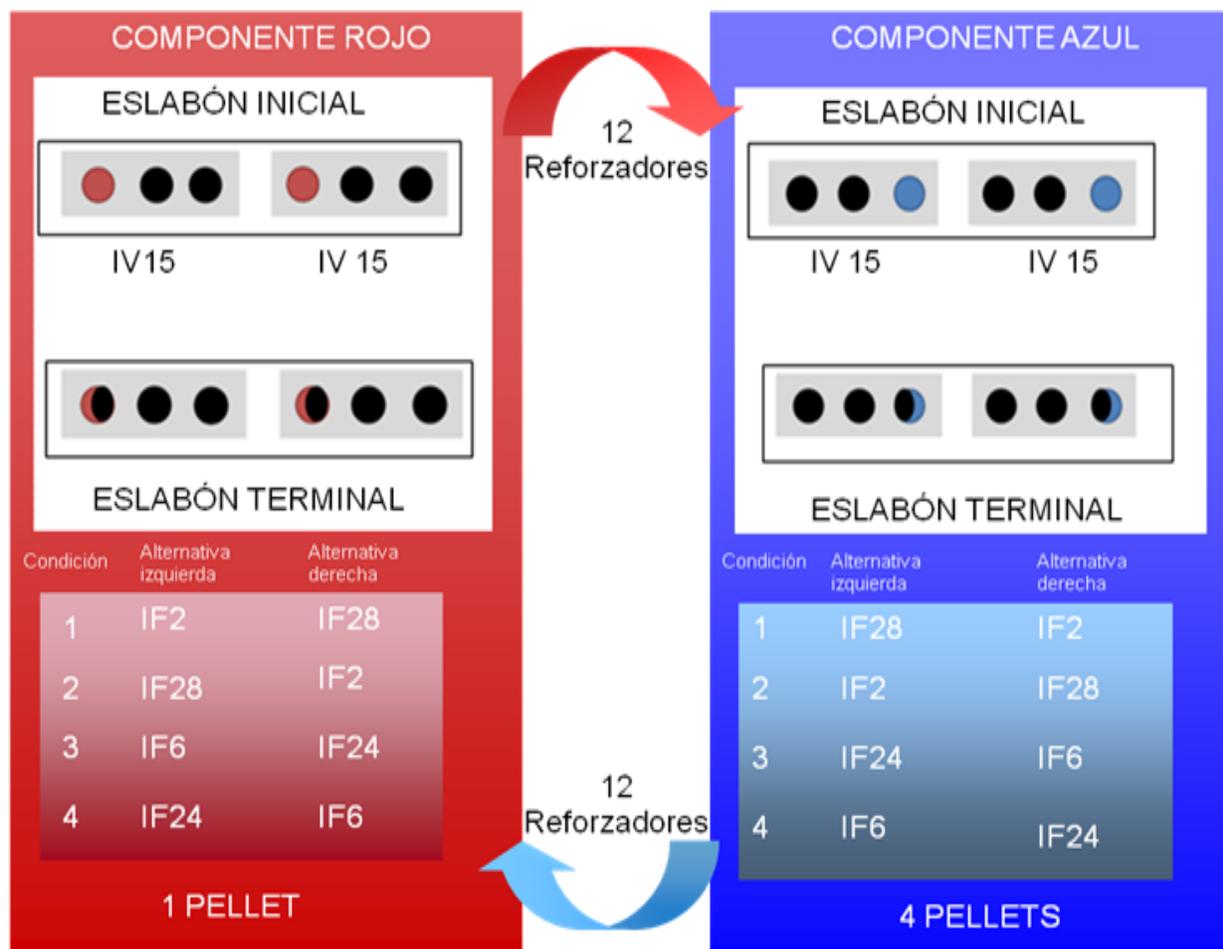


Figura 2. Procedimiento del programa múltiple concurrente encadenado.

### GRUPO DE INTERVALO FIJO

El experimento consistió de cuatro condiciones (ver Tabla 1), en cada una de las cuales estuvieron disponibles dos componentes que alternaron en bloques de 12 ensayos a lo largo de la sesión, separados por un intervalo entre componentes de 2 minutos.

En todas las condiciones, y en ambos componentes, los eslabones iniciales fueron programas de IV 15 segundos, dependientes, y con una demora de cambio de 2 segundos; los eslabones terminales fueron señalados por la intermitencia en el estímulo asociado al eslabón inicial (0.25 segundos encendida y 0.25 segundos apagada), mientras que el estímulo asociado a la otra palanca, así como la palanca misma, fueron apagados. Los valores de los programas asociados a los eslabones terminales fueron manipulados a lo largo de 4 condiciones (2-28; 28-2; 6-24 y 24-6 segundos). En el

componente rojo los eslabones iniciales fueron señalados por la luz roja/izquierda sobre cada palanca. Por ejemplo, durante la condición 1, si el reforzador era asignado a la palanca izquierda se presentaba un programa de IF 2, mientras que si era asignado en la palanca derecha se presentaba un programa de IF 28, cualquiera de los dos daría como reforzador un pellet (45 mg) y tres segundos después comenzaba otro ensayo.

En el componente azul prevalecían las mismas condiciones, con dos excepciones: a) la demora más corta se presentaba en la posición opuesta al componente rojo, y b) al completar cualquiera de los eslabones terminales se obtenía como reforzador 4 pellets, en lugar de 1 en el componente rojo.

Cada condición estuvo vigente por 20 días; para la mitad de los sujetos la condición 1 fue seguida de la 4, la 3 y la 2, mientras que para la otra mitad las condiciones se presentaron en el orden 3, 2, 1, y 4.

Tabla 1. Demoras asociadas a cada una de las alternativas por componente y condición.

	Componente Rojo		Componente Azul	
Cantidad	1 pellets		4 pellet	
Condición	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
1	2 s	28 s	28 s	2 s
2	28 s	2 s	2 s	28 s
3	6 s	24 s	24 s	6 s
4	24 s	6 s	6 s	24 s

### GRUPO DE TIEMPO FIJO

La única diferencia de este grupo con el mencionado anteriormente fue que los eslabones terminales en lugar de ser programas de intervalo fijo fueron programas de tiempo fijo. Para la mitad de los sujetos la condición 1 fue seguida de la 4, la 3 y la 2, mientras que para la otra mitad el orden de las condiciones fue 3, 2, 1, y 4.

### ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los datos se consideró la preferencia por el eslabón inicial izquierdo en cada componente ( $B_I/B_D$ ) durante los últimos cinco días de cada una de las cuatro condiciones, es decir, se obtuvo el promedio de la tasa de respuestas a los eslabones iniciales, después se obtuvo la razón entre estas tasas, y posteriormente se

realizó una transformación logarítmica base 10 ( $\log (B_i/B_D)$ ) que se graficó como una función del logaritmo de la razón de inmediatez programada en los eslabones terminales ( $\log((1/D_1)/(1/D_2))$ ).

A los datos obtenidos de cada sujeto se les realizó una regresión lineal ( $y=y_0+ax$ ) para cada uno de los componentes, es decir, una para el de magnitud pequeña y otra para el de magnitud grande. Donde  $y$  es la variable dependiente (logaritmo de la razón de respuestas eslabón inicial),  $x$  es la variable independiente (logaritmo de la razón de inmediatez de los eslabones terminales),  $y_0$  es el intercepto (sesgo) y  $a$  la pendiente que indica la sensibilidad a la demora.

La pendiente, el intercepto y la varianza explicada, se sometieron a un Análisis de Varianza (ANOVA) de medidas repetidas, en el que la magnitud de reforzamiento asociada a cada componente fue un factor intrasujetos, y el tipo de programas de los eslabones terminales (IF o TF) fue el factor entre sujetos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de respuesta en cada eslabón inicial de cada uno de los componentes fue promediada para cada sujeto durante las últimas cinco sesiones de cada condición. La Figura 3 muestra el promedio para los grupos de intervalo fijo y tiempo fijo. Esta figura sugiere que el programa múltiple concurrente encadenado ejerció un adecuado control discriminativo. Con relación a la discriminación dentro de cada componente, se encontró una mayor tasa de respuestas en el eslabón terminal que daría acceso a la demora más corta. Además, conforme la opción era mejor en términos de inmediatez relativa, la tasa de respuestas fue mayor. Con relación a la discriminación entre componentes, también observamos un adecuado control discriminativo; por ejemplo, para la condición 1, en el componente rojo la tasa de respuestas fue considerablemente mayor en la palanca izquierda, la cual daba acceso a la demora más corta; sin embargo, durante el componente azul, la tasa de respuestas fue mayor para la alternativa derecha, que era la que ahora daba acceso al eslabón terminal con menor demora al reforzador. Esta misma relación puede ser observada para cada uno de las otras condiciones.

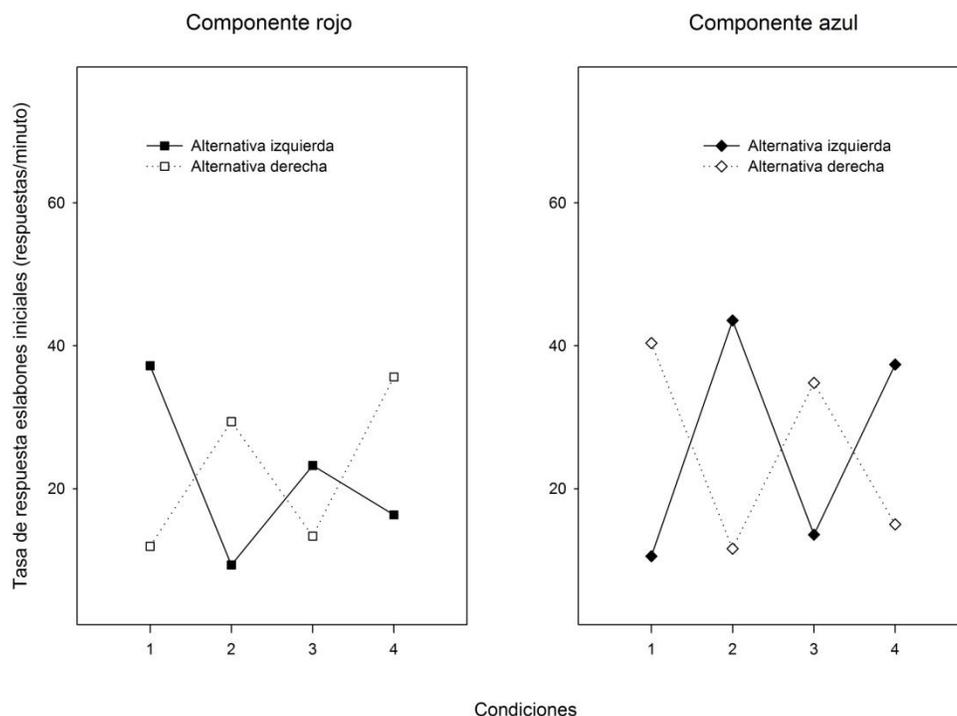


Figura 3. Promedio de la tasa de respuesta a los eslabones iniciales en las cuatro condiciones, en el panel de la izquierda se muestran los datos del componente que indica la magnitud pequeña y el panel de la derecha muestra los datos del componente de magnitud grande, los símbolos cerrados indican las respuestas en la alternativa izquierda y los símbolos abiertos las respuestas en la alternativa derecha.

Con el objeto de obtener un índice de sensibilidad a la demora, se obtuvo la razón de respuestas dividiendo la tasa absoluta de respuestas en el eslabón inicial izquierdo entre la tasa absoluta de respuestas en el eslabón inicial derecho. Las Figuras 4a, 4b y 4c presentan la transformación logarítmica de este dato en función de la transformación logarítmica de la razón de inmediatez (inmediatez izquierda / inmediatez derecha) asociada a cada condición.

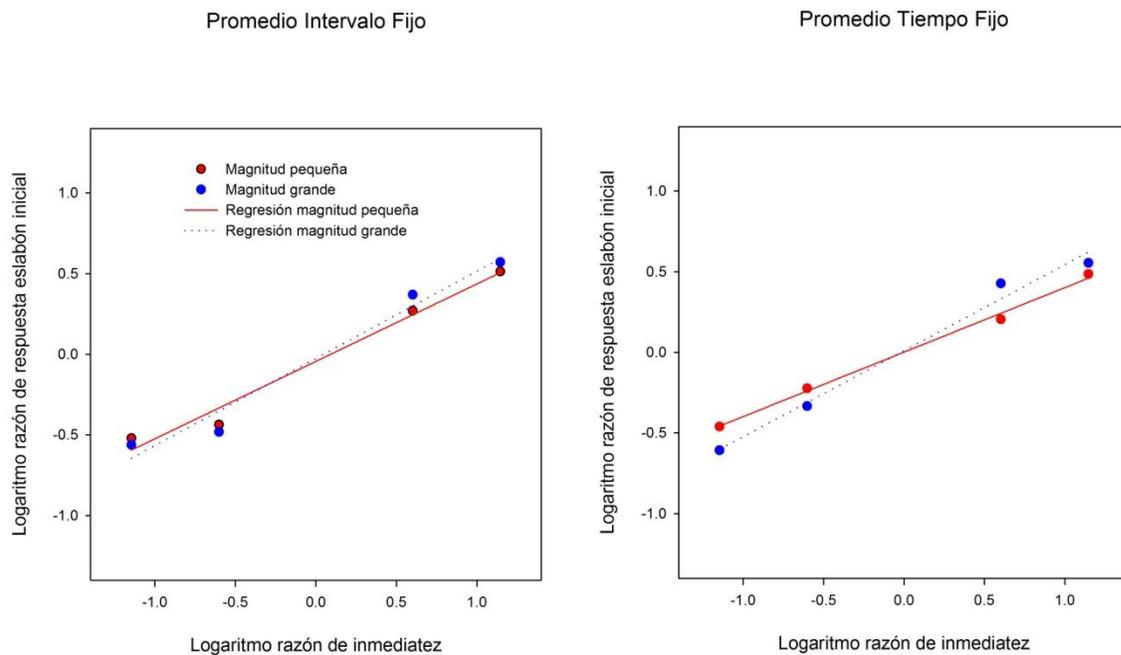


Figura 4a. Promedio grupal del logaritmo de la razón de tasa de respuestas como función del logaritmo de la razón de inmediatez de reforzamiento para el grupo de intervalo fijo (izquierda) y tiempo fijo (derecha). Los puntos rojos indican el logaritmo de la razón de respuestas para el componente de magnitud pequeña y la línea roja continua indica el ajuste de regresión lineal, los puntos azules indican el logaritmo de la razón de respuestas para el componente de magnitud grande y la línea azul punteada indica su línea de regresión.

Grupo Intervalo Fijo

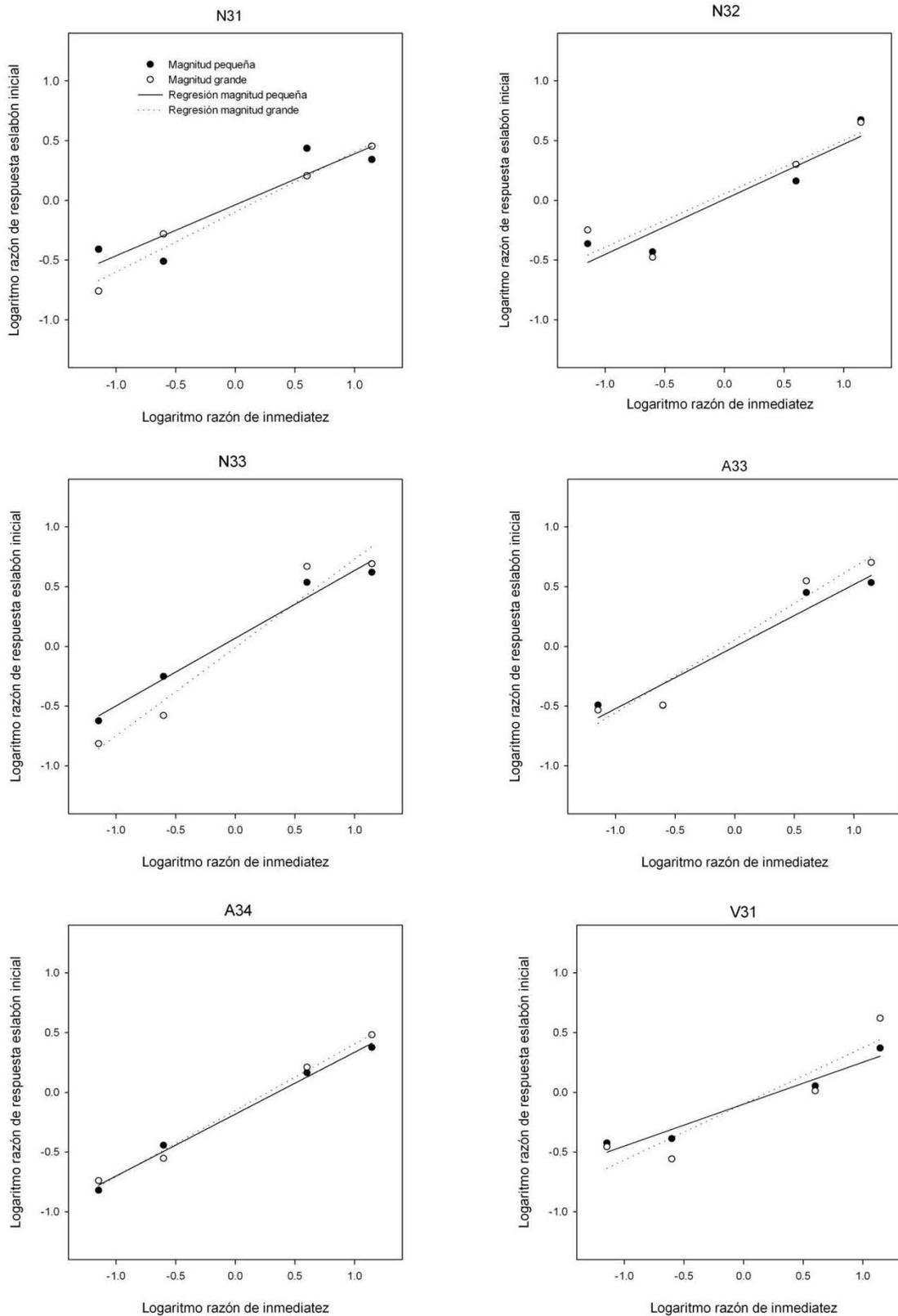


Figura 4b. Datos individuales para el grupo de intervalo fijo. Los símbolos cerrados indican las respuestas en el componente de magnitud pequeña y la línea continua su regresión lineal, mientras que los símbolos abiertos indican las respuestas en el componente de magnitud grande y su ajuste de regresión lineal está representado por la línea punteada.

Grupo Tiempo Fijo

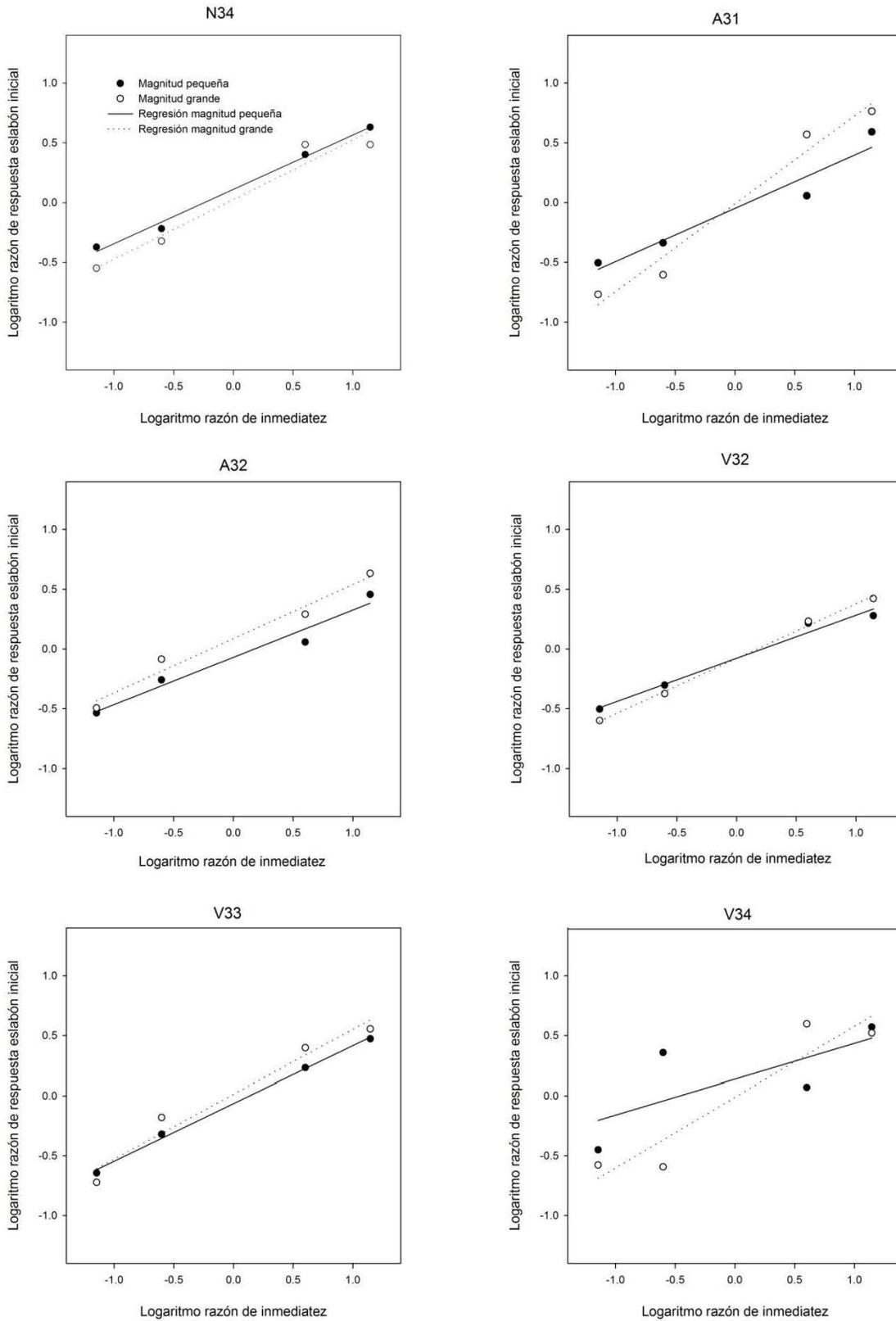


Figura 4c. Datos individuales para el grupo de tiempo fijo. Los símbolos cerrados indican las respuestas en el componente de magnitud pequeña y la línea continua su regresión lineal, los símbolos abiertos indican las respuestas en el componente de magnitud grande y la línea punteada su ajuste de regresión lineal.

Como fue descrito en la sección de análisis de datos, a estos datos se les ajustó una ecuación lineal para obtener un estimado de la sensibilidad a la demora, el intercepto y conocer la varianza explicada.

La Tabla 2 muestra el valor obtenido para cada uno de los sujetos y para cada grupo. Para ambos tipos de programas, la pendiente fue mayor para el componente con magnitud grande (IF=0.56±0.4; TF=0.54±0.05) que para el componente con magnitud pequeña (IF=0.48±0.03; TF=0.40±0.03). Un ANOVA de medidas repetidas demostró un efecto de magnitud ( $F(1, 10)=14.34, p<0.01$ ), pero no un efecto significativo para tipo de programa ( $F(1, 10)=0.85, p>0.01$ ), ni para la interacción de estos factores ( $F(1, 10)=1.64, p>0.01$ ).

Con relación al intercepto, no se encontraron diferencias en el factor de magnitud ( $F(1, 10)=0.50, p>0.01$ ), el tipo de programa ( $F(1, 10)=0.408, p>0.01$ ), ni su interacción ( $F(1, 10)=0.51, p>0.01$ ).

Para la  $R^2$  no fue encontrado ningún efecto principal o interacción (todas las  $F_s < 1.0$ ).

Tabla 2. Valores de los parámetros intercepto, pendiente y varianza explicada para las líneas rectas ajustadas a los grupos de intervalo fijo y tiempo fijo, además del error estándar de la media (ESM).

Magnitud Sujeto	Programa	Pendiente		Intercepto		Varianza explicada	
		Pequeño	Grande	Pequeño	Grande	Pequeño	Grande
N31	IF	0.4268	0.5141	-0.0376	-0.08	0.8371	0.9773
N32	IF	0.4611	0.4474	0.0084	0.0545	0.8935	0.8485
N33	IF	0.5667	0.7385	0.0686	-0.01	0.9749	0.9515
A33	IF	0.52	0.6093	-0.0019	0.0544	0.9312	0.9518
A34	IF	0.5373	0.5492	-0.2098	-0.1594	0.9961	0.9935
V31	IF	0.3425	0.5028	-0.0874	-0.0524	0.966	0.9101
<b>Promedio</b>	<b>IF</b>	<b>0.4757</b>	<b>0.5602</b>	<b>-0.0432</b>	<b>-0.0321</b>	<b>0.9331</b>	<b>0.9387</b>
<b>ESM</b>	<b>IF</b>	<b>0.0338</b>	<b>0.0418</b>	<b>0.0394</b>	<b>0.0338</b>	<b>0.0242</b>	<b>0.0214</b>

Tabla 2. Continuación.

N34	TF	0.4544	0.4987	0.1102	0.0239	0.993	0.954
A31	TF	0.4452	0.7344	-0.0485	-0.0111	0.9341	0.9712
A32	TF	0.3249	0.3907	-0.0887	0.0632	0.9506	0.9818
V32	TF	0.3602	0.4575	-0.0782	-0.0803	0.9793	0.9969
V33	TF	0.5005	0.581	-0.0918	0.0685	0.9974	0.9182
V34	TF	0.2974	0.6052	0.0182	-0.0285	0.5828	0.9562
<b>Promedio</b>	<b>TF</b>	<b>0.3971</b>	<b>0.5445</b>	<b>-0.0298</b>	<b>0.0059</b>	<b>0.9062</b>	<b>0.9630</b>
<b>ESM</b>	<b>TF</b>	<b>0.0330</b>	<b>0.0497</b>	<b>0.0326</b>	<b>0.0234</b>	<b>0.0654</b>	<b>0.0111</b>

El análisis estadístico permite observar que no existen diferencias en el sesgo ni en la varianza explicada, al mismo tiempo que confirma la existencia de diferencias significativas entre la sensibilidad a la demora en los componentes con diferente magnitud de reforzamiento para los grupos de intervalo fijo y tiempo fijo. Este dato indica un efecto de magnitud en la sensibilidad a la demora. Sin embargo, es importante considerar que para todos los sujetos el estímulo discriminativo asociado a cada magnitud fue el mismo durante todo el experimento, es decir, la luz azul/derecha fue asociada al componente de magnitud grande, mientras que la luz roja/izquierda estuvo asociada al componente con magnitud pequeña. Para evaluar si esta variable estuvo relacionada con el efecto encontrado, se realizó un segundo experimento en el cual todos los sujetos fueron expuestos a cambios diarios en las condiciones descritas en la Tabla 1, con lo cual se obtuvo un índice de la sensibilidad a la demora después de cada ciclo de 4 días, en el cual se presentaban todas las condiciones. La hipótesis era que en los primeros ciclos la sensibilidad a la demora sería muy pequeña para ambos componentes, pero incrementaría a lo largo de los ciclos para ambos componentes. En caso de replicar el efecto reportado en el Experimento 1, el incremento en la sensibilidad a la demora a lo largo de los ciclos sería mayor para el componente de magnitud mayor. Una vez que los sujetos se habían adaptado a los cambios diarios,

entonces se revirtió la asociación, entre la magnitud de reforzamiento y el estímulo discriminativo asociado.

## EXPERIMENTO 2

### MÉTODO

#### SUJETOS

El Experimento 2 se realizó con los mismos sujetos mencionados en el Experimento 1.

#### APARATOS

Nueve cajas de condicionamiento operante (Med-008-B1), descritas en el Experimento 1.

#### PROCEDIMIENTO

Se presentaron en orden semialeatorio (ver Tabla 3) las cuatro condiciones mencionadas en la Tabla 1, para que cada 4 días los sujetos respondieran a las cuatro condiciones, las 4 sesiones agrupadas fueron consideradas un ciclo. El experimento tuvo una duración de 100 días. Los ciclos fueron presentados en tres fases, en la Fase 1 se presentaron los estímulos como fue descrito en el Experimento 1, en la Fase 2 se invirtieron los estímulos que señalaban la entrega de 1 ó 4 pellets y en la Fase 3 ambos componentes entregaban la misma magnitud de reforzamiento (un pellet).

Tabla 3. Orden de presentación de los primeros cuatro ciclos, los cuales fueron repetidos hasta completar el experimento.

<b>Ciclos</b>	<b>Condiciones</b>			
<b>1</b>	1	2	4	3
<b>2</b>	2	3	1	4
<b>3</b>	3	4	2	1
<b>4</b>	4	1	3	2

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 5 muestra el índice de sensibilidad a la demora durante los 25 ciclos; en los primeros 13 ciclos la presentación de los estímulos fue la misma que la utilizada en el Experimento 1, después, la relación entre el estímulo discriminativo y la magnitud fue revertido durante 6 ciclos más, de tal manera que ahora, el componente de magnitud grande fue señalado por el estímulo rojo/izquierda, y viceversa. Aunque el estímulo que señalaba la magnitud grande fue cambiado la sensibilidad a la demora en el componente asociado con la magnitud grande fue mayor en comparación con la sensibilidad a la demora para el componente que indicaba una magnitud pequeña. Durante 6 ciclos mas se igualaron los dos componentes y ambos entregaban la misma cantidad de reforzamiento, con lo cual se observa que la sensibilidad a la demora para ambos componentes fue la misma.

Sensibilidad a la demora

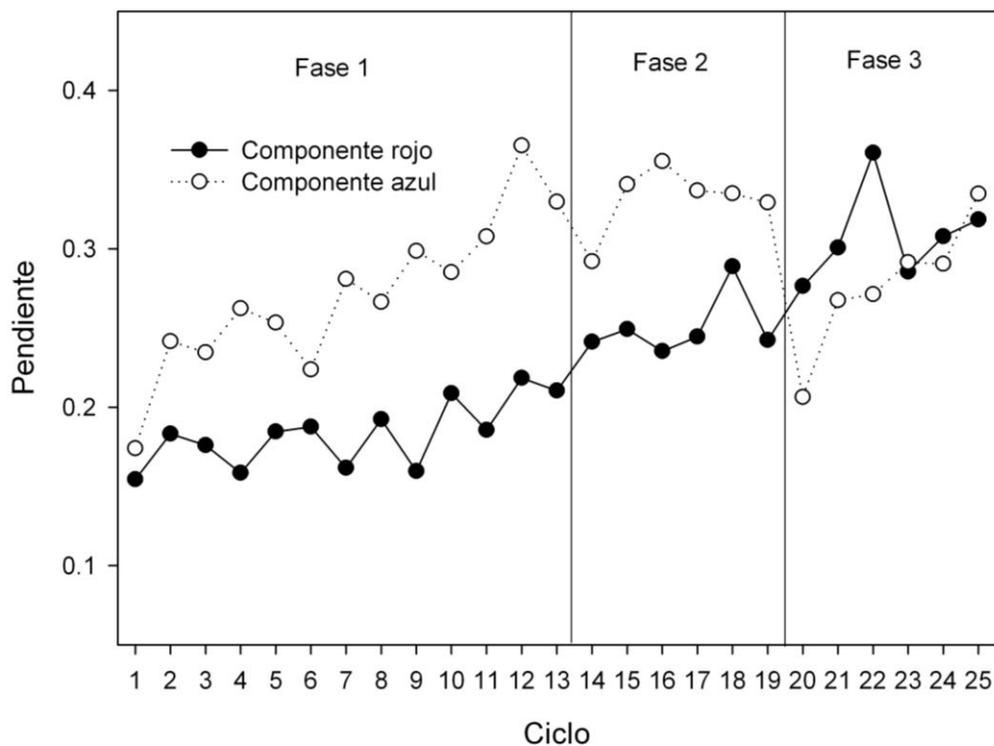


Figura 5. Sensibilidad a la demora para cada uno de los componentes, los símbolos cerrados indican el componente 1 de magnitud pequeña y los símbolos abiertos muestran el componente 2 de magnitud grande durante la Fase 1, en el Fase 2 el componente 1 indica la magnitud grande y el componente 2 señala la magnitud pequeña, y en la Fase 3 ambos componentes entregaron la misma magnitud de reforzamiento.

Para corroborar la diferencia observada en la sensibilidad a la demora durante las fases, se realizó un ANOVA de medidas repetidas, considerando la fase, los ciclos y la magnitud de reforzamiento como factores intrasujeto. Se encontró un efecto del programa ( $F(1, 10)=10.77, p<0.01$ ), un efecto de fase ( $F(2, 20)=5.23, p<0.01$ ), un efecto del ciclo ( $F(5, 50)=6.17, p<0.01$ ) y un efecto de magnitud significativo ( $F(1, 10)=10.56, p<0.01$ ), pero ninguna interacción entre la magnitud y el tipo de programa ( $F(1, 10)=0.003, p>0.01$ ), por lo cual tenemos el mismo efecto de magnitud independientemente del programa

Además se encontró que la interacción entre la fase y la magnitud fue estadísticamente significativa ( $F(2, 20)=18.22, p<0.01$ ), por lo cual se realizó el análisis Post-Hoc (Prueba de Scheffé), que permitió determinar que durante la Fase 1 y la Fase 2, la sensibilidad a la demora para el componente de magnitud pequeña fue diferente de la sensibilidad a la demora para el componente de magnitud grande ( $p<0.01$ ), mientras que en la Fase 3 no se encontraron diferencias entre los componentes ( $p>0.01$ ), hay que recordar que ambos componentes entregaban la misma cantidad de reforzamiento.

Los resultados de este experimento replican el resultado principal del Experimento 1 en el sentido de una mayor sensibilidad a la demora cuando la magnitud de reforzamiento es más alta; además, estos datos descartan la posibilidad de que una mayor discriminación de ciertos estímulos fuera la responsable de la mayor sensibilidad a la demora encontrada en uno de los componentes. En el Experimento 3, se pretende conocer si el tipo de programas en los eslabones terminales provoca una diferencia en el efecto de magnitud reportado por Ong y White (2004) y por los Experimentos 1 y 2. Esta pregunta adquiere especial relevancia si se considera que los dos estudios que reportan el efecto de magnitud utilizaron programas fijos en los eslabones terminales, mientras que el estudio que no encontró el efecto de magnitud (Grace, 1999) utilizó programas variables.

### **EXPERIMENTO 3**

#### **MÉTODO**

##### **SUJETOS**

Seis ratas macho de la cepa Wistar, ingenuas experimentalmente, obtenidas del bioterio de la Facultad de Psicología de la UNAM en las mismas condiciones que las ratas del Experimento 1.

##### **APARATOS**

Seis cajas de condicionamiento operante (Med-008-B1), que se utilizaron en el Experimento 1.

##### **PREENTRENAMIENTO**

El preentrenamiento se realizó bajo las mismas condiciones descritas en el Experimento 1.

##### **PROCEDIMIENTO**

Programa múltiple concurrente encadenado, con dos componentes, uno señalado por una luz roja/izquierda y el otro por una luz azul/derecha. La duración de la sesión fue aproximadamente de 50 minutos o 48 ensayos, cada ensayo terminaba con la entrega de 1 ó 4 pellets, de acuerdo al componente. Las sesiones experimentales se llevaron a cabo aproximadamente a la misma hora (15:00 horas), los siete días de la semana. El componente de inicio alternaba diariamente; un día comenzaba con la presentación del componente azul y al día siguiente se presentaba primero el componente rojo.

Se presentaron las cuatro condiciones enlistadas de la Tabla 1, los componentes alternaban en bloques de 12 ensayos durante la sesión, con un intervalo entre componentes de 2 minutos. En todas las condiciones, y en ambos componentes, los eslabones iniciales fueron programas IV 15 segundos, no independientes, y con una demora de cambio de 2 segundos; los eslabones terminales fueron señalados por la intermitencia en el estímulo asociado al eslabón inicial (0.25 segundos encendida y 0.25 segundos apagada), mientras que el estímulo asociado a la otra palanca, así como la palanca misma, fueron apagados. Los valores de los programas asociados a los eslabones terminales fueron manipulados a lo largo de cuatro condiciones (2-28; 28-2; 6-24 y 24-6 segundos). En el componente rojo los eslabones iniciales fueron señalados

por la luz roja/izquierda sobre cada palanca. Por ejemplo, durante la condición 1, si el reforzador era asignado a la palanca izquierda se presentaba un programa de IV2 segundos, mientras que si era asignado en la palanca derecha se presentaba un programa de IV28 segundos, cualquiera de los dos daría como reforzador un pellet (45 mg) y tres segundos después comenzaba otro ensayo. Cada programa de intervalo variable fue construido en base a la progresión de Fleshler y Hoffman (1962) de 12 intervalos.

En el componente azul prevalecían las mismas condiciones, con dos excepciones: a) la demora más corta se presentaba en la posición opuesta al componente rojo, y b) al completar cualquiera de los eslabones terminales se obtenía como reforzador 4 pellets, en lugar de 1 en el componente rojo.

Además se contrabalanceó la luz que indicaba la magnitud de reforzamiento, para la mitad de los sujetos se presentó la asignación del Experimento 1, y para la otra mitad el componente rojo indicaba la entrega de cuatro pellets, mientras que el componente azul indicaba la entrega de un pellet. Cada condición estuvo vigente por 20 días. Para todos los sujetos el orden de las condiciones fue 3, 2, 1, y 4.

#### ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos fue realizado como se describió en el Experimento 1, la pendiente, el intercepto y la varianza explicada, se sometieron a un ANOVA de medidas repetidas, en el que la magnitud de reforzamiento asociada a cada componente fue un factor intrasujetos, y el contrabalanceo del estímulo discriminativo asociado a la magnitud pequeña (rojo o azul) fue el factor entre sujetos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de respuesta en cada eslabón inicial de cada uno de los estímulos asociados a la magnitud pequeña fue promediada para cada sujeto durante las últimas cinco sesiones de cada condición. La Figura 6 muestra el promedio para el grupo de intervalo variable.

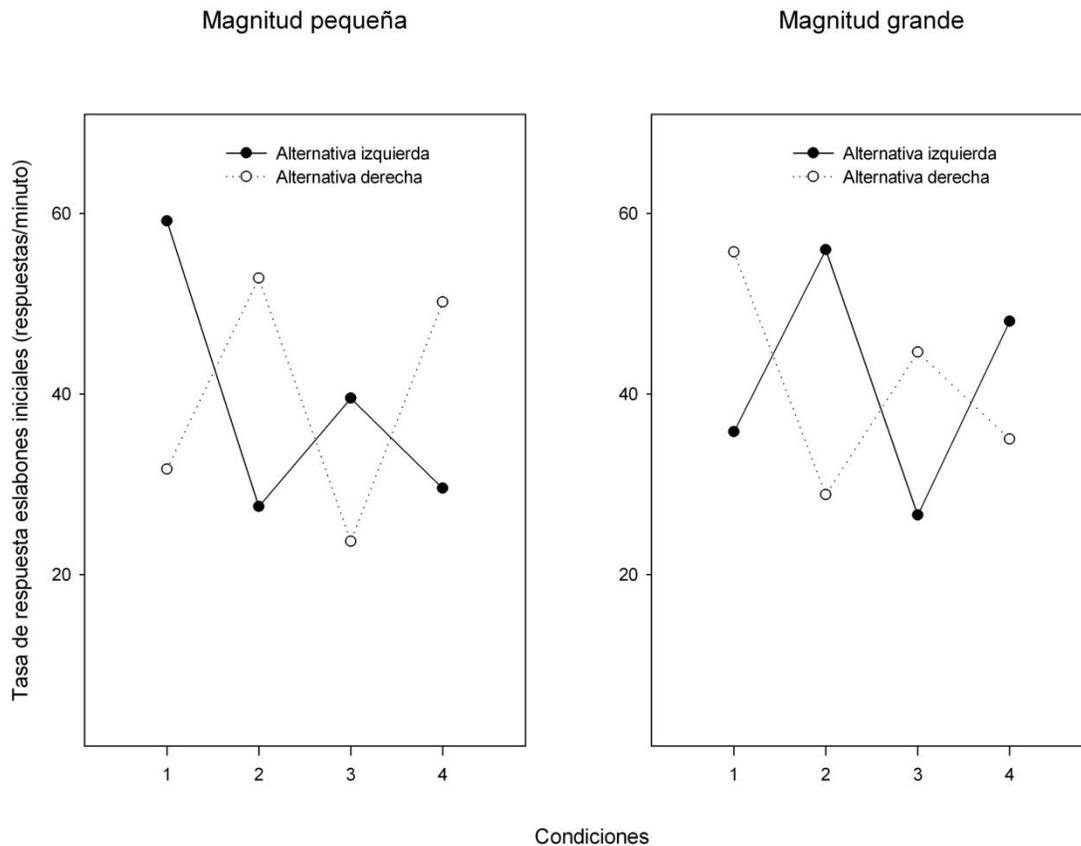


Figura 6. Promedio de la tasa de respuesta durante ambos eslabones iniciales en las

La Figura 6 sugiere que el programa múltiple concurrente encadenado ejerció un adecuado control discriminativo. Con relación a la discriminación dentro de cada componente, se encontró una mayor tasa de respuestas en el eslabón terminal que daría acceso a la demora más corta. Con lo que respecta a la discriminación entre componentes, también observamos un adecuado control discriminativo; por ejemplo, para la condición 1, en uno de los componentes la tasa de respuestas fue mayor en la palanca izquierda, la cual daba acceso a la demora más corta; sin embargo, durante el otro componente, la tasa de respuestas fue mayor para la alternativa derecha, que era

la que ahora daba acceso al eslabón terminal con menor demora al reforzador, lo cual puede ser observado para cada uno de las otras condiciones.

Como fue mencionado en el Experimento 1, para obtener un índice de sensibilidad a la demora, se obtuvo la razón de respuestas dividiendo la tasa absoluta de respuestas en el eslabón inicial izquierdo entre la tasa absoluta de respuestas en el eslabón inicial derecho. Las Figuras 7a y 7b presentan la transformación logarítmica de este dato en función de la transformación logarítmica de la razón de inmediatez (inmediatez izquierda / inmediatez derecha) asociada a cada condición. A estos datos se les ajustó una ecuación lineal para obtener un estimado de la sensibilidad a la demora, el sesgo y la varianza explicada.

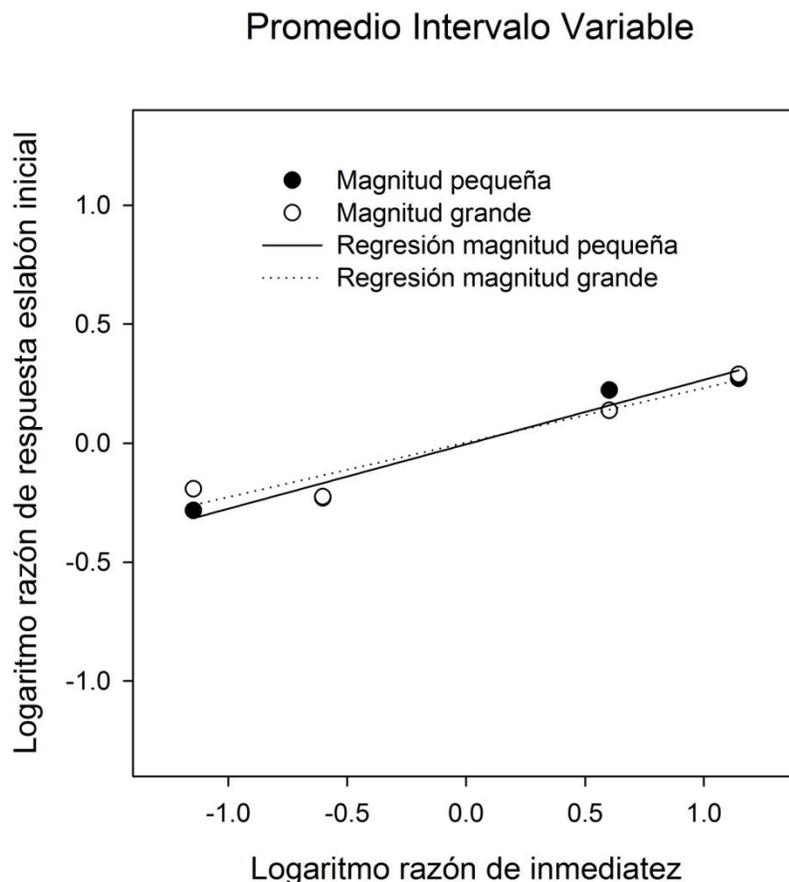


Figura 7a. Promedio del logaritmo de la razón de tasa de respuestas como función del logaritmo de la razón de inmediatez de reforzamiento para el grupo de intervalo variable. Los símbolos cerrados indican el logaritmo de la razón de respuestas para el componente de magnitud pequeña y la línea continua indica el ajuste de regresión lineal, los símbolos abiertos indican el logaritmo de la razón de respuestas para el componente de magnitud grande y la línea punteada indica su línea de regresión.

Grupo Intervalo Variable

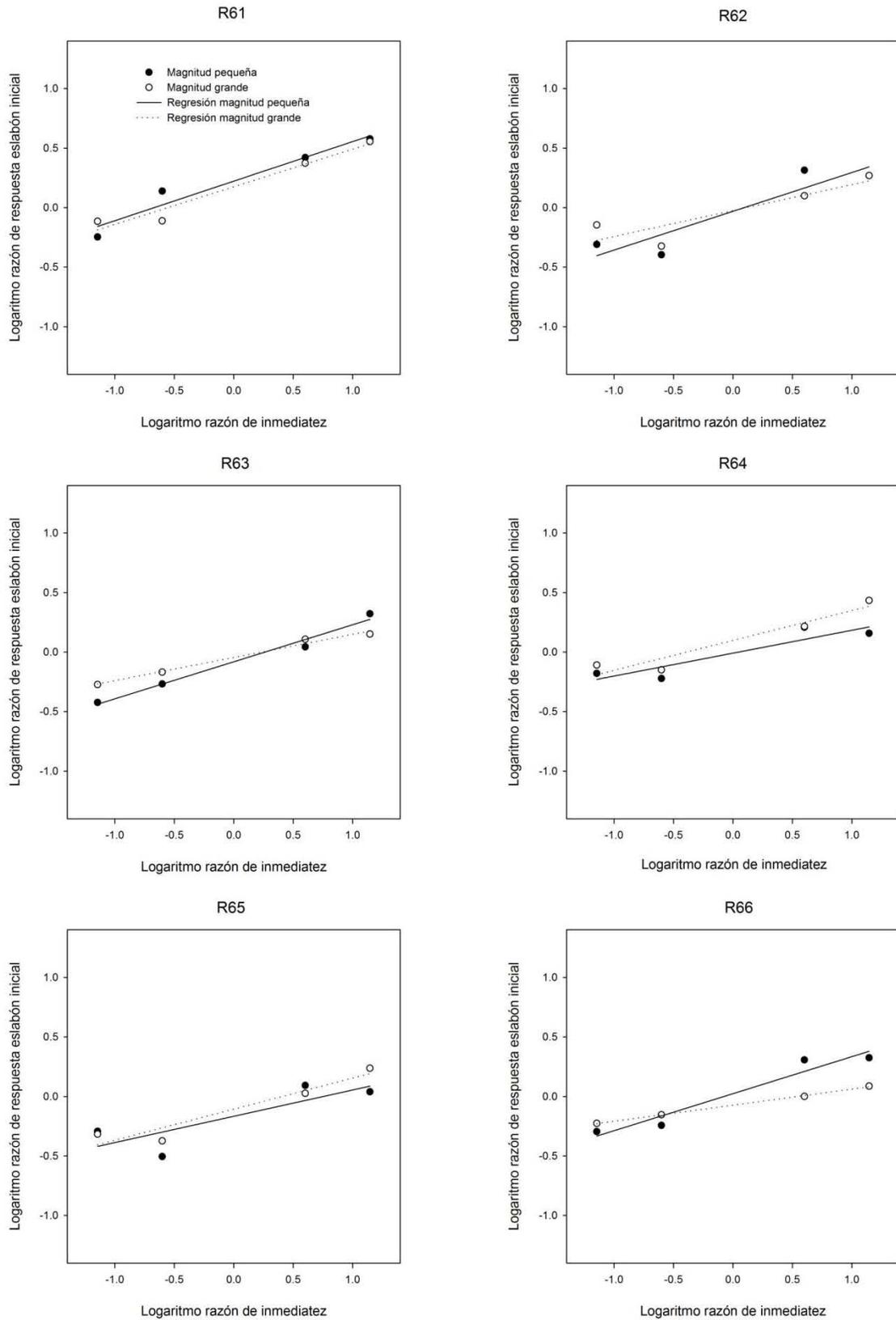


Figura 7b. Datos individuales para el grupo de intervalo variable. Los símbolos abiertos indican el logaritmo de la razón de respuestas para el componente de magnitud grande y la línea punteada indica su línea de regresión, los símbolos cerrados indican el logaritmo de la razón de respuestas para el componente de magnitud pequeña y la línea continua indica el ajuste de regresión lineal.

La Tabla 4 muestra el valor obtenido para cada uno de los sujetos del grupo de intervalo variable. Para este grupo, un ANOVA reportó que no se encontró un efecto de magnitud estadísticamente significativo ( $F(1, 4)=1.671, p>0.01$ ); tampoco se encontró un efecto significativo por el estímulo asociado al componente ( $F(1, 4)=6.008, p>0.01$ ), ni para la interacción de la magnitud y el contrabalanceo de los estímulos ( $F(1, 4)=0.441, p>0.01$ ).

En lo que respecta al intercepto, no se encontró efecto principal o interacción (todas las  $F_s < 1.0$ ).

Para la  $R^2$  no se encontró un efecto de magnitud estadísticamente significativo ( $F(1, 4)=3.163, p>0.01$ ), tampoco se encontró un efecto significativo por el estímulo asociado al componente ( $F(1, 4)=0.224, p>0.01$ ), ni para la interacción de la magnitud y el contrabalanceo de los estímulos ( $F(1, 4)=5.746, p>0.01$ ).

Tabla 4. Valores de los parámetros intercepto, pendiente y varianza explicada para las líneas rectas ajustadas a los grupos de intervalo variable y el error estándar de la media.

Magnitud \ Sujeto	Programa	Pendiente		Intercepto		Varianza explicada	
		Pequeño	Grande	Pequeño	Grande	Pequeño	Grande
R61	IV	0.3322	0.3162	0.2221	0.1746	0.944	0.9576
R62	IV	0.3256	0.2179	-0.0312	-0.0256	0.8457	0.7737
R63	IV	0.3111	0.1945	-0.0816	-0.0459	0.981	0.9843
R64	IV	0.1922	0.251	-0.0092	0.0973	0.8303	0.9165
R65	IV	0.2208	0.2607	-0.1669	-0.1074	0.6815	0.91
R66	IV	0.3109	0.135	0.023	-0.0741	0.9413	0.9986
<b>Promedio</b>	<b>IV</b>	<b>0.2821</b>	<b>0.2292</b>	<b>-0.0073</b>	<b>0.0031</b>	<b>0.8706</b>	<b>0.9234</b>
<b>ESM</b>	<b>IV</b>	<b>0.0244</b>	<b>0.0253</b>	<b>0.0532</b>	<b>0.0446</b>	<b>0.0449</b>	<b>0.0332</b>

## DISCUSIÓN GENERAL

En el medio ambiente natural de muchos organismos se presentan de forma cotidiana situaciones en las cuales tiene que elegir entre opciones, que pueden variar en diferentes características, por ejemplo, la demora y la magnitud. Por lo cual resulta de gran interés conocer la manera en la que los organismos resuelven este problema y adquieren una preferencia.

Es de vital importancia conocer si existen mecanismos o reglas comunes entre las especies, ya que esto nos permite encontrar regularidades y por lo tanto soluciones a los problemas que los organismos tienen que resolver.

Se han realizado diversas investigaciones para explicar la conducta de elección de los humanos y, los resultados derivados de ellas han generado modelos que nos permiten explicar los factores que tienen influencia en este proceso. El descuento temporal hiperbólico es uno de estos factores que ha estimulado una gran cantidad de investigación. La relación entre el descuento temporal y la magnitud de reforzamiento es posiblemente otro de estos factores que ayudarían en nuestra comprensión del complejo fenómeno de elección. Otra pregunta relacionada con estos factores es el grado de generalidad de estos resultados, de ahí radica la importancia de realizar investigación en otros organismos, por lo que en la presente investigación se desarrollaron tres experimentos con ratas, ya que las condiciones en las cuales se presentan las alternativas en un laboratorio permiten un mayor control experimental.

Una propuesta de la relación entre demora y magnitud, es la que nos ofrece la Ley de Igualación Concatenada Generalizada, que predice que las dimensiones como la tasa, la inmediatez (recíproco de la demora) y la magnitud de reforzamiento se combinan de forma multiplicativa. Debido a ello, bajo el diseño experimental descrito, las ratas deberían asignar la misma proporción de respuestas a la alternativa con la demora más corta en ambos componentes, ya que los valores relativos de la magnitud de reforzamiento serían iguales (0.5 en ambos casos), produciendo un efecto aditivo e independiente en la elección. En un experimento realizado por Davison (1988) se encontró que la preferencia entre diferentes magnitudes del reforzador no es independiente de la frecuencia relativa con la cual el reforzador es entregado. Este

estudio demostró que la predicción de la ley de igualación acerca de la independencia entre las diferentes dimensiones de reforzamiento no se cumple en todos los casos, y motivó la investigación de la posible interacción entre otras dimensiones de reforzamiento. El presente trabajo se agrega a los estudios que han pretendido conocer la interacción entre la sensibilidad a la demora y la magnitud de reforzamiento.

Los resultados de los dos primeros experimentos de la presente tesis muestran una diferencia en la sensibilidad a la demora entre los componentes, lo cual sugiere una mayor sensibilidad a la demora en el componente de magnitud grande de reforzamiento para los grupos de intervalo fijo y tiempo fijo. Al igual que en el experimento de Ong y White (2004), la posición de la alternativa con la demora más corta fue cambiada entre componentes, lo cual pudo haber producido que la adquisición de la discriminación entre componentes aumentara el efecto de magnitud encontrado.

Los resultados mencionados con anterioridad difieren de los reportados por Grace (1999) y los encontrados en el experimento 3, ya que no se encuentra un efecto de magnitud en la sensibilidad a la demora, es decir, no se presenta una interacción significativa entre la sensibilidad a la demora y la cantidad absoluta de reforzamiento cuando se utilizan programas de intervalo variable en los eslabones terminales. Este hecho puede ser explicado tomando en cuenta que, dado el descuento temporal hiperbólico, un programa intervalo variable, por ejemplo 10 segundos tendría como equivalente a un programa intervalo fijo de mucha menor duración, por ejemplo, 4 segundos. Si se presenta una elección entre un programa intervalo variable 10 segundos y un programa intervalo fijo 10 segundos, el organismo preferiría el programa de intervalo variable. Para observar indiferencia, el valor del programa fijo tendería que ser reducido. Al valor del intervalo fijo que provoca que el organismo sea indiferente entre él y el programa IV10 se le describe como el equivalente fijo. Si los sujetos toman los equivalentes fijos en el cálculo de las razones de inmediatez, entonces las razones son necesariamente menores, por lo que es razonable esperar una menor sensibilidad (Mazur, 1984).

También resulta importante descubrir el papel de otras variables, por ejemplo la razón entre las magnitudes, ya que la razón entre las magnitudes fue mayor en el presente experimento (1:4) y en el de Ong y White (1:4.5) en comparación con el

experimento de Grace (1:2.5), lo que también podría explicar la ausencia del efecto de magnitud en el estudio de Grace (1999).

En el experimento 2 de la presente tesis se realizaron cambios diarios de condición, con la idea de encontrar un aumento en el efecto de magnitud. Después de varios ciclos encontramos una estabilidad en los datos que nos permitió realizar otras manipulaciones experimentales en un tiempo más corto en comparación con el experimento 1. Acortar el tiempo experimental como en este tipo de procedimiento es crucial en algunas áreas de investigación, como por ejemplo cuando se realizan lesiones cerebrales, o cuando se aplican fármacos cuyos costos impiden la conducción de un número grande de sesiones experimentales.

Otro aspecto a considerar son las diferencias entre especies, en un experimento realizado por Mazur y Biondi (2009), reportan que conforme incrementa la demora el valor del reforzador disminuye cerca de 5 veces más lentamente para las ratas que para las palomas, es decir, para las palomas los reforzadores pierden su valor más rápidamente en comparación con las ratas, por lo cual las ratas tienen una menor sensibilidad a la demora del reforzador en comparación con las palomas.

Al evaluar la interacción entre la sensibilidad a la magnitud y la demora de reforzamiento, Grace (2005) encontró que la distribución de las demoras jugaba un papel primordial. Por ejemplo, demostró que cuando los programas en los eslabones terminales son intervalo fijo, la sensibilidad a la magnitud es mayor que cuando los eslabones terminales son intervalos variables. Aunque estos resultados no son directamente aplicables a los resultados de la presente tesis, es claro que las dimensiones del valor subjetivo del reforzador se combinan de forma compleja.

La sensibilidad a la demora puede ser interpretada como una tasa de descuento, por lo cual en esta investigación se muestra una relación entre el descuento temporal y la cantidad de reforzamiento para los grupos de intervalo fijo y tiempo fijo del experimento 1. En estudios realizados con humanos, se ha encontrado interacción entre magnitud y demora, pero en el sentido inverso: la tasa de descuento disminuye conforme aumenta la cantidad de reforzamiento, es decir, los reforzadores grandes son descontados más lentamente que los pequeños, por ejemplo, 1 000 dólares pierde 4/5 partes de su valor después de 10 años mientras que 10 000 dólares pierden 3/5 partes

de su valor en el mismo tiempo (Green, Myerson, y McFadden, 1997; Myerson y Green, 1995).

Esta discrepancia podría ser explicada por las diferencias que se presentan en los procedimientos empleados para el estudio de la conducta de elección, por ejemplo, en los procedimientos de equivalencia los participantes generalmente eligen entre resultados hipotéticos (Green, Fristoe, y Myerson, 1994; Myerson y Green, 1995; Odum, Baumann, y Rimington, 2006), y suelen presentarse cantidades o demoras tan grandes que en ocasiones resulta difícil que los participantes puedan experimentarlas, mientras que las palomas y las ratas realizan elecciones cuyas consecuencias han sido experimentadas miles de ensayos y que dadas las condiciones de privación en que son evaluadas podrían poner en peligro sus vidas en caso de no elegir la alternativa correcta.

En los procedimientos que emplean ratas y palomas, los sujetos experimentan las alternativas, ya que estas se presentan de manera real, mientras que los humanos en la mayoría de los casos solo se las imaginan, aunque en algunos experimentos como los realizados por Kirby y Marakivic (1996) e Ito y Nakamara (1998) los participantes reciben las cantidades de dinero con la demora programada, las cantidades o las demoras reales que se presentan varían en rango estrecho en comparación con las opciones hipotéticas.

Es importante estudiar la relación de descuento temporal dependiente de la cantidad por que nos ayudaría a explicar las preferencias de los individuos. Si los reforzadores grandes y pequeños no son descontados a la misma tasa, como se observa en la presente tesis, entonces los puntos en los cuales se revierte la preferencia, que se calculan en la actualidad se presentarían antes y la impulsividad sería mayor a la que se predice.

El estudio del descuento temporal nos brinda herramientas para el análisis de la impulsividad en la conducta humana y su intervención en desórdenes tales como el déficit de atención e hiperactividad, bulimia, anorexia y el abuso de sustancias, en los cuales enseñar a desarrollar tolerancia a la demora sería uno de los beneficios que se podría obtener (Madden, y Johnson, 2010).

Particularmente en las adicciones, resulta importante conocer cuando se presenta la reversión de preferencias, porque esto nos indicaría un punto de vulnerabilidad para preferir el reforzador pequeño más próximo; conocer la localización de la potencial reversión de preferencias podría permitir una intervención que prevenga tal ocurrencia, mejorando la habilidad para mantener la abstinencia y prevenir las recaídas, mantener un régimen de ejercicios o limitar conductas impulsivas (Yi, Landes y Bickel, 2009).

Para algunas especies en las cuales el medio ambiente se encuentra en constante cambio preferir una opción con demora pondría en riesgo su vida, mientras que para otras especies que viven en un ambiente estable, preferir las opciones demoradas grandes proporcionaría mayores beneficios. La investigación se debe de enfocar en los aspectos comunes entre las especies y descubrir qué condiciones favorecen la supervivencia. Ya que entender las causas que originan las diferencias entre especies podría brindarnos herramientas para desarrollar propuestas o programas que nos permitan aumentar el autocontrol.

## REFERENCIAS

- Baum, W. (1974). 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. (1979). Matching, undermatching, and overmatching in studies of choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 32(2), 269-281.
- Baum, W., y Rachlin, H. (1969). Choice as time allocation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(6), 861-874.
- Catania, A. C. (1963). Concurrent performances: a baseline for the study of reinforcement magnitude. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6(2), 299-300.
- Chung, S. H., y Herrnstein, R. J. (1967). Choice and delay of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10(1), 67-74.
- Davison, M. (1988). Concurrent schedules: interaction of reinforcer frequency and reinforcer duration. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 49(3), 339-349.
- Fantino, E. (1969). Choice and rate of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(5), 723-730.
- Fleshler, M., y Hoffman, H. (1962). A progression for generating variable interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5(4), 529-530.
- Grace, R. C. (1999). The matching law and amount-dependent exponential discounting as account of self-control choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71(1), 27-44.
- Green, L., Fristoe, N., y Myerson, J. (1994). Temporal discounting and preference reversals in choice between delayed outcomes. *Psychonomic Bulletin and Review*, 1(3), 383-389.
- Green, L., y Myerson, J. (1996). Exponential versus hyperbolic discounting of delayed outcomes: risk and waiting time. *American Zoologist*, (36), 496-505.
- Green, L., Myerson, J., Holt, D., Slevin, J. R., y Estle, S. J. (2004). Discounting of delayed food rewards in pigeons and rats: is there a magnitude effect? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 81(1), 39-50.

- Green, L., Myerson, J., y McFadden, E. (1997). Rate of temporal discounting decrease with amount of reward. *Memory and Cognition*, 25(5), 715-723.
- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 267-272.
- Herrnstein, R. J. (1964). Aperiodicity as factor in choice. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 7(2), 179-182.
- Ito, M., y Nakamura, K. (1998). Humans' choice in a self-control choice situation: sensitivity to reinforcer amount, reinforcer delay, and overall reinforcement density. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 69(1), 87-102.
- Johnson, M., y Bickel, W. (2002). Within-subject comparison of real and hypothetical money rewards in delay discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 77(2), 129-146.
- Killen, P. (1968). On the measurement of reinforcement frequency in the study of preference. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11(3), 263-269.
- Killen, P. (2009). An additive-utility model of delay discounting. *Psychological Review*, 116(3), 602-619.
- Kirby, K., y Maracovic, N. (1996). Delay-discounting probabilistic rewards: Rates decrease as amounts increase. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3(1), 100-104.
- Logue, A. W. (1988). Research on self-control: An integrating framework. *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 665-709.
- Madden, G. J. y Johnson, P. S. (2010). A delay discounting primer. En *Impulsivity. The behavioral and neurological science of discounting*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Mazur, J. E. (1987). An adjusting procedure for studying delayed reinforcement. En M. L. Commons, J. E. Mazur, A. Nevin y H. Rachlin (Eds.), *Quantitative analyses of behavior: The effect of delay and of intervening events on reinforcement value* (Vol. 5, pp. 55-73). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mazur, J. E. (2001). Hyperbolic value addition and general models of animal choice. *Psychological Review*, 108(1), 96-112.
- Mazur, J. E. (2006). *Learning and Behavior*. New Jersey.

- Mazur, J. E. (2007). Species differences between rats and pigeons in choices with probabilistic and delayed reinforcers. *Behavioural Processes*, 75(2), 220-224.
- Mazur, J. E. (1984). Test of an equivalence rule for fixed and variable reinforcer delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10(4), 426-436.
- Mazur, J. E., y Biondi, D. R. (2009). Delay-amount tradeoffs in choices by pigeons and rats: Hiperbolic versus exponential discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 91(2), 197-211.
- Mazur, J. E., y Longue, A. W. (1978). Choice in a "self-control" paradigm: effects of a fading procedure. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 30(1), 11-17.
- Myerson, J., y Green, L. (1995). Discounting of delayed rewards: models of individual choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior.*, 64(3), 263-276.
- Odum, A. M., Baumann, A., y Rimington, D. D. (2006). Discounting of delayed hypothetical money and food: effects of amount. *Behavioural Processes*, 73, 278-284.
- Ong, E. L., y White, G. (2004). Amount-dependent temporal discounting? *Behavioural Processes*, 66, 201-212.
- Rachlin, H. (2006). Notes on discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 85(3), 425-435.
- Rachlin, H., y Green, L. (1972). Commitment, choice and self-control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 17(1), 15-22.
- Samuelson, P. A. (1937). A note on measurement of utility. *Economic Studies*, 4, 155-161.
- Thoresen, C., y Mahoney, M. (1981). *Autocontrol de la conducta*. México: Fondo de cultura económica
- Yi, R., Landes, R D. y Bickel W. K. (2009). Novel Models of Intertemporal Valuation: Past and Future Outcomes. *Journal of Neuroscience Psychology and Economics*. 2(2) 102-111.