



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**PATRONES DE RESPUESTAS ANTE REFORZAMIENTO
DIFERENCIAL DE TIEMPOS ENTRE RESPUESTAS Y
NÚMERO FIJO CONSECUTIVO EN RATAS**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA**

**PRESENTA:
MARIO ULISES ESCOBEDO HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR: DR. GUSTAVO BACHÁ MÉNDEZ
REVISORA: DRA. ADRIANA IXEL ALONSO OROZCO
REVISOR HONORARIO: JULIO ESPINOSA RODRÍGUEZ †**



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. A 25 DE FEBRERO DE 2022



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.

Índice

Resumen	1
Introducción	2
Tiempo	5
Reforzamiento Diferencial de Tiempos Entre Respuestas	7
Cantidad: Programa de Número Fijo Consecutivo	8
Planteamiento del Problema	11
Método	13
Resultados	18
Relación costo/beneficio: densidad de reforzamiento	23
Discusión	29
Referencias	37

Resumen

En dos experimentos se analizó la distribución de respuestas realizadas por ratas ante contingencias programadas de discriminación temporal y de cantidad, haciendo uso de las preparaciones de Número Fijo Consecutivo (NFC) y de Reforzamiento Diferencial de Tiempos Entre Respuestas (RDTER). Ocho ratas divididas en dos grupos se enfrentaron a cinco fases experimentales en donde el valor mínimo programado (VMP) a discriminar fue en aumento a lo largo de las primeras tres fases. En la cuarta fase, el VMP disminuyó en comparación con el de la fase anterior. En la quinta fase, dependiendo del sujeto experimental, el valor disminuyó en comparación a la cuarta fase o aumentó de nuevo. Esto con el objetivo de tener información acerca de la manera en que el patrón de conducta presentado por los sujetos se veía afectado ante una modificación en la que aun realizando una cantidad mayor de respuestas al necesario (o esperar un intervalo de tiempo mayor, según fuese el caso) seguirían obteniendo reforzadores. Ya que la contingencia de error programada en ambas preparaciones reiniciaba el contador de respuestas/segundos únicamente si el valor ejecutado/esperado era menor al establecido.

Los resultados concuerdan con los reportados en la literatura. En el caso del programa de RDTER, las distribuciones de respuestas presentaron frecuencias bimodales (de *burst* —con un intervalo entre respuestas menor a un segundo— y cercanas al VMP). Los resultados en el programa de NFC se distribuyeron de forma similar a una curva normal con la frecuencia más alta en el valor programado. Con relación a las fases cuatro y cinco, los sujetos ajustaron su conducta a la variación, sin importar si el criterio disminuyó o aumentó. Las distribuciones de respuesta se mantuvieron con la frecuencia más alta cercana o igual al VMP.

Palabras clave: tiempo, cantidad, discriminación, ajuste, ratas

Introducción

El mundo de los seres vivos está representado por una variedad considerable de especies de plantas, animales, hongos, bacterias, protozoarios. Dentro del abanico tan complejo de opciones, desde el organismo más minúsculo a los macroorganismos, existen similitudes muy particulares que ayudan a distinguirles de la materia no viva (Oparin, 1953). Disciplinas científicas como la biología se han dado la tarea de estudiar la manera en que estos organismos vivos han surgido, su naturaleza y descendencia, así como la mecánica general que ha permitido su diversificación. Es entonces cuando aparecen autores como Darwin (1809-1882) el cual plasmó en su construcción teórica el origen de las especies, proponiendo a la selección natural como engrane central para explicar la evolución no sólo física, sino también mental: animales humanos y no humanos, todos somos producto de la evolución orgánica (Barker & Katz, 2003; Wasserman & Castro, 2012).

Una vez que la visión *darwiniana* de la naturaleza se estableció, diferentes campos científicos la tomaron como base para generar líneas alternativas de explicación a los fenómenos de su interés. La psicología no fue la excepción y así, con el objetivo de estudiar la estructura psicológica que poseen animales humanos y no humanos, se estructuraron y llevaron a cabo numerosos proyectos de investigación (Beran et al., 2014; Álvarez et al., 2017). Su desarrollo ha permitido explicar de qué manera han evolucionado los procesos psicológicos, ahora denominados “básicos” y su influencia en el comportamiento a lo largo del árbol filogenético. Todo gracias al uso de una metodología científica rigurosa, un amplio

rango de especies, así como diferentes procedimientos sistemáticos y replicables (Papini, 2008; Myers & Hansen, 2011).

Gracias a los constantes esfuerzos dentro del área se han generado modelos que persiguen diversos objetivos. El más elemental consiste en generar explicaciones de cómo los sistemas vivos operan de manera parecida a una interfaz con capacidades biológicas afinadas, las cuales les permiten enfrentarse constantemente a contingencias de orden ecológico; comprendidas como aquella naturaleza jerárquica de los eventos que acontecen en el universo (Greenberg et al., 2003; Dewsbury, 2003). Asimismo, examinar las similitudes y diferencias entre individuos y grupos, haciendo hincapié en la seriedad que implica la evolución natural de las especies. Y si es posible, responder (generar en dado caso) de manera pertinente aquellas preguntas relacionadas a la cuestión evolutiva de los comportamientos que se observan, así como los beneficios de mantenimiento y reproducción que dichas conductas ofrecen (Andrews, 2015).

Las investigaciones realizadas hasta el momento han recalcado de manera constante lo importante que es mantener una visión ecológica de la interacción entre los organismos y su nicho, relación que les ha permitido sobrevivir hasta el presente (Wilems, 1974; Holahan, 1978; Gärling & Colledge, 1993; Winkel et al., 2009). Precisamente, uno de los problemas centrales es averiguar de qué manera los animales representan psicológicamente la información que el medio proporciona (Roitblat, 1982).

Dicha información se presenta en un sin número de dimensiones provenientes de la configuración natural del lugar en donde las diferentes especies

se han desarrollado y sobrevivido; el clima (Sánchez & Urcuqui, 2006; Herczeg et al., 2006), la ubicación geográfica (Grossfield, 1971; McDonald & Pellegrino, 1993), la hora del día (Barbachano et al., 2017; Tsang et al., 2018). Al igual que la flora (González, 2005; Giurfa & Sandoz, 2012) y la fauna (Heithaus et al., 1975; Tan & Hackenberg, 2012) con la que conviven son algunos ejemplos de fuentes que generan un impacto importante y constante en la percepción que los seres vivos forman del área que habitan.

Ese proceso de interacción entre organismo y ambiente es posible gracias a la composición natural de cada espécimen. Los sensores que conforman las estructuras físicas exterior e interior captan datos que provienen de diferentes lugares y en distintas modalidades (Hickman, 1998). En concreto, el mundo perceptual que compartimos está rodeado por objetos que poseen propiedades básicas como forma, tamaño y color (Nieder, 2005; Agrillo et al., 2012). Las cuales les permiten ser cuantificados, ordenados e identificados.

Por lo que, es plausible considerar a la capacidad de elegir entre cantidades de objetos o “cosas” como parte de un repertorio antiguo y amplio de habilidades evolutivamente seleccionadas (Dehaene, 1997; Brannon & Roitman, 2003). De igual forma, esos objetos y las situaciones en donde se presentan o se ausentan están mediados por un lugar específico y un lapso; estamos familiarizados a su ausencia o presencia en determinadas circunstancias. Fenómeno que los humanos denominamos paso del tiempo (Carroll, 2004; Allday, 2019).

Probablemente, la sensibilidad que los organismos presentan ante el continuo temporal está presente en su ritmo de vida antes de la historia registrada.

No es imposible imaginar que nuestros antecesores dedicados a la caza y recolección notaron que algunas de sus presas se mantenían más activas durante la presencia de luz que con la ausencia de esta (Wynne & Udell, 2013). Así mismo, la habilidad para discriminar entre cantidades de depredadores, presas o conoespecíficos facilitó de alguna manera este ejercicio de vital importancia (Gallistel, 1990; Beran & Parrish, 2016).

De manera que, a pesar de estar rodeados de una matriz enorme de dimensiones de información, la discriminación de cantidades y de tiempo ha dotado a los animales de ventajas para sobrevivir (Utrata et al., 2012; Gallistel, 1990), razón por la que ambos campos han sido un foco central y consante dentro de las ciencias dedicadas al aprendizaje animal (Fetterman, 2006). Proceso que será revisado de la manera más concisa posible a continuación.

Tiempo

Desde los insectos hasta los humanos, los animales adaptan su comportamiento a la estructura temporal de los eventos en el lugar en que se desenvuelven (Gallistel, 1990; Gibbon et al., 1997). De ahí que podamos observar fenómenos como los ritmos biológicos; propiedades de organización biológica que tienen una duración establecida y suelen ser cíclicos y periódicos como la función respiratoria, los ritmos circadianos de sueño-vigilia y otros más que permiten el mantenimiento de la vida misma (Goldbeter, 1997; DeCoursey, 2004).

Dentro del entorno controlado del laboratorio se usan protocolos experimentales que fueron creados para estudiar la relación entre respuesta y consecuencia, los llamados programas de reforzamiento (Ferster & Skinner, 1957;

Lattal & Neef, 1996). Estos en un principio ejemplificaban situaciones en las que cada respuesta era seguida de un reforzador (reforzamiento continuo).

Posteriormente, se centraron en circunstancias en que la entrega de recompensa dependía de características temporales o cuantitativas específicas (Whaley & Malott, 1969; Zeiler, 1984). En concreto, pueden clasificarse en los que tienen como base el transcurrir de intervalos de tiempo específicos de no reforzamiento entre respuestas reforzadas, los llamados de intervalo fijo o variable; y aquellos basados en la emisión de un número específico de respuestas por parte del sujeto experimental, denominados de razón fija o variable. (Skinner, 1953; Schoenfeld et al., 1956).

El programa de Intervalo Fijo (IF), por ejemplo, representa una tarea de aprendizaje temporal concreta y es de las preparaciones más utilizadas. Consiste en reforzar la conducta de un animal siempre y cuando emita una respuesta después de que transcurra un tiempo fijo desde la entrega anterior de alimento (Ferster & Skinner, 1957; López, 2012). Al programar la entrega de un reforzador en un tiempo fijo después de un marcador temporal, puede generarse un patrón de conducta discriminado temporalmente (López y Menez, 2009).

Pero el interés por entender de forma cada vez más específica la influencia de cada uno de los parámetros que se modificaban dentro de las preparaciones experimentales llevó a los investigadores a crear programas “híbridos” de reforzamiento, donde se buscaba puntuar una característica básica de la estructura tradicional para acentuar o centrar el foco de atención en una variable en específico (Shimp, 1973; Kuch & Platt, 1976). Tal es el caso de los tiempos

entre respuestas (TER), pues se utilizaron programas modificados de intervalo variable (IV) que permitían el acceso al reforzador de la misma manera que un IV simple, pero requerían de la ocurrencia de una clase particular de TER para tener acceso a la recompensa. Muchos de ellos se denominaron programas de Reforzamiento Diferencial de Tiempos Entre Respuestas (RDTER) (para una revisión ver Anger, 1973; Malott & Cumming, 1964; Lattal & Ziegler, 1982; Tanno & Silberberg, 2015).

Reforzamiento Diferencial de Tiempos Entre Respuestas

Un programa de RDTER consiste en hacer contingente la entrega del reforzador a la ejecución de una respuesta determinada que se generó después de que ha pasado un lapso definido de tiempo desde la respuesta anterior (Anger, 1956; Zeiler, 1977). Mechner et al. (1963), por ejemplo, utilizaron un procedimiento en el que el intervalo de tiempo era iniciado por una respuesta adicional en un operando distinto al asociado con el reforzador: la respuesta en el operando A (R^A) inició el intervalo de tiempo (T). La respuesta en el operando B (R^B) correspondió a la clase de respuestas que se reforzaron después de que termina T. Usar una R^A permitió separar la pausa post-reforzamiento de la pausa de intervalo fijo. Además, después de la emisión de la R^A se encendió una luz que se apagó al entregar el reforzador.

De dicha propuesta derivaron estudios donde se utilizaron programas de reforzamiento tándem IF 1 IV, donde el intervalo del IV iniciaba al momento de realizar la respuesta del IF. Los valores del IV variaron según las consideraciones de los experimentadores, con el fin de analizar el control que ejerce la presencia

de una respuesta que inicia el intervalo de tiempo a esperar para ejecutar la respuesta que da acceso al reforzador (Neuringer & Chung, 1967; Shull, 1970). Los resultados reportados al utilizar una preparación de RDTER describen que, en condiciones estables, los TER emitidos por los sujetos tienen un valor promedio igual o menor al TER reforzado (Staddon, 1965; Cruz, 2010). Otro fenómeno descrito se relaciona a la generación de frecuencias bimodales: una llamada *burst* o ráfaga, los cuáles suelen ser TER cortos y la segunda frecuencia se distribuye en los TER cercanos al reforzador (Church, 2002).

En este trabajo de tesis, se optó por utilizar una preparación que midiera la estimación de TER por parte de los sujetos experimentales. Debido a que, en un programa de este tipo, el intervalo a discriminar se encuentra entre ejecuciones o respuestas, no entre reforzador y respuesta, como en uno de IV, por ejemplo. El arreglo propone que los sujetos, por medio de una respuesta, inicien un contador temporal que es detenido por una segunda respuesta. Añadiendo una contingencia de error (Sí $T < \text{TER programado}$ = reinicio del contador/ no Reforzador) como la única información disponible para los sujetos. Es decir, sin ningún E^D que indique que el contador se reinició, a diferencia de cómo se reporta en la literatura.

Cantidad: Programa de Número Fijo Consecutivo

Una de las representaciones más comunes en las que la información espacial se presenta es en forma de objetos, objetos que se mantienen en un campo viso-espacial concreto y que aportan características útiles en el medio natural (McCoy & Bell, 1991; Schneider, 1994; Kovalenko et al., 2012) como la

cantidad de predadores o presas en el entorno (Warfe & Barmuta, 2004), los cambios en la tasa de pago que un *patch* ofrece si hablamos de forrajeo (Denno & Roderick, 1991; Dunning et al., 1995; DeAngelis & Yurek, 2017) o para entender la jerarquía de ordenamiento dentro de un grupo social en específico (Chase, 1974; Hauser, 2000).

Es por ello que, dentro de la psicología experimental se generó un área de investigación conocida como capacidad o competencia numérica. Tiene como base teórica postulados que apoyan la capacidad de los animales para discriminar estímulos presentes en el ambiente donde se desarrollan con base en las características cuantitativas de estos (Davis & Pérusse, 1988; Campusano y Pérez, 2004). Su desarrollo se centró en preguntas relacionadas a la similitud entre animales humanos y no humanos para contar (Davis & Memmott, 1982). Posteriormente se enfocó en la competencia numérica relacionada a la interacción de diversos sistemas compartidos entre especies y a diferentes grados, con la excepción del lenguaje usado por los humanos en particular (Shettleworth, 2010).

Sus orígenes pueden situarse a mediados del siglo pasado, cuando se formuló un paradigma bastante convincente para medir la manera en que las ratas se enfrentaban a un arreglo de cantidad; en ese caso específico, de respuestas. La preparación, propuesta por Mechner (1958a), consistió en llevar a cabo una secuencia mínima de respuestas en un operando A (carrera de respuesta) pero para obtener el reforzador, el sujeto debía ejecutar una última respuesta en el operando B. Si en determinado momento el sujeto ejecutaba una respuesta en el operando B sin haber cumplido con la cantidad mínima establecida en el operando

A, el contador se reiniciaba a cero y debía empezar de nuevo la ejecución en el primer operando (A) (Mechner, 1958a; Espinosa, 2006).

En los resultados derivados del uso de este procedimiento se reporta un gradiente de generalización con una distribución casi normal de longitudes de carrera de respuesta, pues la contingencia de error programada provoca que los sujetos respondan con una cantidad a veces mayor y en otra menor, con una diferencia pequeña al valor programado (Espinosa, 2006). Dicha preparación fue adaptada por Hurwitz en 1962 quien reemplazó el segundo operando con el ingreso a la zona del comedero, conducta que registró por medio de una fotocelda (Campusano & Pérez, 2004). Los datos obtenidos en estos y otros procedimientos de estimación de cantidad muestran la presencia de un patrón conductual similar a la hora de discriminar la distancia numérica entre dos elementos (Gutiérrez, 2015).

Algunas posiciones argumentativas planteaban que una explicación de estimación temporal era más parsimoniosa que la relacionada a una discriminación de cantidades (Dehaene, 1997). Mechner y Guevrekian llevaron a cabo un estudio para refutar dicha explicación temporal por medio de un control que consistía en variar el grado de privación: cuando las ratas estaban más hambrientas presionaban las palancas con una velocidad mayor. A pesar de ello, no se reportó un efecto en la cantidad de veces que presionaron la palanca (Mechner & Guevrekian, 1962).

Aún con las explicaciones alternativas que los resultados puedan tener, la preparación de NFC es un referente dentro del análisis experimental de la conducta, específicamente dentro de ramas relacionadas a la capacidad de

discriminación cuantitativa (para una revisión más exhaustiva ver Mechner, 1958b; Platt y Johnson, 1971; Blackman & Scruton, 1973; Brannon et al., 2001; Machado y Rodrigues, 2007; Light et al., 2019), así como en preparaciones en las que inducen ciertos estados físicos en ratas usando sustancias como cafeína (Mechner & Latranyi, 1963), opioides (Bronson & Moerschbaeher, 1986) para posteriormente medir su desempeño frente a la tarea (Snodgrass et al., 1997).

Planteamiento del Problema

En la literatura revisada hasta el momento relacionada al estudio de la percepción y discriminación de tiempo y cantidades, así como en el marco general del análisis experimental de la conducta, el enfoque general gira en torno a que el comportamiento de los sujetos experimentales depende de la presentación ordenada de estímulos. Estos estímulos otorgan la información necesaria para que el comportamiento se ordene conforme al diseño experimental y este último busca ser un homólogo (dentro de las limitaciones posibles) de una situación natural. Como se ha puntuado, un resultado concordante con dicho arreglo es posible gracias a la capacidad de procesamiento, por parte del organismo, de características específicas presentes en su ambiente (o en el caso del laboratorio, del lugar en donde se llevan a cabo los experimentos).

Precisamente, el interés del presente trabajo surge de dicha premisa: los organismos aprenden qué, cómo, cuándo y dónde actuar para obtener una recompensa o un resultado favorable para ellos. De manera particular, en situaciones donde la dimensión a discriminar y de la cual extraer información es de carácter temporal o de cantidad. Asimismo, los ajustes conductuales por parte de

los sujetos experimentales al aumento de la cantidad mínima a discriminar, ya sea de respuestas (u objetos) o de tiempo entre ellas se han analizado de diversas maneras.

Sin embargo, se tiene poca o nula información acerca del resultado derivado de disminuir el criterio una vez aumentado. Esto debido, probablemente, a que la perspectiva con la que se han estudiado ambos fenómenos se ha mantenido al margen del proceso en sí; los mecanismos físicos y psicológicos involucrados, el debate alrededor de la información que parece (o no) relevante para el organismo al momento de enfrentarse a las contingencias programadas entre muchos otros tópicos. Es entonces cuando, la vertiente enfocada a la utilización de la información como un dato de importancia reproductiva, económica o social queda en segundo plano o totalmente fuera de la discusión en turno.

Pero, al dirigir la mirada a una perspectiva de costo/beneficio, por ejemplo, los sujetos podrían ajustar la cantidad de respuestas o el intervalo de tiempo a un nuevo valor establecido, justamente menor al anterior, para obtener la mayor cantidad posible de beneficios (reforzadores) como resultado de una inversión energética mínimamente requerida. El argumento gira en torno a que, al disminuir el requerimiento, el animal no obtendría una menor cantidad de reforzadores si sigue realizando el patrón que mantenía hasta antes de la modificación. Pero sí representaría un mayor gasto de energía, pues serían más respuestas (o segundos) invertidas que las necesarias.

Tomando como punto de partida las observaciones anteriores, el objetivo del presente trabajo fue analizar la distribución de respuestas realizadas por ratas

ante contingencias programadas de discriminación temporal y de cantidad, haciendo uso de las dos preparaciones antes mencionadas, RDTER y NFC. En el caso de la preparación de RDTER el objetivo particular fue analizar la distribución de los tiempos entre respuestas ante la variación del tiempo mínimo programado. Por su parte, para la preparación de NFC el objetivo fue analizar la distribución de la carrera de respuesta ante la variación del valor del NFC programado.

Método

Sujetos

Ocho ratas de la cepa wistar experimentalmente ingenuas y de aproximadamente 3 meses de edad al inicio del experimento, distribuidas en dos grupos experimentales, uno para cada preparación, de cuatro ratas cada uno. Todos los sujetos se mantuvieron al 80% de su peso *ad libitum* con acceso libre a agua.

Materiales

Dos cámaras operantes de la marca MED Associates Inc. ®, cada una colocada dentro de una caja sono-amortiguadora. Las sesiones experimentales se controlaron y registraron a través de una interfaz del mismo fabricante conectada a una computadora. El panel posterior y frontal de cada cámara son de acero inoxidable, el techo y las paredes laterales están fabricadas en acrílico transparente. El piso se compone de barras cilíndricas de acero. En el panel frontal se encuentran dos palancas horizontales de 5 cm de largo x 1.5 cm de alto y dos focos de 28 v. colocados sobre cada palanca. El comedero está colocado en

medio de las palancas, el cual es una abertura cúbica de 4 cm por lado, con un orificio en la parte inferior dentro de la cual sube una copa controlada por un brazo mecánico que se activó dependiendo del programa de reforzamiento. Por último, en la parte superior de la pared posterior está colocado un foco de 28 v. que fungirá como luz general. Como reforzador se utilizó el acceso por 3 segundos a 0.1 ml de una mezcla compuesta por una parte de leche condensada por cinco partes de leche entera ultra pasteurizada.

Procedimiento

Experimento 1

Moldeamiento. Los sujetos fueron expuestos a un programa en el que, por un intervalo fijo de tiempo –iniciado en 30 segundos y aumentando sucesivamente–, se tuvo acceso al reforzador por 3 segundos. Adicionalmente, tuvieron la posibilidad de acceder al reforzador por cada presión que emitieron sobre cualquier palanca. Se llevaron a cabo por un total de cinco sesiones con una duración de 30 minutos cada una.

Preentrenamiento. El preentrenamiento consistió en dos bloques de cinco sesiones donde el reforzador se entregó siempre que el sujeto emitió dos respuestas, cada una sobre una palanca diferente. Dependiendo del arreglo, las respuestas reforzadas fueron izquierda-derecha (ID) o derecha-izquierda (DI). Seguido de la ejecución de la secuencia establecida, el reforzador estuvo disponible durante la presentación de un *blackout* de 3 segundos durante el cual

todas las luces de la cámara se apagaron. De manera simultánea, se presentó un tono con una duración de 1 segundo.

Entrenamiento (Número Fijo Consecutivo 1). En la fase de entrenamiento, así como en las fases experimentales se llevó a cabo una réplica del trabajo de Mechner (1958a), condicionando la entrega del reforzador a la ejecución de un mínimo de respuestas en la palanca A seguidas de una respuesta adicional en la palanca B. El número mínimo establecido en esta fase en particular fue 1, por lo que los sujetos realizaron como mínimo una respuesta en el operando A (Izquierda o Derecha según el grupo al que pertenezca) acompañada de la respuesta adicional en el operando B. Una vez cumplido el criterio, tuvieron acceso al reforzador.

Fases Experimentales. En la primera fase experimental, el número mínimo de respuestas a ejecutar en el operando A aumentó a 3, por lo que el reforzador estuvo disponible siempre y cuando los sujetos realizaran un mínimo de 3 respuestas en el operando A seguidas de una única respuesta en el operando B (NFC 3). A partir de esta fase, si el animal ejecutaba la respuesta en el operando B sin haber realizado el mínimo establecido de respuestas en el operando A, tenía que repetir la secuencia desde el principio. La lógica fue la misma para las fases experimentales siguientes, la única diferencia fue el número mínimo de respuestas a llevar a cabo en el operando A, cantidades que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Diseño experimental correspondiente a la preparación de NFC

Sujeto		Fases Experimentales				
ID	M6					NFC 3 (2) 20 sesiones
	M7	NFC 3 45 sesiones	NFC 6 45 sesiones	NFC 9 45 sesiones	NFC 6 (2) 20 sesiones	NFC 9 (2) 20 sesiones
DI	M8					NFC 9 (2) 20 sesiones
	M9					NFC 3 (2) 20 sesiones

Experimento 2

Moldeamiento. Los sujetos fueron expuestos a un programa en el que, por un intervalo fijo de tiempo –iniciado en 30 segundos y aumentando sucesivamente–, se tuvo acceso al reforzador por 3 segundos. Adicionalmente, tuvieron la posibilidad de acceder al reforzador por cada presión que emitieron sobre cualquier palanca. Se llevaron a cabo por un total de cinco sesiones con una duración de 30 minutos cada una.

Preentrenamiento. El preentrenamiento consistió en dos bloques de diez sesiones. El primero se trató de un arreglo similar al utilizado en el moldeamiento con la excepción de que el reforzador sólo estuvo disponible una vez que los sujetos realizaron una respuesta, en este caso solamente sobre la palanca designada conforme al diseño (I o D según fue el caso) –sin la entrega programada dentro de un intervalo fijo–. En el segundo bloque, el animal debió ejecutar dos respuestas en el operando correspondiente (I o D) para tener acceso al reforzador (programa de Razón Fija 2).

Entrenamiento (Intervalo Fijo y RDTER 2). En el entrenamiento se programaron tres bloques de 15 sesiones cada uno, en los que los sujetos fueron expuestos a un programa de Intervalo Variable, en el cuál tuvieron acceso al reforzador cuando los sujetos dieron la primera respuesta después de que transcurrió una determinada cantidad de tiempo variable. La diferencia entre los bloques fue el valor del intervalo variable, que pasó de 10 a 20 y 40 segundos respectivamente. Después se realizó una primera prueba de Reforzamiento Diferencial de Tiempos Entre Respuestas de 2 segundos (RDTER 2).

El arreglo experimental de RDTER 2 consistió en lo siguiente: el sujeto debía ejecutar una primera respuesta en el operando asignado según el diseño (I o D) la cual iniciaba un contador de tiempo. Una vez que transcurría el intervalo mínimo de tiempo requerido, en este caso 2 segundos, debía realizar una segunda respuesta para tener acceso a los 3 segundos de reforzador. Si el tiempo transcurrido entre la primera respuesta y la segunda era menor al requerido, el animal debía iniciar de nuevo.

Fases Experimentales. En las fases experimentales el arreglo fue similar al utilizado en RDTER 2, la diferencia se concentró en el intervalo mínimo requerido que los sujetos tuvieron que esperar antes de ejecutar la segunda respuesta. Dichos valores se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Diseño experimental para la preparación de RDTER

Sujeto		Fases Experimentales				
I	M11					TER 3 (2) 20 sesiones
	M12	TER 3 45 sesiones	TER 6 45 sesiones	TER 9 45 sesiones	TER 6 (2) 45 sesiones	TER 9 (2) 20 sesiones
D	M13					TER 9 (2) 20 sesiones
	M14					TER 3 (2) 20 sesiones

Resultados

Experimento 1

Los resultados del experimento de Número Fijo Consecutivo se muestran en la figura 1. En ella, se agrupan las gráficas correspondientes a la frecuencia de respuesta emitida en cada una de las fases experimentales a las que fueron expuestos los cuatro sujetos. De izquierda a derecha se ordenan conforme se programaron los cambios a lo largo del tiempo. Cada distribución es el resultado de promediar los últimos cinco sesiones de cada fase.

En el eje de las abscisas se presenta un rango de cantidades de respuesta posibles a realizar que va de una (1) a quince o más (15>), conocido también como carrera de respuesta. En el eje de las ordenadas se presenta la frecuencia con la que los animales ejecutaron dicho número de respuestas. Por ejemplo, en las gráficas correspondientes a la ejecución del sujeto M6 (figura 1, primera fila de derecha a izquierda) se observa que la cantidad de respuestas emitida en el operando A se aproximó a la programada en cada fase; así, si el valor mínimo

programado (VMP) fue 3 (fase 1) el sujeto respondió en un rango de 3-4 veces. En cuanto el VMP incrementó a 6 (fase 2) el sujeto ejecutó de 5-6 respuestas con mayor frecuencia y así sucesivamente.

Al llegar a la cuarta fase (NFC 6 (2)) se observa una re-determinación de la carrera de respuesta; puesto que, al disminuir el VMP (de 9 a 6 respuestas) a realizar en el operando A o “de carrera”, el sujeto realizó con mayor frecuencia un rango de 6-8 respuestas en lugar de las 9-11 respuestas que realizó en la condición anterior. De la misma manera, al disminuir aún más el VMP -de 6 a 3 respuestas- en la quinta fase (NFC 3 (2)) la cantidad de respuestas emitidas paso de un rango de 6-8 a un rango de 3-5 respuestas con mayor frecuencia en promedio. Este patrón se presenta de igual manera en las gráficas correspondientes a la ejecución del sujeto M9 (figura 1, segunda fila de derecha a izquierda), el cuál enfrentó el mismo orden de contingencias.

En cuanto a los sujetos M7 y M8 podemos observar en la figura 1 (tercer y cuarta fila de derecha a izquierda) que su patrón conductual a lo largo del experimento mantuvo una distribución similar a los sujetos M6 y M9. Al enfrentarse a la primera disminución del valor mínimo programado (VMP) en la cuarta fase (NFC 6 (2)), su patrón se ajustó a lo requerido: pasaron de ejecutar un número de respuestas en un rango de 8-11 a realizar 5-7 respuestas con mayor frecuencia, ajustándose al VMP en ese momento.

La última fase para estos dos sujetos en particular consistió en aumentar de nuevo cuenta el VMP en comparación con la fase anterior (de 6 a 9 respuestas) lo cual provocó que la longitud de la carrera de respuesta pasara de un rango de 5-7

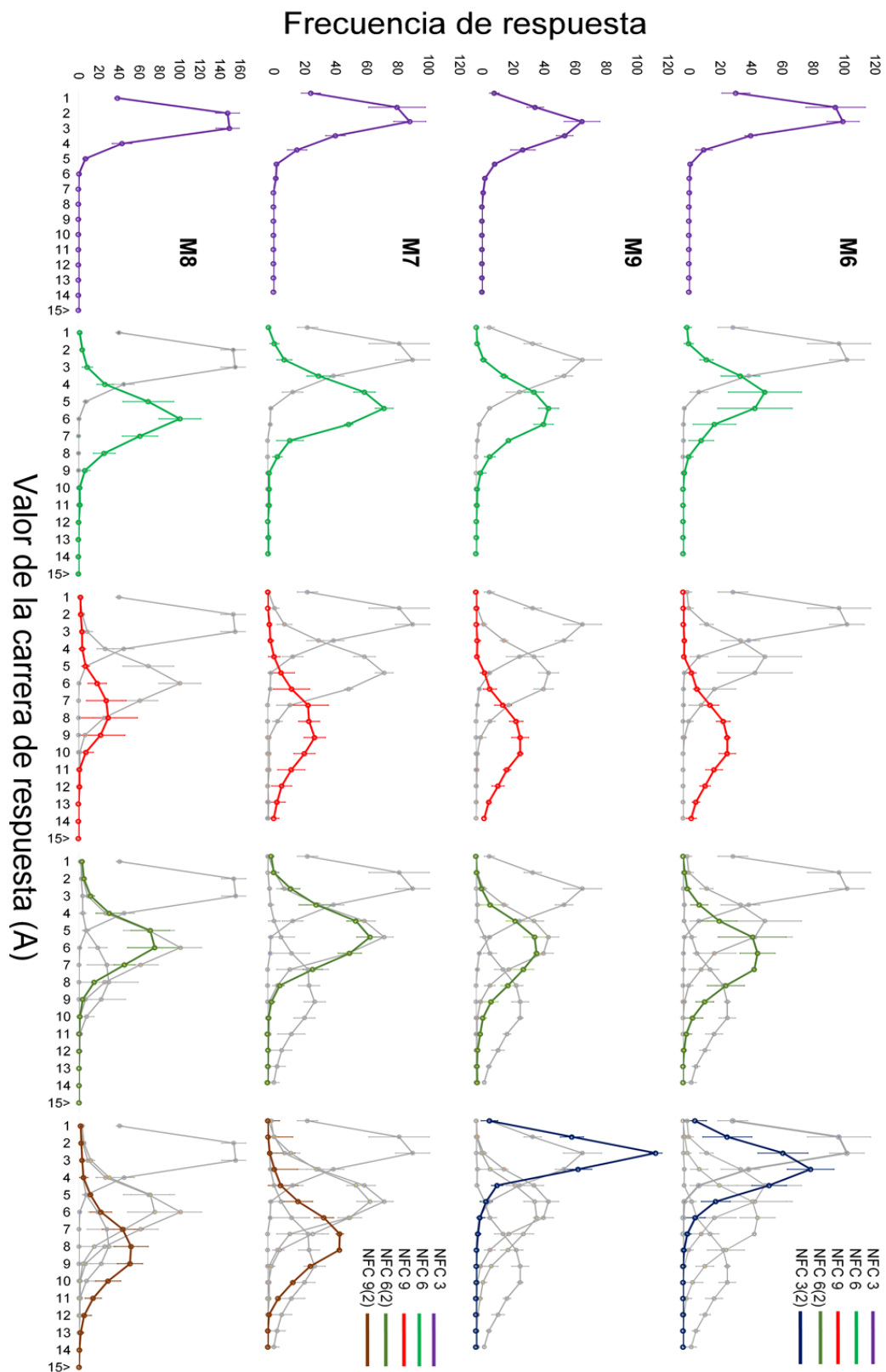


Figura 1. Gráficas de frecuencias de respuesta de los sujetos M6 a M9. De izquierda a derecha: cada columna representa los resultados obtenidos por sujeto experimental para la preparación de Número Fijo Consecutivo (NFC). Cada gráfica, de arriba a abajo representa la ejecución realizada desde la primera a la última fase. La línea resaltada en color representa la distribución de respuestas ejecutada para esa fase en particular. Las líneas grises detrás son una representación de las distribuciones anteriores. Esto con el objetivo de tener una idea de la redistribución de la carrera de respuesta a lo largo del tiempo durante el experimento.

-a uno de 7-10 respuestas con mayor frecuencia, por lo que la flexibilidad del ajuste puede observarse en aumentos y disminuciones del criterio.

Experimento 2

Los resultados del experimento de Reforzamiento Diferencial de Tiempos Entre Respuestas se muestran en la figura 2. En ella, se agrupan las gráficas correspondientes a la frecuencia de tiempos entre respuestas (TER) registrados a lo largo de las fases experimentales para los cuatro sujetos. De izquierda a derecha (de arriba abajo) se ordenan conforme se programaron los cambios a lo largo del experimento. Cada distribución es el resultado de promediar los últimos cinco sesiones de cada fase. En los cuatro casos se presenta una frecuencia bimodal: la denominada *burst* (menor a 1 segundo) y aquella que se distribuye alrededor del valor mínimo programado (VMP).

En el eje de las abscisas se presenta el rango de TER que va de (1) segundo a quince o más (15>). En el eje de las ordenadas se presenta la frecuencia con la que los animales esperaron esa cantidad de tiempo entre la primer y la segunda respuesta. Por ejemplo, para los sujetos M11 y M14 (Figura 2, primer y segunda fila de izquierda a derecha) el primer TER reforzado fue de 3 segundos, para el cual los sujetos dejaron pasar de 3 a 4 segundos entre la primer y segunda respuesta con mayor frecuencia. Para las fases siguientes siguieron un patrón similar; si el valor fue de 6 segundos (fase 2), dejaron transcurrir de 5-7; en la tercera fase se establecieron 9 segundos, en la cual dejaron pasar de 7-9 segundos entre la primera respuesta y la segunda respectivamente.

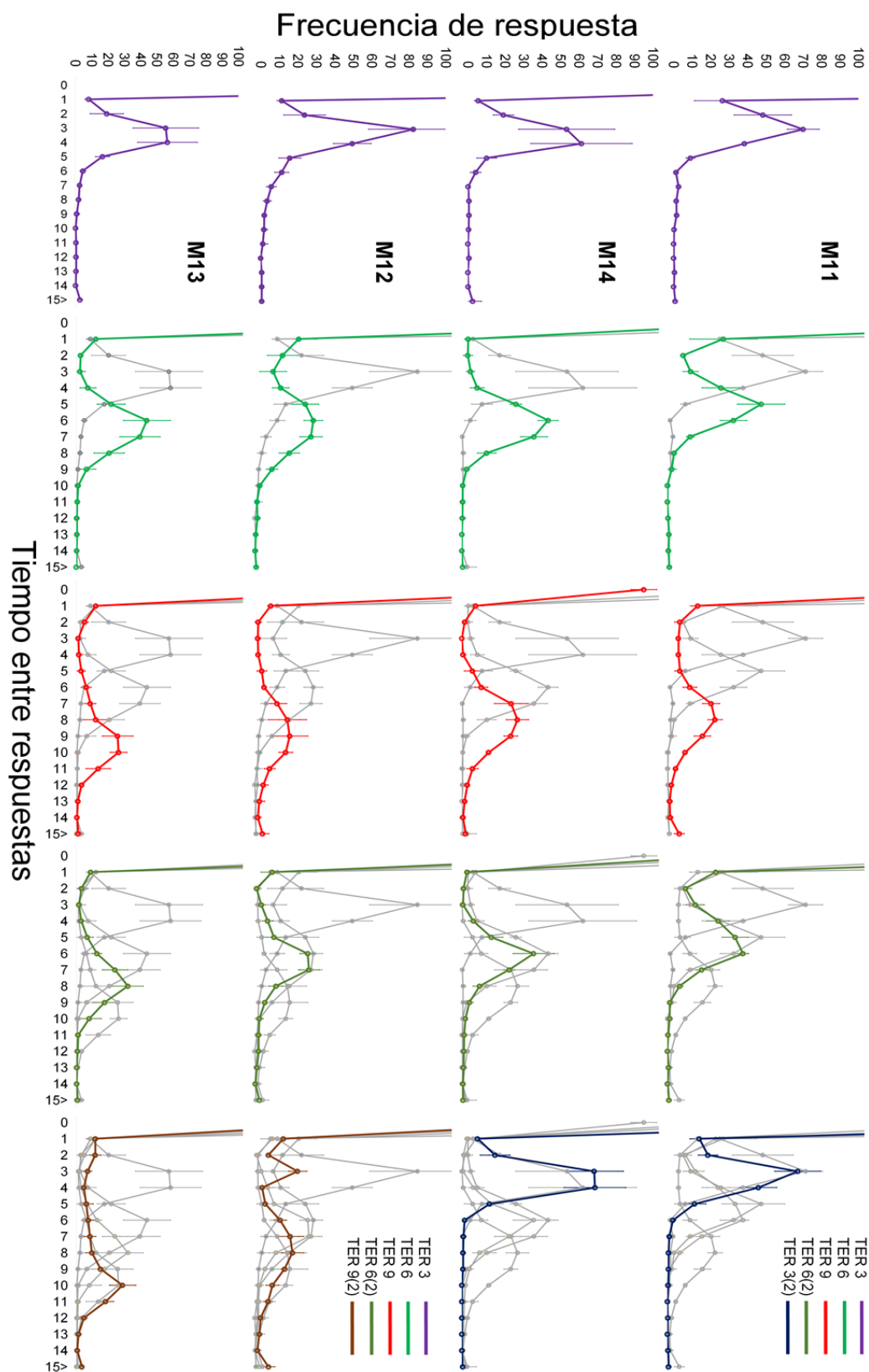


Figura 2. Gráficas de frecuencias de respuesta de los sujetos M11 a M14. De izquierda a derecha: cada columna representa los resultados obtenidos por sujeto experimental para la preparación de Reforzamiento Diferencial de Tiempos Entre Respuestas (RDTER).

Cada gráfica, de arriba a abajo representa la ejecución realizada desde la primera a la última fase. La línea resaltada en color representa la distribución de segundos entre respuestas para esa fase en particular. Las líneas grises detrás son una representación de las distribuciones anteriores. Esto con el objetivo de tener una idea de la redistribución segundos entre respuestas a lo largo del tiempo durante el experimento.

Al llegar a la cuarta fase, se observa que el patrón conductual se ajustó a la disminución del VMP, pues el valor pasó de los 9 segundos a un mínimo de 6 segundos entre respuestas. Ambos sujetos disminuyeron el intervalo de tiempo entre respuestas (TER) a 5-7 segundos. Para la última fase (TER 3 (2)) el VMP disminuyó de nuevo, de 6 a 3 segundos y de igual manera, ambos sujetos disminuyeron el TER a un rango de 3-4 segundos.

Los resultados de los sujetos M12 y M13 (figura 2, tercera y cuarta fila de izquierda a derecha) presentan distribuciones similares. Si el VMP aumentaba, el TER entre la primera respuesta y la segunda aumentaba conforme al arreglo experimental. Al enfrentarse a la cuarta fase (TER 6 (2)), en la cual el VMP disminuye, el TER disminuyó a un rango de 6-8 segundos, en comparación al rango de 7-9 segundos registrado en la fase tres. Para la quinta fase (TER 9 (2)) de igual forma, el patrón conductual se ajustó, pues el TER aumentó a un rango de 8-11 segundos, ajustándose al VMP.

Relación costo/beneficio: densidad de reforzamiento

En cada experimento, sin importar el aumento o disminución de la cantidad de respuestas o el valor del intervalo, las curvas de frecuencia presentan similitudes muy particulares, incluso si se comparan entre experimentos. Como se describió anteriormente, los valores con frecuencias más altas en cada fase no son muy diferentes al valor mínimo programado (VMP), sin importar si el sujeto se enfrenta a discriminación de tiempo o cantidad. Al observar las distribuciones se planteó que es posible que los sujetos comparen el costo/beneficio de realizar un valor u otro.

Para ejemplificar el punto, se tomaron los datos obtenidos en las dos últimas fases experimentales del sujeto M9. Se muestran en la figura 3. Las curvas de frecuencia obtenidas en promedio por fase muestran una zona de interacción si se comparan. Algunos de los valores ejecutados con frecuencia en NFC 6 (2), como 4 y 5 –que forman parte de la zona de no reforzamiento– son parte del rango de reforzamiento de NFC 3 (2). Asimismo, a pesar de que los valores mayores a 6 son parte de la zona de reforzamiento en ambas condiciones, la frecuencia de respuesta a partir de 9 respuestas disminuye considerablemente hasta llegar a cero en el caso de NFC 6 (2) y a partir de 5 respuestas es prácticamente cero, en el caso de NFC 3 (2).

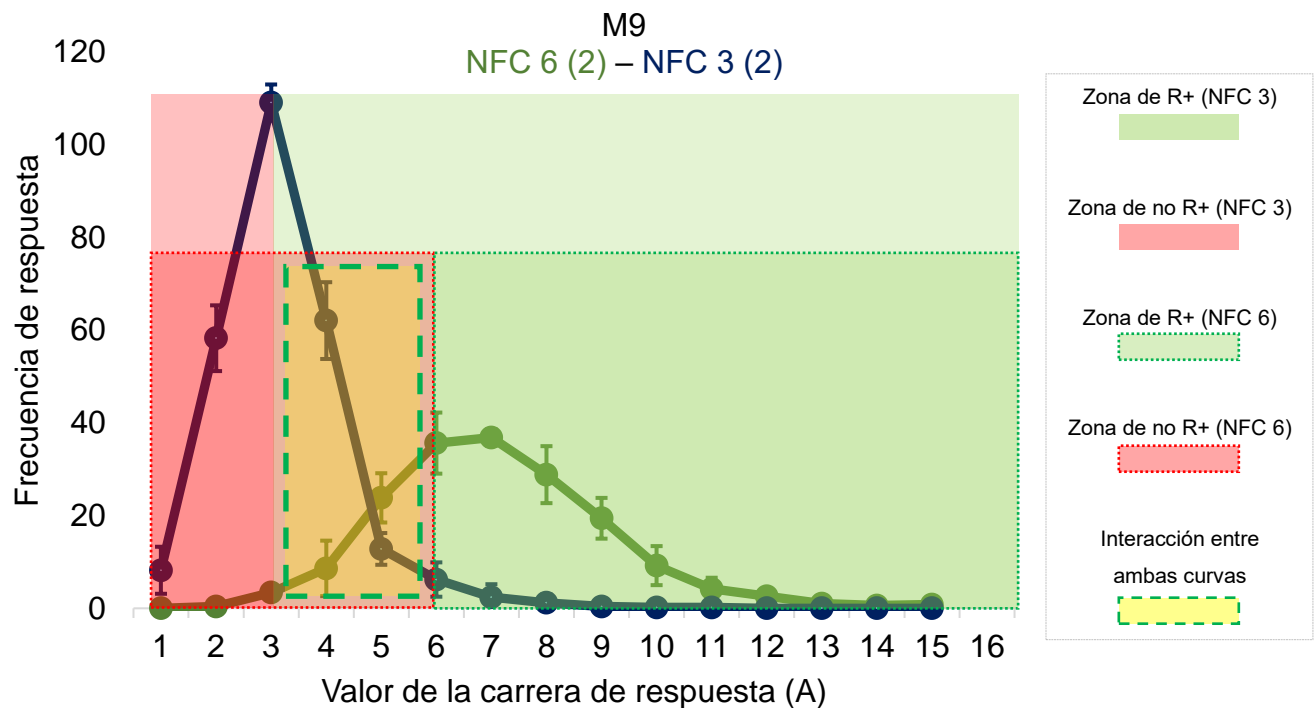


Figura 3. Representación gráfica de las zonas de no reforzamiento (rojo) y reforzamiento (verde) en una gráfica correspondiente a la curva de frecuencia de respuesta para un sujeto del grupo de NFC.

La idea de considerar la posibilidad de que los organismos sopesan de manera muy puntual la relación de costo/beneficio surgió de dicha particularidad: ahora, el realizar/esperar menos respuestas/tiempo (menor costo) otorga la misma cantidad de reforzadores (mismo beneficio) que la que se obtenía al ejecutar un valor mayor en la fase anterior. Es por ello, que se llevó a cabo un análisis que permitiera tener una idea más clara acerca del fenómeno.

Para calcular la relación costo/beneficio se tomaron (al igual que con las gráficas de las figuras 1 y 2) los datos de los últimos cinco días de cada fase experimental por sujeto, con el fin de poder obtener un promedio. Se capturó la frecuencia con la que cada valor (del 1 al 15 o más (15>) en el caso de NFC y del 0 al 15 o más (15>) en el caso de RDTER) fue ejecutado en cada sesión. Por ejemplo, en los datos del experimento de NFC, si la frecuencia de respuestas para el valor “3” es 20, significa que el sujeto realizó 3 respuestas en el operando A antes de cambiar al B, 20 veces en promedio. Para el experimento de RDTER significaría que el sujeto dejó pasar 3 segundos entre la primera y segunda respuestas realizadas después del último reforzador 20 veces en promedio.

Tabla 3. Razones de respuestas/reforzador para los sujetos M6 y M9.

Sujeto		NFC 3	NFC 6	NFC 9	NFC 6 (2)	NFC 3 (2)
M6	Total	5:1	12:1	13:1	9:1	5:1
	Reforzados	3:1	7:1	11:1	8:1	4:1
M9	Total	4:1	9:1	15:1	9:1	4:1
	Reforzados	4:1	7:1	10:1	8:1	4:1

Tabla 4. Razones de respuestas/reforzador para los sujetos M7 y M8.

Sujeto		NFC 3	NFC 6	NFC 9	NFC 6 (2)	NFC 9 (2)
M7	Total	5:1	10:1	14:1	10:1	18:1
	Reforzados	4:1	7:1	11:1	7:1	10:1
M8	Total	5:1	9:1	29:1	10:1	19:1
	Reforzados	3:1	7:1	10:1	7:1	10:1

Ahora, dependiendo de la fase experimental, se puede separar a las frecuencias capturadas en dos grupos, las que no fueron reforzadas y las que sí lo fueron. Las no reforzadas son las menores al valor mínimo programado (VMP), mientras que las que llevaron a la recompensa son las que van desde ese número mínimo en adelante. Al sumar las frecuencias de ocurrencia de los valores pertenecientes al grupo de las que fueron reforzadas, se obtuvo un dato importante: la cantidad de reforzadores ganados en promedio por fase experimental (frecuencia de valores reforzados).

Por ejemplo, si en la fase TER 6 la suma de la frecuencia de 6 a 15> es igual a 106, quiere decir que el sujeto se llevó 106 reforzadores en promedio durante esa fase. Este dato significaría el beneficio recibido. Para obtener el costo, fue necesario multiplicar el valor de la frecuencia por el valor ejecutado/esperado. Si la frecuencia del valor “7” en la fase anteriormente mencionada fue 102, el total de segundos en promedio para “7” fue 714.

Una vez calculado el costo (frecuencia*valor) y el beneficio (suma de la frecuencia de los valores reforzados) para cada uno de los ocho sujetos, se realizó una última operación para obtener un par de cálculos que permitieron saber

cuánta energía fue gastada por cada reforzador; así como tener noción de qué parte de ese total llevó a la recompensa y qué parte no. Fue así como se obtuvieron dos razones: la primera, el total de respuestas/segundos por cada reforzador y la segunda tomando en cuenta únicamente la cantidad de respuestas/segundos que recibieron beneficio. La razón de las respuestas o segundos no reforzados no se calculó dado que no se obtuvo un beneficio por ello –el total de reforzadores es cero-.

El valor obtenido para cada sujeto en cada fase experimental se agrupa en las tablas 3 a 6. Para que la relación entre las razones y las contingencias programadas se observe de manera más evidente, en las gráficas de las figuras 4 y 5 se compararon las respuestas/segundos por reforzador (N:1) en el eje de las ordenadas con el seguimiento en tiempo de cada una de las fases experimentales programadas en el eje de las abscisas. En ambos grupos de gráficas se muestran tres líneas que representan, en color rojo el total de respuestas/tiempo que el sujeto ejecutó/esperó por reforzador a lo largo de las seis sesiones; de color negro, la cantidad de ese total que fue reforzado y de color verde la cantidad programada por sesión experimental; es decir, el valor mínimo programado (VMP).

Tabla 5. Razones de segundos/reforzador para los sujetos M11 y M14.

Sujeto		TER 3	TER 6	TER 9	TER 6 (2)	TER 3 (2)
M11	Total	5:1	15:1	23:1	12:1	4:1
	Reforzados	4:1	7:1	11:1	7:1	4:1
M14	Total	4:1	9:1	20:1	8:1	4:1
	Reforzados	4:1	7:1	10:1	7:1	4:1

Tabla 6. Razones de segundos/reforzador para los sujetos M12 y M13.

Sujeto		TER 3	TER 6	TER 9	TER 6 (2)	TER 9 (2)
M12	Total	5:1	10:1	16:1	9:1	22:1
	Reforzados	4:1	7:1	11:1	8:1	11:1
M13	Total	5:1	8:1	14:1	9:1	15:1
	Reforzados	4:1	7:1	10:1	8:1	11:1

Por ejemplo, en el caso del sujeto M7 (figura 4, fila superior a la derecha) se observa que el total de respuestas realizadas por reforzador a lo largo de las fases experimentales es un poco más elevado que el programado. A pesar de ello, no se aleja tanto de lo esperado a diferencia de la última fase, en donde el costo fue considerablemente mayor (mayor cantidad de respuestas realizadas para obtener reforzamiento).

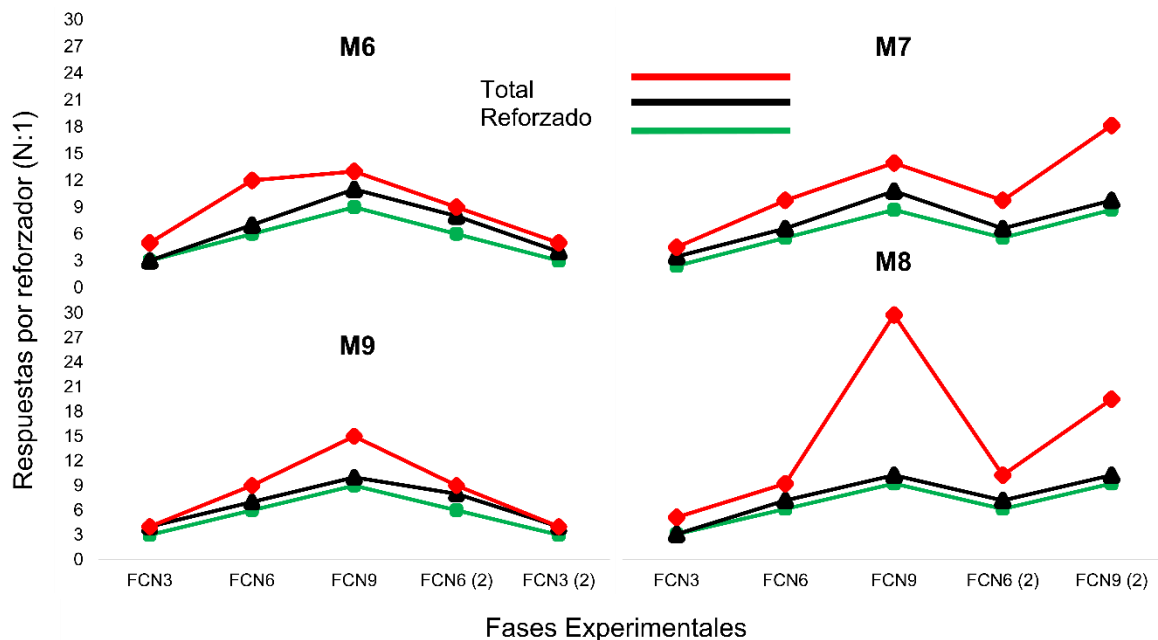


Figura 4. Representación gráfica de las razones respuestas/reforzador calculadas para los sujetos del experimento de NFC.

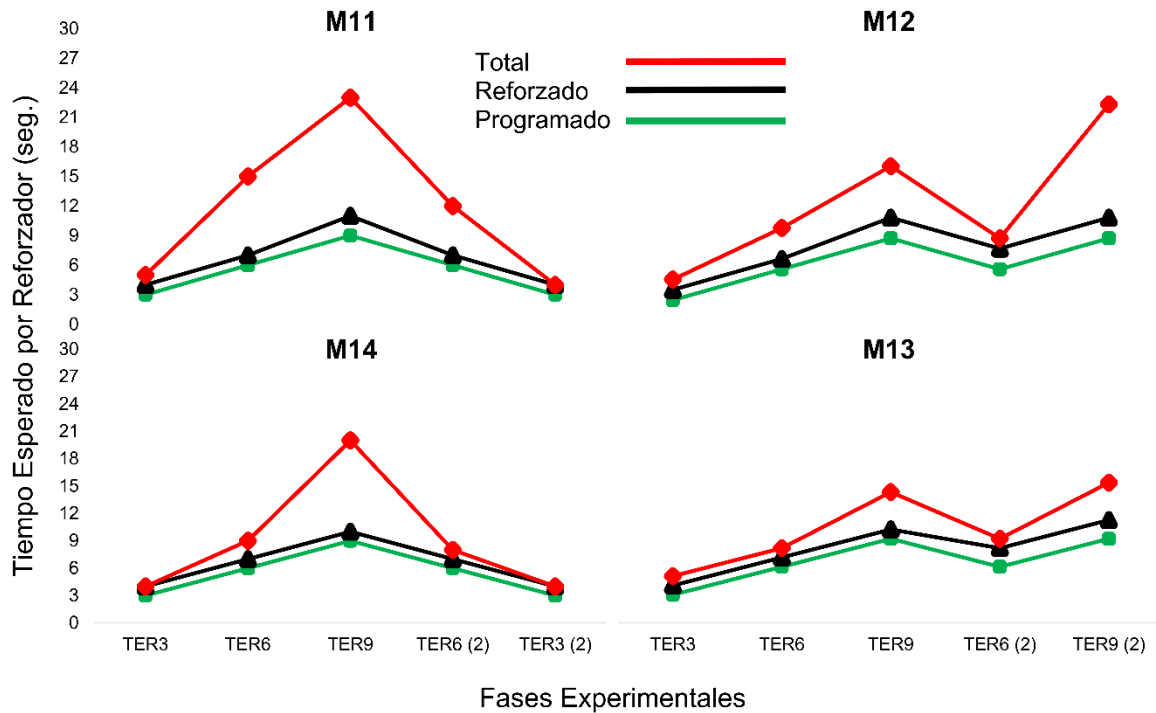


Figura 5. Representación gráfica de las razones segundo/reforzador calculadas para los sujetos del experimento de TER.

Discusión

El objetivo general de la presente tesis fue analizar la distribución de respuestas realizadas por ratas ante contingencias programadas de discriminación temporal y de cantidad, haciendo uso de las preparaciones de RDTER y NFC. Así mismo, ambas preparaciones tenían objetivos particulares: En el caso de la preparación de RDTER fue analizar la distribución de los tiempos entre respuestas ante la variación del tiempo mínimo programado. Para la preparación de NFC fue analizar la distribución de la carrera de respuesta ante la variación de la cantidad mínima de respuestas requerida.

Para ambos grupos de resultados, se llevó a cabo un análisis que permitiera entender la relación de la longitud de carrera de respuesta (NFC), o del intervalo de tiempo entre la primer y segunda respuesta (RDTER) con el valor mínimo programado (VMP) el cual hace referencia a la cantidad más pequeña de respuestas o tiempo entre respuestas (TER) necesario para obtener reforzador. El registro consistió en capturar a lo largo de las sesiones las respuestas emitidas por cada uno de los sujetos y dependiendo del arreglo al que fueron expuestos, considerar el número de respuestas o el intervalo temporal entre ellas y las veces que estos valores se repitieron. Se tomaron los datos de las últimas cinco sesiones de cada fase experimental y se calculó el promedio por cada valor; de 1 a 15 o más (15>).

Esto permitió que se realizaran las gráficas presentadas en los resultados, las cuáles muestran de manera condensada el desempeño de los 8 sujetos (figuras 1 y 2). A pesar de que son preparaciones distintas, si se comparan entre fases con los mismos valores, ya sea de RDTER o NFC, las distribuciones son muy similares. Los valores más cercanos (ya sean mayores o menores) al programado tienen una frecuencia de ocurrencia más alta que aquellos que se alejan de este, fenómeno reportado en trabajos como el de Espinosa (2006) o Machado y Rodrigues (2007). En particular, en las gráficas de los sujetos del experimento de RDTER (figura 2) también se observa la distribución bimodal, compuesta por los *burst* (intervalos menores a 1 segundo y mayores a 0 segundos) y por los valores que se distribuyen a lo largo de los intervalos cercanos al reforzado, como se reporta en la literatura (Anger, 1956; Cruz, 2010).

En cualquiera de los casos, los valores programados a lo largo de los experimentos aparecen entre aquellos con mayor frecuencia y en una parte importante de las gráficas son los que mayor frecuencia presentan en promedio, independientemente de que el valor necesario para conseguir reforzador aumente o disminuya. Esto permite corroborar que son variables que, al modificarse en valor, producen una modificación observable en el patrón conductual de los sujetos. Es decir, que son variables que controlaron la conducta de estos.

Es importante puntuar que ambos experimentos se estructuraron de forma similar, pues el reforzador se entregaba a los sujetos una vez que el requerimiento -ya fuese de respuestas o intervalos de tiempo- coincidiera con el VMP o fuese mayor que este. Aclarando que durante las sesiones no se presentó algún estímulo discriminativo (E^D) que indicara que el valor emitido era menor o mayor al solicitado; tampoco se presentó ningún E^D que otorgara información sobre el cambio de VMP. La única información proporcionada por el entorno (en este caso, por la cámara operante) fue el resultado: Si era menor al necesario, el contador (de respuestas o segundos transcurridos) se reiniciaba y si era igual o mayor, se entregaba reforzador.

El enfrentar una contingencia de error (Platt & Johnson, 1997) pareció contener la información necesaria para que los sujetos experimentales evaluaran las alternativas disponibles: realizar más o menos respuestas o dejar pasar un intervalo menor o mayor. Entonces, valdría la pena preguntarse qué papel jugó dicha contingencia de error al incrementar o disminuir el valor mínimo programado.

Por una parte, las distribuciones graficadas (figura 1 y 2) son representación de que la información recibida no estaba sujeta a una regla estricta; es decir, se disponía de un rango de valores que otorgaban acceso a la recompensa, por lo que la discriminación no fue exacta. No existía una razón para ello debido al rango que quedó abierto, un abanico de opciones. Esto podría explicar el por qué al cambiar los valores de una fase a otra la ejecución de los sujetos experimentales fue constante, fenómeno contrario a lo que puede observarse en procedimientos donde la contingencia vigente en una primera instancia no es reforzada en una segunda fase (extinción, por ejemplo).

El hecho de que únicamente se estableciera un límite inferior (menos que = no reforzador) y no uno superior (más que = reforzador) explicaría una parte importante del fenómeno observado. Al esperar un intervalo mayor o realizar más respuestas de las requeridas el resultado es la obtención del reforzador. Esto podría interpretarse como que los sujetos asociaron la recompensa con más de un valor: por lo tanto, el requerimiento para ser recompensado no es estático, cambiará en determinado momento.

Lo interesante viene cuando se analiza la transición de un valor mayor a uno menor. Como se mencionó con anterioridad, se estableció un límite inferior (menor que = no reforzador) por lo que los valores menores no conducen a un resultado reforzante. Además, reinician el contador por lo que hay que comenzar de nuevo la carrera de respuesta o la estimación del intervalo. Aún con ello, los valores menores cercanos al programado presentan una frecuencia alta.

Tomando en cuenta que la contingencia no ha sido exclusiva del valor programado, los valores menores pudieron ser consecuentes de la obtención de

leche azucarada en algún momento dentro del contexto en el que los sujetos se encontraron (la cámara operante) y por ello se mantienen presentes a lo largo de las sesiones. Así, cuando el valor requerido disminuye, la detección es posible. En algún punto, cambiar de un valor mayor a uno menor, permitiría tener información acerca de la disminución del intervalo o de la cantidad de respuestas a estimar.

Al darle un seguimiento temporal al recorrido de contingencias que los sujetos realizaron, no habría manera de corroborar que un valor menor a “3” (ya sean cantidad de segundos o respuestas) fue contingente con la entrega de leche azucarada; únicamente en las sesiones de entrenamiento donde se asoció el presionar la palanca con la obtención de reforzador (reforzamiento continuo o programa de Razón Fija 1). Pero, la seguridad del argumento es demasiado frágil e incluso carece de evidencia que lo respalde. Por otra parte, los análisis de densidad de reforzamiento podrían fungir como una posible explicación.

En resumen, los sujetos experimentales de ambas preparaciones se enfrentaron a cinco condiciones diferentes en las que aprendieron a relacionar la entrega de leche azucarada con un rango de posibles valores a estimar (de cantidad de respuestas o de tiempo entre ellas). Conforme avanzaron los experimentos, los valores aumentaron o disminuyeron según los arreglos específicos, pero siguieron optando por valores menores al VMP. Pareciera que su objetivo fue buscar el valor más pequeño de respuestas a realizar o segundos a esperar (no en todos los casos) que los llevara a la recompensa. Es decir, gastar lo menos posible para conseguir la mayor cantidad posible de energía.

Por ejemplo, en la tabla 3 están las razones de respuesta/reforzador de los sujetos M6 y M9, que fueron aquellos que enfrentaron disminuciones del MVP

únicamente (de NFC 9 a NFC 6 (2) y por último a NFC 3 (2)). Si se comparan los valores entre las fases con el mismo VMP como NFC 3 y NFC 3 (2) son idénticos; para NFC 6 y NFC 6 (2) hay diferencias como para el sujeto M6, que su primera razón total fue 12:1 (reforzados 7:1) y la segunda 9:1 (reforzados 8:1). El total de respuestas invertidas por reforzador entre ambas ocasiones enfrentando la contingencia de 6 respuestas como VMP disminuyó en 3.

Con relación a los sujetos del experimento de RDTER podemos usar los datos de la tabla 6, donde están las razones de segundos/reforzador para los sujetos M12 y M13, que a diferencia de los otros dos (M11 y M14) no pasaron por una doble disminución de VMP sino una disminución (TER 6 (2)) y por último, otro aumento (TER 9 (2)). Las razones de las fases con el mismo VMP en este caso son similares a las de los sujetos de NFC, pues entre TER 6 y TER 6 (2) del sujeto M12, por ejemplo, van de 10:1 (reforzados 7:1) y 9:1 (reforzados 8:1). La diferencia es de 1. Para TER 9 y TER 9 (2) va de 16:1 (reforzados 11:1) a 22:1 (reforzados 11:1). La diferencia entre ambas fases considerando sólo los valores totales es de 6.

Pero, entre el total de la segunda vez que se programó el VMP de 9 segundos y los reforzados es del doble, es decir: el sujeto M12 espero en total 22 segundos por reforzador y sólo 11 de esos segundos fueron reforzados. La mitad de las veces que esperó fueron menores al VMP, pues el total engloba esos 11 reforzados en promedio y los que fueron menores a 9. El sujeto esperaba frecuentemente menos de 9 segundos por si el VMP había cambiado y la espera pudiese disminuir.

Esto sucede con los sujetos particularmente mencionados, pero globalmente se notan diversos ajustes: el total de respuestas/segundos por reforzador fue ajustándose conforme el experimento avanzó, pues la experiencia con un rango de valores asociados al reforzador mantuvo un patrón enfocado en ensayo-error (contingencia de error de Platt & Johnson, 1997). La diferencia entre el total de respuestas/segundos y las respuestas/segundos reforzados disminuyó a lo largo de los experimentos (figuras 4 y 5) pues realizar ejecuciones que reiniciaran el contador de respuestas/segundos (menores al VMP) también significó un gasto de energía importante al representar la ausencia de leche azucarada. O, en otras palabras, energía gastada sin energía obtenida.

Como conclusión, es importante recalcar el terreno en el que este tipo de preparaciones y sus resultados se encuentran actualmente. A lo largo de la literatura publicada en análisis experimental de la conducta el debate acerca de si la habilidad de discriminación temporal o de cantidad es meramente humana o puede observarse en otras especies es extensa y se mantiene en constante progreso (Brannon & Roitman, 2003; Beran & Parrish, 2016). Dependiendo de la pregunta específica que los experimentadores se propongan, los trabajos adquieren características específicas (Nieder, 2005; Agrillo et al., 2012; Barbachano et al., 2017) Algunos utilizan procedimientos que han sido analizados por un gran número de autores, pero analizan los resultados bajo modelos teóricos distintos o por medio de interpretaciones minuciosas de lo obtenido, con el fin de corroborar supuestos o hipótesis comunes (Machado y Rodrigues, 2007; Beran & Parrish, 2016).

Este trabajo no es la excepción pues se utilizaron dos de las preparaciones más comunes en sus respectivas líneas con el objetivo de modificar parámetros sencillos y obtener los datos pertinentes con la consideración teórica, que no fue sino el confirmar la habilidad de ratas para discriminar entre valores temporales o de cantidad. Además de agregar la disminución del valor mínimo a estimar para tener una idea clara de la flexibilidad con la que puede re-distribuirse la frecuencia de ejecución/estimación.

Por último, una continuación que corrobore la importancia de los análisis llevados a cabo podría enfocarse en realizar preparaciones que ahonden en la relación que tiene el sopesar relaciones de costo/beneficio con la discriminación temporal o de cantidad. Analizar de manera más minuciosa los resultados podría corroborar la importancia del papel que el gasto y la obtención de energía adquiere para las ratas al enfrentarse a contingencias de este tipo.

También podría ampliarse el rango de cantidades a estimar, así como realizar experimentos donde no sólo se establezca un límite inferior, sino que la cantidad programada sea la única que conduzca al reforzador (como el trabajo realizado por Espinosa, 2006). Esto otorgaría más soporte a los resultados y a la importancia de la contingencia de error; si el hecho de que sea más estricta impide resultados que muestren tanta flexibilidad como los reportados o no afecta en absoluto el desempeño de los sujetos experimentales.

Referencias

- Agrillo, C., Piffer, L., Bisazza, A., & Butterworth, B. (2012). Evidence of two numerical systems that are similar in humans and guppies. *Plos One*, 7(2), e31923
- Álvarez, B., Loy, I., y Prados, J. (2017). Evolución y distribución del aprendizaje en el árbol filogenético. En: J. Nieto y R. Bernal-Gamboa, (Eds.), *Estudios contemporáneos en cognición comparada* (1^{ra} ed., 249-314). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Allday, J. (2019). *Space-time: An introduction to Einstein's theory of gravity*. Taylor & Francis Group.
- Andrews, K. (2015). *The Animal Mind: An Introduction to the Philosophy of Animal Cognition*. Routledge.
- Anger, D. (1956). The dependence of interresponse times upon the relative reinforcement of different interresponse times. *Journal of Experimental Psychology*, 52(3), 145-161.
- Anger, D. (1973). The effect upon simple animal behavior of different frequencies of reinforcement, part II: separate control of the reinforcement of different IRTs. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 20, 301-312.
- Barbachano, P., Penagos-Corzo, J., y Pérez-Acosta, A. (2017). Autodiscriminación condicional del día y la noche subjetiva en ratas Wistar y Sprague-Dawley. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 9(1), 34-43.

- Barker, L., & Katz, J. (2003). Animal Learning and animal cognition. In: S. Davis, (Ed.), *Handbook of Research Methods in Experimental Psychology* (1st ed., 241-262) Blackwell Publishing Ltd.
- Beran, M., & Parrish, A. (2016). Going for more: discrete and continuous quantity judgements by nonhuman animals. In: A. Henik, (ed.), *Continuous Issues in Numerical Cognition: How Many or How Much* (1st ed., 175-192) Elsevier Inc.
- Beran, M., Perdue, B., & Washburn, D. (2014). Comparative cognition: past, present and future. *International Journal of Comparative Psychology*, 27(1), 3-30.
- Blackman, D., & Scruton, P. (1973). Conditioned suppression of counting in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 19(1), 93-100.
- Brannon, E., Wusthoff, C., Gallistel, C., & Gibbon, J. (2001). Numerical subtraction in the pigeon: Evidence for a linear subjective number scale. *Psychological Science*, 12(3), 238-243.
- Brannon, E. M., & Roitman, J. D. (2003). Nonverbal representations of time and number in animals and human infants. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and neural mechanisms of interval timing* (1st ed., 143–182). CRC Press.
- Bronson, M., & Moerschbaecher, J. (1987). Effects of Mu, Kappa and Sigma opioids on fixed consecutive number responding in rats. *Pharmacology Biochemistry & Behavior*, 27, 733-743.

- Campusano, N., y Pérez, M. (2004). Análisis de variables tiempo y número en un programa de número fijo consecutivo (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Carroll, S. (2004). *Spacetime and geometry: An introduction to general relativity*. Pearson Education Inc.
- Chase, I. (1974). Models of hierarchy formation in animal societies. *Behavioral Science*, 19(6), 374-382.
- Church, R. (2002). Temporal Learning. In C. Gallistel, (Ed.), *Stevens's handbook of experimental psychology: Vol. 3, Learning, motivation and emotion* (365-394). Wiley.
- Cruz, R. (2010). RDTER y descubrimiento de reglas en estudiantes universitarios (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Davis, H., & Memmott, J. (1982). Counting Behavior in Animals: A Critical Evaluation. *Psychological Bulletin*, 92(3), 547-571.
- Davis, H., & Pérusse, R. (1988). Numerical competence in animals: definitional issues, current evidence, and a new research agenda. *Behavioral and Brain Sciences*, 11(4), 561-615
- DeAngelis, D., & Yurek, S. (2017). Spatially explicit modeling in ecology: a review. *Ecosystems*, 20, 284-300.

- DeCoursey, P. (2004). The behavioral ecology and evolution of biological timing systems. In: J. Dunlap, J. Loros, & P. DeCoursey, (Eds.), *Chronobiology: Biological timekeeping* (1st ed., 27-66). Sinauer Associates.
- Dehaene, S. (1997). *The Number Sense*. Oxford University Press, Inc.
- Denno, R., & Roderick, G. (1991). Influence of patch size, vegetation texture, and host plant architecture on the diversity, abundance, and life history styles of sap-feeding herbivores. In: S. Bell, E. McCoy & H. Mushinsky, (Eds.), *Habitat Structure: The Physical Arrangement of Objects in Space* (1st ed., 169-196). Chapman and Hall.
- Dewsbury, D. (2003). Comparative psychology. In: D. Freedheim & I. Weiner, (Eds.), *Handbook of Psychology: Volume 1, History of Psychology* (1st ed., 67-84). John Wiley & Sons, Inc.
- Dunning, J., Stewart, D., Danielson, B., Noon, B., Root, T., Lamberson, R., & Stevens, E. (1995). Spatially explicit population models: current forms and future uses. *Ecological Applications*, 5(1), 3-11.
- Espinosa, J. (2006). Discriminación numérica en palomas (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Ferster, C., & Skinner, B. (1957). *Schedules of reinforcement*. Appleton-Century-Crofts, Inc.
- Fetterman, J. (2006). Time and number: learning, psychophysics, stimulus control and retention. In: E. Wasserman & T. Zentall, (Eds.), *Comparative*

Cognition: Experimental Explorations of Animal Intelligence (1st ed., 285-304). Oxford University Press.

Gärling, T., & Colledge, R. (1993). Understanding behavior and environment: a joint challenge to psychology and geography. In: T. Gärling & R. Colledge, (Eds.), *Behavior and Environment: Psychological and Geographical Approaches* (1st ed., 1-15). Elsevier Science Publishers B.V.

Gallistel, C. (1990). *The organization of learning*. MIT Press.

Gibbon, J., Malapani, C., Dale, C., & Gallistel, C. (1997) Toward a neurobiology of temporal cognition: advances and challenges. *Current Opinion in Neurobiology*, 7(2), 170-184.

Giurfa, M., & Sandoz, J. (2012). Invertebrate learning and memory: fifty years of olfactory conditioning of the proboscis extension response in honeybees. *Learning and Memory*, 19, 54-66.

Goldbeter, A. (1997). *Biochemical oscillations and cellular rhythms: the molecular bases of periodic and chaotic behaviour*. Cambridge University Press.

González, R. (2005). Influencia de las algas en la densidad larval de *Anopheles albimanus* Wiedemann (díptera: culicidae) en un lago en la zona del canal de Panamá. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 6(2), 1-7.

Greenberg, G., Partridge, T., Weiss, M., & Pisula, W. (2003). Comparative psychology, a new perspective for the 21st century: up the spiral staircase. *Developmental Psychobiology*, 44(1), 1-15.

- Grossfield, J. (1971). Geographic distribution and light-dependent behavior in *Drosophila*. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 68(11), 2663-2673.
- Gutiérrez, L. (2015). El efecto de modificar el rango temporal-numérico en tareas de discriminación en niños de 5, 6, 7 y 8 años de edad (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Hauser, M. (2000). *Wild Minds: What Animals Really Think*. Holt.
- Heithaus, E., Fleming, T., & Opler, P. (1975). Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, 56(4), 841-854.
- Herczeg, G., Gonda, A., Saarakivi, J., & Merilä, J. (2006). Experimental support for the cost-benefit model of lizard thermoregulation. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 60, 405-414.
- Hickman, P., (1998). *Animal Senses: How animals see, hear, taste, smell and feel*. Kids Can Press.
- Holahan, C. (1978). *Environment and Behavior: A Dynamic Perspective*. Plenum Press.
- Kovalenko, K., Thomaz, S., & Warfe, D. (2012). Habitat complexity: approaches and future directions. *Hydrobiologia*, 685, 1-17.

- Kuch, D., & Platt, J. (1976). Reinforcement rate and interresponse time differentiation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 26(3), 471-486.
- Lattal, K., & Neef, N. (1996). Recent reinforcement-schedule research and applied behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 29(2), 213-230.
- Lattal, K., & Ziegler, D. (1982). Briefly delayed reinforcement: an interresponse time analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37(3), 407-416.
- Light, K., Cotten, B., Malekan, T., Dewill, S., Bailey, M., Gallistel, R., & Balsam, P. (2019). Evidence for a mixed timing and counting strategy in mice performing a Mechner counting task. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 13, 109.
- López, F. (2012). Aprendizaje y control temporal: adquisición y transferencia. En: P. Guilhardi, M. Menez, y F. López, (Eds.), *Tendencias en el estudio contemporáneo de la estimación temporal* (1^{ra} ed., 13-37). Universidad Autónoma de México.
- López, F., y Menez, M. (2009). Control temporal en programas de intervalo fijo: Efectos de historias de condicionamiento con programas de intervalo variable. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 35(2), 109-128.
- Machado, A., y Rodrigues, P. (2007). The differentiation of response numerosities in the pigeon. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 88(2), 153-178.

- Malott, R., & Cumming, W. (1964). Schedules of interresponse time reinforcement. *The Psychological Record, 14*, 211-252.
- McCoy, E., & Bell, S. (1991). Habitat structure: the evolution and diversification of a complex topic. In: S. Bell, E. McCoy & H. Mushinsky, (Eds.), *Habitat Structure: The Physical Arrangement of Objects in Space* (1st ed., 3-27). Chapman and Hall.
- McDonald, T., & Pellegrino, J. (1993). Psychological perspectives on spatial cognition. In T. Gärling & R. Colledge, (Eds.), *Behavior and Environment: Psychological and Geographical Approaches* (1st ed., 47-82). Elsevier Science Publishers B.V.
- Mechner, F. (1958a). Probability relations within response sequences under ratio reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 1*(2), 109-121.
- Mechner, F. (1958b). Sequential dependencies of the lengths of consecutive response runs. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 1*(3), 229-233
- Mechner, F., & Guevrekian, L. (1962). Effects of deprivation upon counting and timing in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 5*(4), 463-466.
- Mechner, F., & Guevrekian, L., Mechner, V. (1963). A fixed interval schedule in which the interval is initiated by a response. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 6*(3), 323-330.

- Mechner, F., & Latranyi, M. (1963). Behavioral effects of caffeine, methamphetamine, and methylphenidate in the rat. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6(3), 331-342.
- Myers, A., & Hansen, C. (2011). *Experimental psychology*. Cengage Learning.
- Neuringer, A., & Chung, S. (1967). Quasi-reinforcement: control of responding by a percentage-reinforcement schedule. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 10(1), 45-54.
- Nieder, A. (2005). Counting on neurons: the neurobiology of numerical competence. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 177-190
- Oparin, A. (1953). *The Origin of Life*. Dover Publications.
- Papini, M. (2008). *Comparative Psychology: Evolution and Development of Behavior*. Psychology Press.
- Platt, J., & Johnson, D. (1971). Localization of position within a homogeneous behavior chain: effects of error contingences. *Learning and Motivation*, 2(4), 386-414.
- Roitblat, H. (1982). The meaning of representation in animal memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 5(3), 353-372.
- Sánchez, J., y Urcuqui, A. (2006). Distancias de forrajeo de *Atta cephalotes* (L.) (hymenoptera: formicidae) en el bosque seco tropical del jardín botánico de Cali. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 7(1), 1-9.

- Schneider, D. (1994). *Quantitative Ecology: Spatial and Temporal Scaling*. Academic Press, Inc.
- Schoenfeld, W., Cumming, W., & Hearst, E. (1956). On the classification of reinforcement schedules. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 42(8), 563-570.
- Shettleworth, S. (2010). *Cognition, Evolution and Behavior*. Oxford University Press.
- Shimp, C. (1973). Synthetic variable-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 19(2), 311-330.
- Shull, R. (1970). A response-initiated fixed-interval schedule of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13(1), 13-15.
- Skinner, B. (1953). *Science and Human Behavior*. McMillan Co.
- Snodgrass, S. Hardin, J., & McMillan, D. (1997). Behavior of rats under fixed consecutive number schedules: Effects of drugs of abuse. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68(1), 117-132.
- Staddon, J. (1965). Some properties of spaced responding in pigeons. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 8, 19-27.
- Tan, L., y Hackenberg, T. (2012). Forrajeo social en ratas: Elección grupal e individual en ambientes dinámicos. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 38(2), 87-105

- Tsang, B., Ansari, R., Azhar, A., & Gerlai, R. (2018). Drinking in the morning versus evening: time-dependent differential effects of acute alcohol administration on the behavior of zebrafish. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 175, 174-185.
- Utrata, E., Virányi, Z. & Range, F. (2012). Quantity discrimination in wolves (*canis lupus*). *Frontiers in Psychology*, 3, 505.
- Warfe, D., & Barmuta, L. (2004). Habitat structural complexity mediates the foraging success of multiple predator species. *Oecologia*, 141, 171-178.
- Wasserman, E., & Castro, L. (2012). Comparative cognition. In: I. Weiner, R. Nelson & S. Mizumori, (Eds.), *Handbook of Psychology* (2nd ed., 480-508). John Wiley & Sons, Inc.
- Whaley, D., & Malott, R. (1969). *Elementary Principles of Behavior* (3rd ed.). Edward Brothers Inc.
- Wilems, E. (1974). Behavioral technology and behavioral ecology. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 7, 151-165
- Winkel, G., Saegert, S., & Evans, G. (2009). An ecological perspective on theory, methods and analysis in inveroamental psychology: advances and challenges. *Journal of Environmental Psychology*, 29(3), 318-328.
- Wynne, C., & Udell, M. (2013). *Animal Cognition: Evolution, Behavior and Cognition* (2nd ed.). Palgrave Macmillan.

Zeiler, M. (1977). Schedules of reinforcement. The controlling variables. In W. Honig, & J. Staddon, (Eds.), *The handbook of operant behavior* (1st ed., 201-232). Prentice-Hall.

Zeiler, M. (1984). The sleeping giant: reinforcement schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 42(3), 485-493.