



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

ELECCIÓN SUBÓPTIMA EN RATAS: EL PAPEL DEL VALOR
INCENTIVO Y LA INHIBICIÓN CONDICIONADA.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

Presenta:

Virginia Montserrat Martínez Muñoz

Director: Dr. Vladimir Orduña Trujillo

Revisor: Dr. Arturo Bouzas Riaño

Comité:

Dr. Carlos Santoyo Velasco

Dr. Julio Espinosa Rodríguez

Dr. Ángel Eugenio Tovar y Romo



Ciudad Universitaria, Ciudad de México,

Mayo, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

El presente trabajo se realizó con el apoyo del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), con el proyecto “Elección Subóptima: un análisis de su generalidad entre especies y de su relación con la impulsividad”:

PAPIIT-IN306415

Agradecimientos.

A mis padres, Fernando y Virginia, por ser los pilares de mi formación. Las palabras no podrían hacer justicia a lo mucho que agradezco sus lecciones sobre las grandes y las pequeñas cosas de la vida. Ustedes son mi equipo, mis amigos. Gracias por su franqueza, por apoyar las decisiones que he tomado y, sobre todo, por su infinito cariño.

A mi hermana Fernanda, mi *pollito*. Llegaste justo a tiempo para acompañarme en esta etapa. En tus risitas cabe todo lo bueno, lo bello y lo amable que he conocido. Ha sido un placer verte crecer y ser testigo de todo lo que has aprendido.

A mis abuelitos, Carmen e Ignacio, por haber estado conmigo en cada paso. Por todas las tardes de juegos y de estudio, por todas las historias que compartimos y por su fe en mí, muchas gracias. Ustedes me mostraron lo importante que es vivir siendo congruente con uno mismo, sólo así uno puede mirar hacia atrás sonriendo.

A Ricardo, por tu sincera amistad. Después de 12 años juntos, no hay mucho que pueda decirte en estas líneas que no sepas. Te quiero y te considero parte de mi familia. Gracias por tu compañía en lo cotidiano, en lo importante, en los mejores y los peores momentos.

A Kary. Aunque nuestra amistad es joven, estoy segura de que sobrevivirá el paso de los años. Eres magia pura y me alegra haber coincidido contigo en el momento adecuado. Gracias por tu paz y tu locura, algún día alguien te va a escuchar.

A Rodrigo, por ser el hermano académico que cualquiera necesita para mantenerse cuerdo. Gracias por tu amistad, dentro y fuera del laboratorio, y por esas charlas que cambiaron el curso de nuestros días. Gracias a ti y a William por ser “el súper equipo”, además de permitirme nombrar a los sujetos.

A mis primos Marco y Lesli, por las travesuras que hicimos y que aún hacemos. A Bambu, por la música. A mi amigo Luis, El Guapo, por tus palabras sensatas, por la simpleza con la que miras el mundo y por las cervezas que compartimos.

Al Dr. Vladimir Orduña, por su esmero y confianza en este proyecto. Gracias por ser un excelente jefe de laboratorio y enseñarnos a trabajar en equipo. Mi mayor respeto.

Al Dr. Arturo Bouzas, por sus valiosos comentarios durante la realización de este proyecto.

Al Dr. Santoyo, al Dr. Tovar y al Dr. Espinosa, por sus observaciones a este trabajo y por compartir su perspectiva al respecto.

A todos los que formaron parte de esta etapa, amigos y familiares. Gracias a LAEC, por el entrenamiento recibido y los buenos momentos.

ÍNDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
Elección Subóptima.	9
Inhibición Condicionada	12
Valor Incentivo de los Estímulos.	13
MÉTODO	17
RESULTADOS	21
DISCUSIÓN	30
REFERENCIAS	35

Resumen

En la tarea de elección subóptima se ha reportado que las palomas prefieren una alternativa que permite discriminar la entrega y no entrega del reforzador, a pesar de estar asociada a una menor probabilidad de reforzamiento, mientras que las ratas prefieren la opción asociada a una mayor probabilidad de reforzamiento, aunque los estímulos no permitan predecir la entrega del reforzador. Se ha propuesto que estas diferencias entre especies son resultado de un efecto diferencial del inhibidor condicionado en ratas y palomas, no obstante, recientemente se ha sugerido que tales diferencias se derivan de aspectos procedimentales y que ambas especies muestran conducta subóptima cuando se emplean estímulos con alto valor incentivo. Para contribuir al debate entre ambas posturas, en el presente estudio se evaluó el papel relativo de la inhibición condicionada y el valor incentivo de los estímulos en la tarea de elección subóptima con ratas. Los sujetos fueron expuestos a un procedimiento de elección subóptima, en el cual se emplearon palancas como estímulos discriminativos, las cuales se ha reportado que tienen alto valor incentivo. Se encontró que todos los sujetos mostraron una preferencia por la alternativa asociada a una mayor probabilidad de reforzamiento, es decir, mostraron conducta óptima a pesar del alto valor incentivo de los estímulos. Estos resultados son evidencia de que las diferencias entre especies en la tarea de elección subóptima siguen presentes a pesar del uso de estímulos discriminativos con valor incentivo y posiblemente se derivan del efecto de los inhibidores condicionados involucrados en la tarea.

Palabras Clave: Elección Subóptima, Inhibición Condicionada, Valor Incentivo, Ratas

INTRODUCCIÓN

La conducta de elección ha sido uno de los principales focos de atención en el análisis experimental de la conducta. Las elecciones de un organismo dependen de distintos factores, por lo que en un entorno natural resulta complicado identificar con precisión el efecto de cada uno de ellos. Es por ello que el estudio de la conducta de elección se ha llevado a ambientes controlados de laboratorio, en los que se han utilizado programas de reforzamiento para simular tanto la disponibilidad de recursos como las condiciones necesarias para obtenerlos.

Conforme se ha buscado estudiar en los organismos conducta más compleja, se ha requerido del uso de programas de reforzamiento que puedan permitir su estudio. Por ejemplo, en ocasiones los organismos no obtienen un reforzador inmediatamente después de la conducta que emiten, sino que su respuesta sólo les permite acercarse más a su objetivo; para estudiar este tipo de cadenas conductuales se han utilizado los programas de reforzamiento encadenados, los cuales están compuestos de dos o más programas de reforzamiento simples en los que es preciso cumplir el requisito de respuesta de cada uno para pasar al siguiente. Cada programa simple, también conocido como eslabón, se encuentra señalado por un estímulo particular y el reforzador sólo es entregado hasta haber cumplido con el requisito de respuesta del eslabón terminal (Mazur, 1999).

En su entorno natural, los organismos pueden elegir entre diversas alternativas, por lo que para reproducir una situación de elección simple, los teóricos de la conducta han utilizado programas concurrentes en los que se puede elegir entre dos opciones simultáneamente disponibles (Herrnstein, 1970). Cuando la elección de un sujeto se da entre recompensas que difieren en un solo parámetro, generalmente no representa un problema: en la elección entre una recompensa pequeña y una grande, se espera que el sujeto elija la de mayor magnitud; en la elección entre una recompensa inmediata o una demorada, se espera que elija la primera; al elegir entre un par de recompensas que difieren en frecuencia de entrega, se espera que escoja la alternativa que le ofrece un reforzador con mayor frecuencia.

Uno de las principales aportaciones en la literatura de elección ha sido la Ley de Igualación (Herrnstein, 1961), en la cual se establece que en una situación de elección con dos programas de reforzamiento disponibles de manera concurrente, las respuestas que emitirá el sujeto en las alternativas estarán en función del reforzamiento programado en cada

una; esto es, la tasa relativa de respuestas en cada programa será igual a la tasa relativa de reforzamiento que ofrece.

Se ha reportado que lo establecido en la Ley de Igualación ocurre también cuando los reforzadores de las alternativas del programa concurrente difieren en magnitud (Catania, 1963), demora de entrega (Chung & Herrnstein, 1967) o cuando la elección es entre reforzadores condicionados (Herrnstein, 1964). Es posible evaluar los primeros dos casos utilizando programas concurrentes simples, no obstante, en elecciones en las que se involucran reforzadores condicionados, se ha requerido de otro tipo de programas como son los concurrentes encadenados los cuales se refieren a un par de programas encadenados disponibles simultáneamente.

Cuando se usan estos programas, generalmente las manipulaciones se llevan a cabo en los eslabones terminales y la preferencia es medida a partir de la tasa de respuestas del sujeto experimental en los eslabones iniciales. Por tanto, la ley de igualación predice que los organismos distribuyen sus respuestas en los eslabones iniciales de acuerdo a la tasa relativa de reforzamiento primario en los eslabones terminales (Herrnstein, 1964). Esto puede apreciarse en la siguiente ecuación:

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{\frac{1}{t_1}}{\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2}}$$

En la que R representa la tasa de respuestas, $1/t$ la tasa de reforzamiento del eslabón terminal y los subíndices 1 y 2 las opciones disponibles. Una de las implicaciones de este modelo es que la tasa de respuestas en los eslabones iniciales es independiente del programa de reforzamiento de los eslabones iniciales. Por otra parte, se ha sugerido que esto es poco razonable dado que conforme aumenta el tiempo requerido para entrar al eslabón terminal, una diferencia constante en los valores de los programas de los eslabones terminales debería afectar poco la elección. Por ejemplo, si se tienen intervalos variables (IV) como eslabones iniciales, ambos de 15s, sería preferible un eslabón terminal IV10 que un IV30, no obstante, si se tienen eslabones iniciales IV180-IV180, esa preferencia debería ser menos notoria (Fantino, 1969).

Fantino (1969) propuso un modelo alternativo conocido como Teoría de Reducción de la Demora, en la que se propone que la variable responsable de la elección es la reducción del tiempo esperado para el reforzador primario señalada al tener acceso a un eslabón terminal, relativa a la reducción en el tiempo esperado para el reforzador primario señalada por el acceso al otro eslabón terminal. La ecuación general de la teoría de reducción de la demora es:

$$\frac{R_1}{R_1+R_2} = \frac{T-t_1}{(T-t_1)+(T-t_2)}$$

En este modelo, se añade el Término T, el cual representa el tiempo esperado al reforzador desde el inicio de los eslabones iniciales. En programas concurrentes simples, es decir cuando el valor de los eslabones terminales es 0, esta ecuación se reduce a la ley de igualación. Para evaluar empíricamente las predicciones de este modelo en contraste con la ley de igualación, Fantino (1969) manipuló el valor de los eslabones iniciales en un programa concurrente encadenado y encontró que la teoría de la reducción de la demora ajustaba mejor a los datos que la ley de igualación.

Por ejemplo, en una situación en la que las respuestas en los eslabones iniciales presentados de manera concurrente conllevan a un eslabón terminal después de un intervalo de 600s en promedio para cada alternativa, el tiempo esperado para llegar al eslabón terminal sería de 300s; si el tiempo esperado para obtener reforzador en los eslabones terminales es 30s en la tecla izquierda y 90s en la tecla derecha, y dado que ambos eslabones terminales son igualmente probables, la expectativa de demora hacia el reforzador sería: $300s + [(1/2) * (30s) + (1/2) * (90s)] = 360s$.

De esta manera cuando el sujeto entra en el eslabón terminal izquierdo, el organismo está 330s (360-30) más cercano al reforzador, mientras que, al entrar al eslabón derecho, el sujeto se encuentra 270s (360s-90s) más cercano. Por lo tanto, este modelo alternativo predice que el organismo va a distribuir sus respuestas a la alternativa izquierda de acuerdo a la reducción de demora asociada a cada una de ellas: $330 / (330+270) = .55$, mientras que el modelo de la ley de igualación predice la siguiente proporción de respuestas a la alternativa izquierda: $(1/30) / (1/30 + 1/90) = .75$. El contraste de las predicciones de ambos modelos

muestra que, en algunas situaciones de elección, los reforzadores condicionados tienen una mayor influencia en la elección del organismo que los reforzadores primarios.

Uno de los ejemplos más notables de este tipo de situaciones es el estudio de Kendall (1974), en el cual palomas eligieron entre una alternativa que resultaba en la presentación de un estímulo que siempre era seguido por un reforzador y una alternativa que resultaba en la posible presentación de dos estímulos, ambos con una probabilidad de .5, que eran seguidos consistentemente ya sea por un reforzador o por un blackout, respectivamente.

El autor encontró que los sujetos mostraron mayor preferencia por esta última alternativa, a pesar de que la otra estaba asociada con una mayor probabilidad de reforzamiento primario y replicó sus resultados años más tarde (Kendall, 1985). En una versión más reciente de aquella situación de elección, Roper y Zentall (1999) utilizaron un procedimiento que permitió evaluar tanto el efecto del reforzamiento primario como el efecto del reforzamiento condicionado en la elección de un organismo, lo cual ha dado inicio a toda una línea de investigación denominada como Elección Subóptima.

Elección Subóptima.

Cuando un organismo se encuentra ante una elección entre una alternativa que siempre resulta en comida después un periodo de tiempo determinado y una que sólo algunas veces resulta en comida después del mismo periodo, teorías como la de Forrajeo Óptimo predicen que el organismo elegirá la primera opción, dado que el obtener comida es vital para su supervivencia (Pyke, Pulliam, & Charnov, 1977). No obstante, dada la variabilidad de su entorno, hay situaciones en las que el organismo da más importancia a los estímulos que le permiten predecir el resultado de una elección que al resultado mismo.

El procedimiento de elección subóptima utilizado por Stagner y Zentall (2010) ha mostrado ser eficaz para evaluar la influencia del reforzamiento primario y el reforzamiento condicionado en una misma situación de elección. En este procedimiento (ver Figura 1, Panel A), los sujetos son expuestos a una elección entre dos alternativas en un programa concurrente encadenado. Al elegir una de las alternativas, con probabilidad .2 se presentaba un estímulo A, el cual estaba asociado con la entrega de un reforzador después de 10s o con probabilidad .8 se presentaba un estímulo B, después del cual nunca se entregaba reforzador. Puesto que los estímulos permiten discriminar la entrega o no entrega del reforzador, a esta alternativa se le considera *discriminativa*.

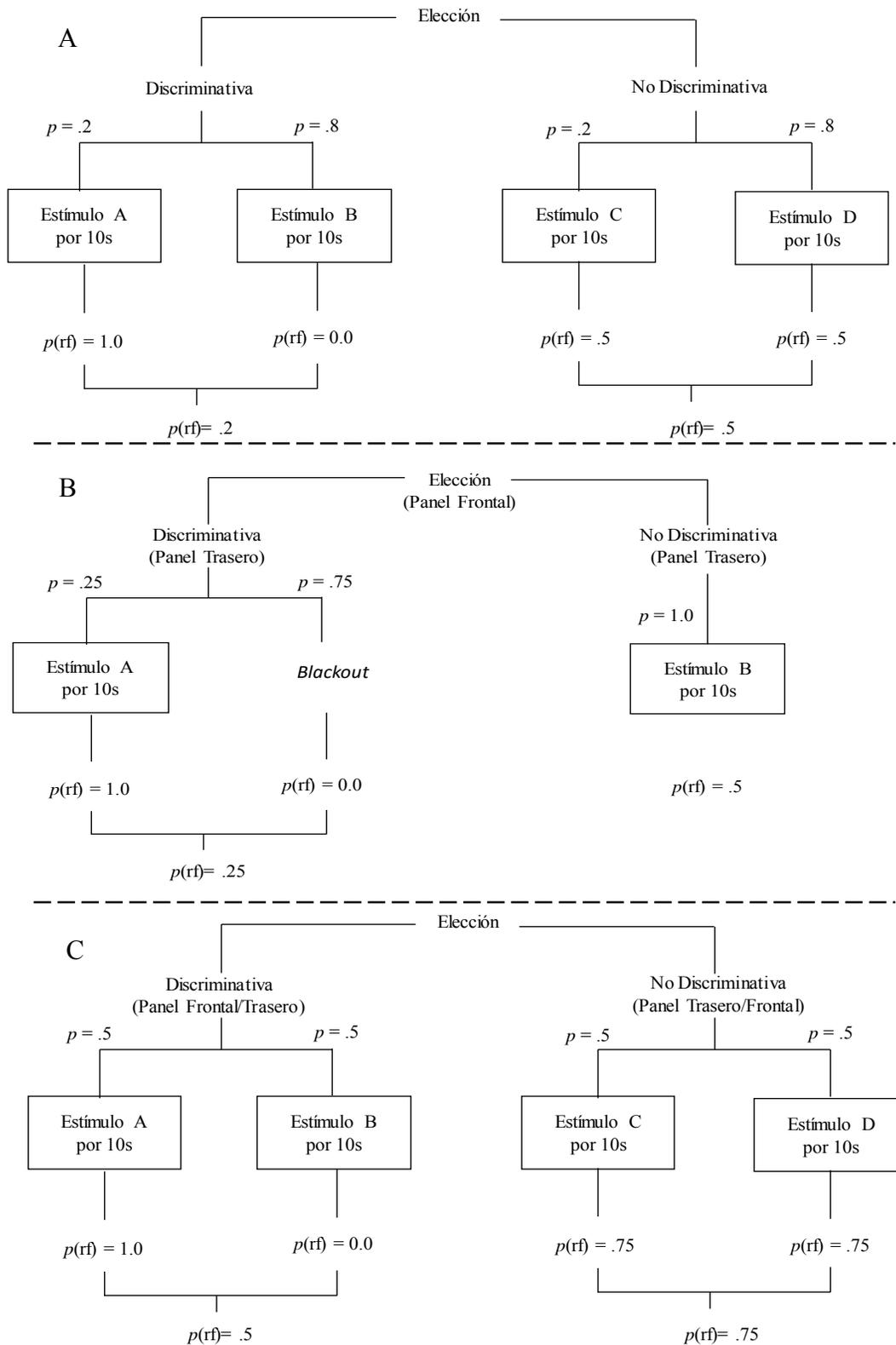


Fig.1 Panel A: Procedimiento de elección subóptima con cuatro estímulos empleado con palomas. Panel B: Procedimiento de elección subóptima con dos estímulos utilizado con ratas por Chow et. al. (2017), la elección se realizaba en el panel frontal mientras que las consecuencias asociadas a cada alternativa se presentaban en el panel trasero. Panel C: Procedimiento de cuatro estímulos con ratas empleado en el presente experimento. Cada alternativa, con sus respectivas consecuencias, fue ubicada en un panel operativo distinto.

La otra alternativa consiste en la presentación de un estímulo C con una probabilidad de .2 o la presentación de un estímulo D con una probabilidad de .8, ambos con una probabilidad de reforzamiento de .5. Se le considera como una alternativa *no discriminativa* debido a que durante el periodo de 10s en presencia de cualquiera de aquellos estímulos, el sujeto no puede discriminar si recibirá o no reforzador.

En la elección entre la alternativa discriminativa y la no discriminativa, elegir esta última podría considerarse como conducta óptima en términos de reforzamiento primario, puesto que tiene una probabilidad neta de reforzamiento de .5, mientras que la alternativa discriminativa tiene una probabilidad neta de reforzamiento de .2. No obstante, utilizando palomas como sujetos, se ha encontrado que muestran una mayor preferencia por la alternativa discriminativa, es decir, prefieren una menor tasa de reforzamiento a cambio de estímulos que les permitan discriminar entre la entrega y la ausencia de una recompensa. Este resultado ha sido ampliamente replicado por diversos grupos de investigación (Para una revisión ver McDevitt, Dunn, Spetch & Ludvig, 2016 y Zentall, 2016)

En años posteriores, el estudio de este fenómeno conductual resultó en una amplia gama de manipulaciones que permitieron dar luz sobre las circunstancias específicas en las que se presenta en distintas especies, como son palomas, ratas y humanos.

En palomas se ha encontrado que cuando no hay estímulos que señalen la entrega o no entrega de un reforzador, eligen la alternativa que les ofrece una mayor tasa de reforzamiento (Stagner & Zentall, 2010). Esto muestra que son sensibles a este parámetro y a pesar de ello, prefieren una menor tasa de reforzamiento a cambio de estímulos que les permitan discriminar la entrega o no entrega de un reforzador.

Se ha reportado, además, que la preferencia de las palomas por la alternativa discriminativa es consistente aun cuando en esa alternativa se les pide un mayor requisito de respuestas (Dunn & Spetch, 1990), se aumenta la demora para obtener reforzador (Spetch, Belke, Barnett, Dunn, & Pierce, 1990) o cuando está asociada a una menor magnitud de reforzamiento (Zentall & Stagner, 2011).

El estudio de la conducta de elección subóptima se ha extendido a humanos y se ha encontrado que aquellas personas que reportan mayor actividad relativa al juego patológico, muestran también mayor preferencia por la alternativa subóptima (Molet et al., 2012). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otras líneas de investigación que han reportado

que los humanos tienden a sobrevalorar las ganancias y a descontar el valor de las pérdidas (Tversky & Kahneman, 1991). Así, el procedimiento de elección subóptima ha sido propuesto como un modelo animal para el estudio de la conducta de juego patológico en humanos.

Dado que bajo condiciones específicas similares las palomas y los humanos muestran una preferencia por la alternativa subóptima, un paso necesario en la comprensión del fenómeno es evaluar su generalidad entre especies. Por esta razón, Trujano and Orduna (2015) llevaron a cabo con ratas una replicación sistemática de Stagner and Zentall (2010), en la cual encontraron que, contrario a lo reportado con palomas, las ratas tuvieron una preferencia por la alternativa óptima.

Adicionalmente, las tasas de respuesta en la alternativa discriminativa reportadas por los autores indicaron que las ratas tuvieron una mayor tasa de respuesta en presencia del estímulo predictor de reforzador que en presencia del estímulo predictor de ausencia de reforzamiento. De esta manera, quedó descartada la posibilidad de que la conducta óptima de las ratas fuese debida a que no fueron sensibles a las consecuencias asociadas a los estímulos discriminativos.

Inhibición Condicionada

Una de las variables que se ha propuesto como relevante en el desarrollo de la elección subóptima es la presencia de un inhibidor condicionado, es decir, el estímulo asociado con la no entrega de reforzador en la alternativa discriminativa (Laude, Stagner, & Zentall, 2014). Un estímulo es considerado inhibidor condicionado cuando posee la cualidad de prevenir o disminuir la ocurrencia de una respuesta condicionada (Mazur, 1999).

En palomas se ha reportado que, al inicio del entrenamiento, durante las sesiones en las que los sujetos muestran una preferencia por la alternativa óptima, la inhibición condicionada generada por el estímulo asociado a la no entrega de reforzador tiene una fuerte influencia en la elección del sujeto. Sin embargo, el efecto de la inhibición condicionada disminuye con el paso de las sesiones, correlacionando con un incremento en la preferencia por la alternativa subóptima (Laude et.al., 2014). Para identificar las variables responsables de las diferencias entre especies en la tarea de elección subóptima, y dado que entre menor impacto tiene el inhibidor condicionado, mayor es la preferencia por la alternativa subóptima en palomas, Trujano, Lopez, Rojas-Leguizamon, and Orduna (2016) evaluaron si la conducta

óptima en ratas tenía relación con un fuerte impacto del inhibidor condicionado. Los autores encontraron que en una prueba de sumación, es decir cuando los dos estímulos estaban presentes, uno asociado con la entrega de un reforzador y otro asociado con la ausencia de reforzador, este último ejercía mayor efecto en la preferencia de las ratas que el estímulo asociado con reforzamiento, lo cual contrasta en gran medida con el resultado obtenido con palomas.

No obstante, estas diferencias en cuanto a inhibición condicionada no son las únicas propuestas para explicar las diferencias entre especies en el fenómeno de elección subóptima. Siguiendo con este interés, Chow, Smith, Wilson, Zentall, and Beckmann (2017) sugieren que la conducta óptima reportada por Trujano y Orduña (2015) puede deberse a diferencias en el valor incentivo de los estímulos utilizados en ratas y en palomas.

Valor Incentivo de los Estímulos.

Para que un organismo logre sobrevivir en su ambiente natural, es preciso que sea sensible a las regularidades de su entorno y aprenda de ellas, para así identificar y responder ante diversos estímulos que le permiten predecir las consecuencias de una elección. Cuando un estímulo funciona como predictor de la disponibilidad o la entrega de una recompensa, adquiere distintas propiedades, por ejemplo, puede actuar como un estímulo condicionado (EC) que puede evocar respuestas condicionadas.

Además de esta función exclusivamente predictiva, algunos estímulos que señalan comida pueden activar estados motivacionales complejos por lo que pueden actuar como estímulos incentivos, los cuales son definidos como estímulos que cumplen con tres condiciones: a) sesgan la atención hacia ellos y elicitan la aproximación del organismo; b) pueden actuar como reforzadores condicionados, es decir, el organismo trabajará para obtenerlo y puede mantener la conducta por largos periodos aun en ausencia del reforzador primario, y c) pueden evocar estados motivacionales relevantes (Anselme, 2016).

No todos los estímulos condicionados adquieren valor incentivo. Por ejemplo, cuando el predictor de la comida es un tono, se ha reportado que organismos de diversas especies se aproximan al lugar de entrega de la comida (Holland, 1977). A los organismos que emiten tal conducta se les considera como *seguidores de objetivos*. Sin embargo, cuando otros estímulos son los predictores de reforzador, como una tecla o una palanca, elicitan la aproximación de los organismos aun cuando ello implique la pérdida del reforzador primario

(Williams & Williams, 1969). A los organismos que emiten esta conducta se les conoce como *seguidores de señales* (Beckmann & Chow, 2015)

Chow et. al., (2017) proponen que las diferencias entre especies encontradas con la tarea de elección subóptima podrían deberse al valor incentivo de los estímulos utilizados en el procedimiento. Tanto en palomas como en ratas, los estímulos discriminativos utilizados en la tarea de elección subóptima son luces, los cuales elicitan conducta de *seguimiento de señales* en palomas (Brown & Jenkins, 1968) y elicitan conducta de *seguimiento de objetivos* en ratas (Cleland & Davey, 1983). Esto es, como el valor incentivo de los estímulos discriminativos utilizados en la tarea de elección subóptima es mayor para palomas que para ratas, posiblemente genera una mayor preferencia por la opción subóptima en palomas que en ratas.

En el estudio de Chow et. al., (2017), dos grupos de ratas fueron expuestos a una tarea de elección subóptima (ver figura 1, panel B), en la cual se manipuló el valor incentivo de los estímulos presentados. En un grupo se emplearon luces como estímulos discriminativos para elicitación de conducta de *seguimiento de objetivos* y en otro grupo se utilizaron palancas para elicitación de conducta de *seguimiento de señales*.

Para elegir entre la alternativa discriminativa y la no discriminativa, los sujetos debían responder en uno de los dos orificios para inserción de nariz (*nosepoke*) ubicados en el panel trasero. En la primera fase del experimento, elegir la alternativa discriminativa resultaba en el inicio de un programa de reforzamiento tiempo fijo (TF) de 10s en el panel frontal, durante el cual podía presentarse un estímulo A asociado con la entrega de reforzador o un *blackout* asociado con la no entrega de reforzador, ambos con una probabilidad de .5. Por otra parte, elegir la alternativa no discriminativa resultaba en el inicio de un TF10s, durante el cual se presentaba un estímulo B en el panel frontal asociado con una probabilidad de reforzamiento de .5. De esta manera, ambas alternativas tuvieron la misma probabilidad de reforzamiento.

En la fase posterior, la probabilidad de presentación del estímulo A de la alternativa discriminativa disminuyó a .25, por lo que la probabilidad de presentación del *blackout*, en cuya presencia nunca se entregó reforzador, aumentó a .75. La probabilidad de reforzamiento de la alternativa no discriminativa se mantuvo constante, de manera que esta alternativa resultaba óptima en cuanto a reforzamiento primario.

Los autores encontraron que cuando la probabilidad de reforzamiento fue equivalente en la alternativa discriminativa y la no discriminativa, los sujetos de ambos grupos mostraron una preferencia por la alternativa discriminativa con el paso de las sesiones. Reportaron también que tal preferencia fue mayor en el grupo que tuvo palancas como estímulos, que en el grupo en el que se utilizaron luces.

Cuando la probabilidad de reforzamiento en la alternativa discriminativa disminuyó en la siguiente fase, la preferencia de los sujetos por esta alternativa también disminuyó. No obstante, los autores encontraron que tal preferencia disminuyó más para el grupo en el que se utilizaron luces como estímulo, llegando a valores de indiferencia, que para el grupo en el que se emplearon palancas, los cuales siguieron mostrando una preferencia por la alternativa subóptima

Además, los autores registraron en ambas fases las presiones a la palanca y las entradas al receptáculo de comida en el eslabón terminal para medir las respuestas de *seguimiento de señales* y *seguimiento de objetivos*, respectivamente. En el grupo en el que se emplearon palancas como estímulos, los autores encontraron una mayor tasa de respuestas de *seguimiento de señales* durante la presentación del estímulo predictor de reforzador que durante el estímulo asociado a la alternativa no discriminativa. Reportaron también que hubo mayor tasa de respuestas de *seguimiento de objetivos* cuando los estímulos empleados fueron luces que cuando fueron palancas.

A pesar de que estos resultados muestran la importancia del valor incentivo de los estímulos para los organismos en la tarea de elección subóptima, el procedimiento utilizado por Chow et. al. (2017) no permite descartar a la ausencia del inhibidor condicionado como responsable de la suboptimalidad reportada en ratas. Dada la importancia que tiene el inhibidor condicionado para esta especie, es preciso complementar los hallazgos de Chow et. al. (2017) sobre la relación entre la conducta subóptima y el valor incentivo de los estímulos empleados con un procedimiento en el que se encuentren presentes ambos estímulos discriminativos.

Puesto que el inhibidor condicionado tiene un gran impacto en la preferencia mostrada por ratas, se espera que logre contrarrestar el efecto del predictor de reforzamiento al tener ambos un alto valor incentivo. De ser confirmado este resultado, la conceptualización del fenómeno de elección subóptima deberá replantearse, pues la mayor parte de la investigación en el campo ignora o minimiza el impacto del inhibidor condicionado, posiblemente debido a que los sujetos empleados generalmente han sido palomas.

MÉTODO

Sujetos:

En el presente experimento se utilizaron ocho ratas macho de la cepa Wistar, las cuales tenían aproximadamente dos meses de edad al inicio del experimento y eran experimentalmente ingenuas. Todos los sujetos fueron mantenidos al 85% de su peso en alimentación libre y fueron alojados en grupos de cuatro en una caja-habitación en la que tuvieron acceso a alimento durante 40min al día y agua *ad libitum*. El ciclo de luz-oscuridad al que fueron expuestos fue de 12:12 horas y todas las sesiones experimentales se condujeron durante el día. Fue seguida la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999), de especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.

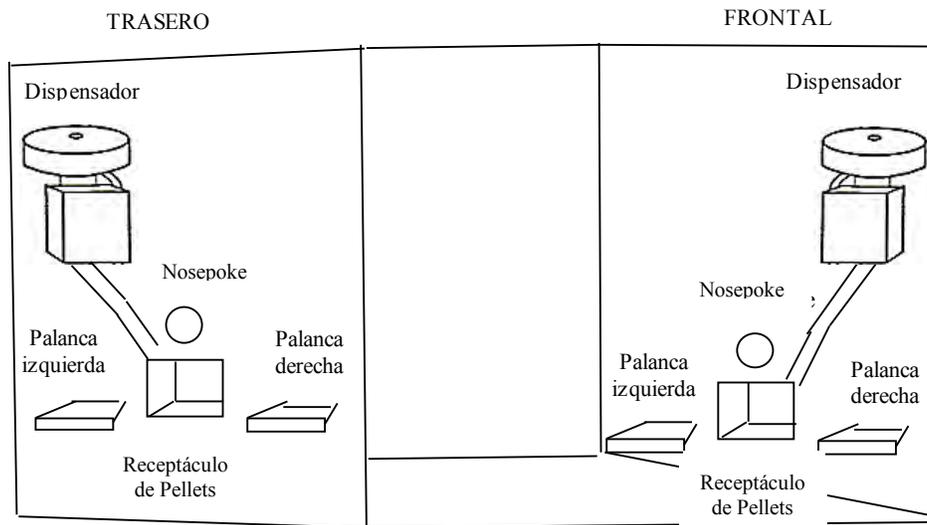
Aparato:

Se ocuparon dos cámaras de condicionamiento operante modificadas de 32cm (largo) x 25.5cm (ancho) x 33.5cm (alto), situadas dentro de cajas sonoamortiguadas. Las paredes laterales fueron de plástico transparentes y el suelo fue una rejilla formada por 19 barras de acero inoxidable de .48cm de diámetro. Como pared trasera y pared frontal, se colocaron dos paneles operativos idénticos.

Cada panel contó con un receptáculo de pellets (MED Associates, Inc, Model ENV-200R2M) ubicado a 1.5cm del suelo y a 9.3cm de las paredes laterales, en el cual se entregaron pellets de 45mg (BioServ, Product F0165) desde un módulo dispensador circular (MED Associates, Inc., Model ENV-203). A 3cm sobre el receptáculo y a 11cm de las paredes laterales, se colocó un orificio para una respuesta de inserción de nariz (*nosepoke*) de 2.5cm de diámetro. Para medir las entradas al receptáculo de pellets y las respuestas *nosepoke*, se contó con fotorreceptores tanto en el receptáculo de pellets como en el orificio para *nosepoke*. Finalmente, a 3.3cm del receptáculo de pellets y a 5.7cm del suelo, se colocaron dos palancas retráctiles de 5cm de largo (MED Associates, Inc., Model ENV-112CM).

En la parte superior de la caja y en los orificios para *nosepoke*, se colocaron un par de focos color amarillo que funcionaron como luz general y luz en el orificio para *nosepoke*, respectivamente. La caja contó con un extractor de aire que proporcionaba ventilación y servía como ruido blanco para enmascarar los ruidos del exterior.

Para operar el equipo se utilizó una computadora personal conectada a una interfase MFD-PC (Med Associates, St Albans, VT).



Procedimiento

Habitación:

En esta primera fase, todos los sujetos fueron colocados dentro de la caja operante con la luz general encendida por 20min. Durante ese periodo, tuvieron acceso a 30 pellets distribuidos equitativamente en el receptáculo trasero y en el receptáculo frontal. Una vez que los animales consumieron todos los pellets en ambos receptáculos, pasaron a la siguiente fase.

Entrenamiento a comedero:

En esta sesión los sujetos fueron expuestos a un programa de tiempo fijo (*TF*) de 60s disponible aleatoriamente en el panel frontal o en el panel trasero, de manera que pudiesen asociar el sonido de la caída de pellet en cada receptáculo con la entrega de un reforzador. Cuando los animales consumieron 30 pellets en total (15 obtenidos en el panel frontal y 15 obtenidos en el panel trasero), se dio por concluido el entrenamiento a comedero. No hubo ninguna luz presente.

Entrenamiento a Nosepoke:

Las ratas fueron entrenadas a responder en el orificio de nosepoke utilizando un programa de razón fija (RF) 1 en el panel frontal o en el panel trasero de manera aleatoria. Para señalar en qué panel se encontraba disponible el programa de reforzamiento, al inicio del ensayo se encendía la luz del orificio del nosepoke correspondiente. Con la primera respuesta en el nosepoke, es decir, con la interrupción del haz infrarrojo de los fotorreceptores, la luz del orificio de nosepoke se apagaba y se entregaba un pellet como reforzador.

Cada sesión consistió en 50 ensayos en total, 25 ensayos para el nosepoke del panel trasero y 25 ensayos para el nosepoke del panel frontal. Entre cada ensayo hubo un intervalo entre ensayos (IEE) de 10s, en los cuales la luz del nosepoke se mantuvo apagada. Esta fase fue concluida después de cinco sesiones, una vez que la latencia de los sujetos fue menor a 3s y la diferencia de su latencia en el nosepoke frontal y el nosepoke trasero fue menor a 1.5s.

Sesión Experimental: Elección Subóptima.

En la tarea de elección subóptima, los sujetos fueron expuestos a un programa concurrente encadenado en el que tuvieron que elegir entre la opción Discriminativa, y la No Discriminativa, cuyas consecuencias fueron programadas en los diferentes paneles. Al grupo A se le presentó la alternativa discriminativa en el panel frontal, y la no discriminativa en el panel trasero, mientras que para el grupo B estas posiciones fueron invertidas (ver fig. 1, panel C).

Todos los sujetos fueron expuestos a 40 sesiones experimentales en esta condición. Cada sesión consistió en 60 ensayos divididos de la siguiente forma: 20 ensayos forzados para la alternativa discriminativa, 20 ensayos forzados para la alternativa no discriminativa y 20 ensayos de elección, todos presentados de manera aleatoria.

En cada ensayo forzado se iluminó únicamente un orificio de nosepoke, ya sea en el panel frontal o en el panel trasero, de tal manera que los sujetos solamente tenían la opción de responder en esa alternativa y, por lo tanto, servían para familiarizarse con las contingencias de reforzamiento en ambas alternativas. Las respuestas en el orificio de nosepoke contrario fueron inefectivas.

En los ensayos libres, ambas luces de los orificios de nosepoke estaban encendidas hasta que el sujeto respondía en uno de ellos. El elegir la alternativa discriminativa resultaba

en un *programa de reforzamiento TF10s* en el panel correspondiente, durante el cual podía presentarse la palanca izquierda (Estímulo A) o la palanca derecha (Estímulo B) ambas con una probabilidad de .5. Al concluir el periodo de 10s en presencia de la palanca izquierda, siempre se entregaba un pellet como reforzador, mientras que al concluirlo en presencia de la palanca derecha nunca se entregaba reforzador. Así, la probabilidad de reforzamiento en esta alternativa fue de .5.

El elegir la alternativa no discriminativa, por otra parte, resultaba en un TF10s en el panel contrario, durante el cual podía presentarse la palanca izquierda (Estímulo C) con una probabilidad de .5 o la palanca derecha (Estímulo D) con una probabilidad de .5. Cualquiera que fuese la palanca presente durante el TF10s, la probabilidad de reforzamiento fue de .75. Entre cada ensayo hubo un intervalo de 10s en el que ningún estímulo fue presentado.

Elección Subóptima: Reversión.

Para descartar que la preferencia de los sujetos estuviese dada por sesgo hacia una posición y no por las consecuencias asociadas a cada alternativa, se llevó a cabo una condición de reversión, en la cual se invirtió la posición de los paneles correspondientes a la alternativa discriminativa y a la no discriminativa de la condición anterior. Por lo tanto, la alternativa discriminativa se ubicó en el panel trasero para el primer grupo, y en el panel frontal para el segundo.

Un cambio adicional fue invertir la posición del estímulo predictor de reforzador de la alternativa discriminativa, de manera que el reforzador sólo fue entregado una vez concluido el TF10s en presencia de la palanca derecha del panel correspondiente. Por lo demás, la probabilidad de presentación de los estímulos y la probabilidad de reforzamiento en ambas alternativas se mantuvo igual a la primera condición.

RESULTADOS

Para cada sujeto fue calculada la proporción de elección de la alternativa discriminativa en ambas condiciones, lo cual se tomó como índice de elección subóptima. Éste se obtuvo dividiendo el número de ensayos en los que el sujeto eligió la opción discriminativa sobre el número total de elecciones durante la sesión.

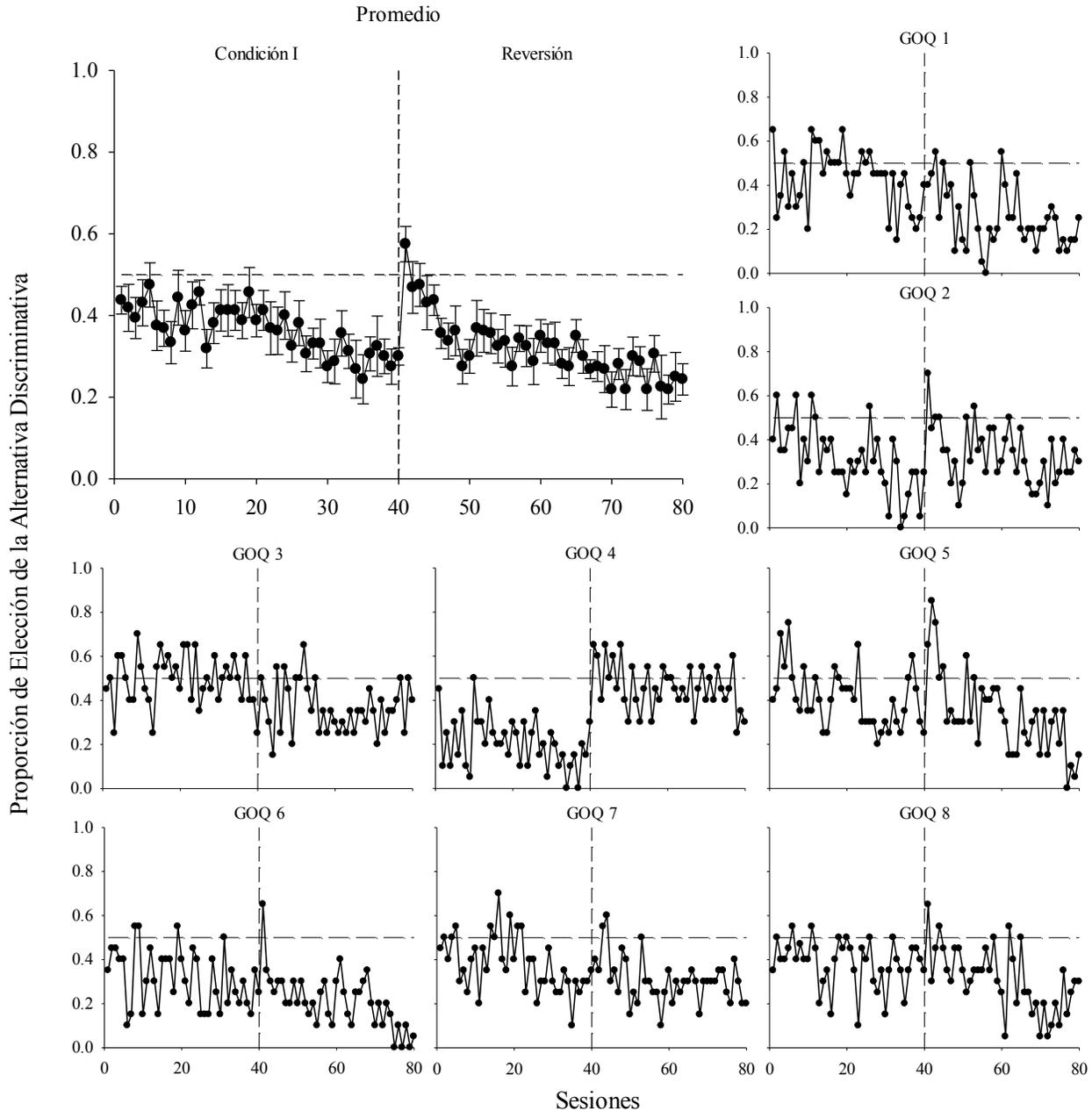


Fig.3 Proporción individual y media grupal de elección de la alternativa discriminativa. La línea punteada horizontal representa la indiferencia entre ambas opciones. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal, las barras verticales representan el error estándar de la media.

La Fig. 3 muestra la proporción de elección de la alternativa discriminativa en los ensayos de elección de todos los sujetos. Al inicio de la condición el valor de dicha proporción estuvo alrededor de .5, es decir, los sujetos no mostraron preferencia por una alternativa particular. Sin embargo, con el paso de las sesiones tal valor disminuyó de manera que, en las últimas cinco sesiones de la primera condición, los sujetos mostraron una clara preferencia por la alternativa óptima.

Para descartar que la preferencia mostrada por los sujetos en la primera condición fuese producto del azar, se empleó una prueba T para una muestra en la que se comparó el promedio de la proporción de elección de las últimas cinco sesiones contra la indiferencia (.5). Se encontró que el promedio de la proporción de elección fue estadísticamente diferente de la indiferencia ($t(7) -5.578, p < .001$).

En la primera sesión de la condición de reversión (ver Fig. 3), todos los sujetos mostraron una proporción de elección de la opción discriminativa más alta de .5. No obstante, en las sesiones posteriores, se encontró que los sujetos recuperaron su preferencia por la alternativa óptima, la cual en promedio también fue significativamente diferente de indiferencia ($t(7) -5.61, p < .001$). Con este resultado se descartó que la preferencia observada en la primera condición fuese resultado de un sesgo de posición.

Con el propósito de evaluar si los sujetos fueron sensibles a las consecuencias programadas para los estímulos de la alternativa discriminativa y no discriminativa, se registró en ambas condiciones el número de respuestas en palanca y el número de entradas a comedero emitidas durante el TF10s de los ensayos forzados.

En la fig. 4 se puede observar que al inicio de la primera condición el promedio de respuestas de todos los sujetos fue similar ante los dos estímulos asociados a la alternativa discriminativa. No obstante, con el paso de las sesiones, en promedio los sujetos respondieron más en presencia del estímulo predictor de reforzamiento que ante el estímulo predictor de la ausencia de reforzamiento. En las primeras sesiones de la condición de reversión, la tendencia general mostrada por los sujetos en cuanto a las respuestas en palanca de la alternativa discriminativa se invirtió. Sin embargo, con el paso de las sesiones nuevamente mostraron un mayor número de respuestas ante el estímulo predictor de reforzamiento que ante el estímulo predictor de no reforzamiento.

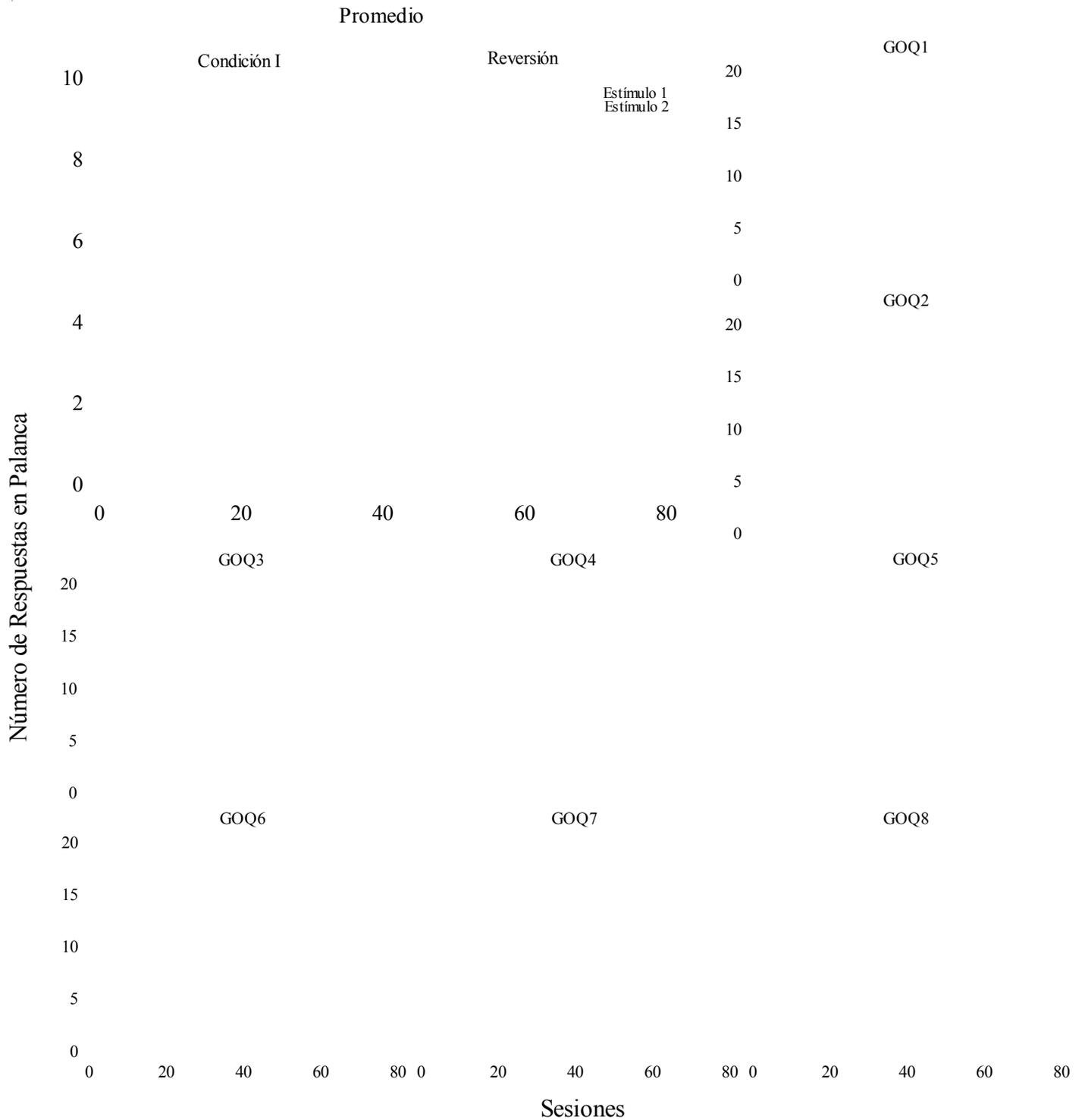


Fig.4 Media grupal y datos individuales del número de respuestas en palanca en los ensayos forzados de la opción discriminativa, ante el estímulo predictor de la entrega de comida y el inhibidor condicionado. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal las barras verticales representan el error estándar de la media.

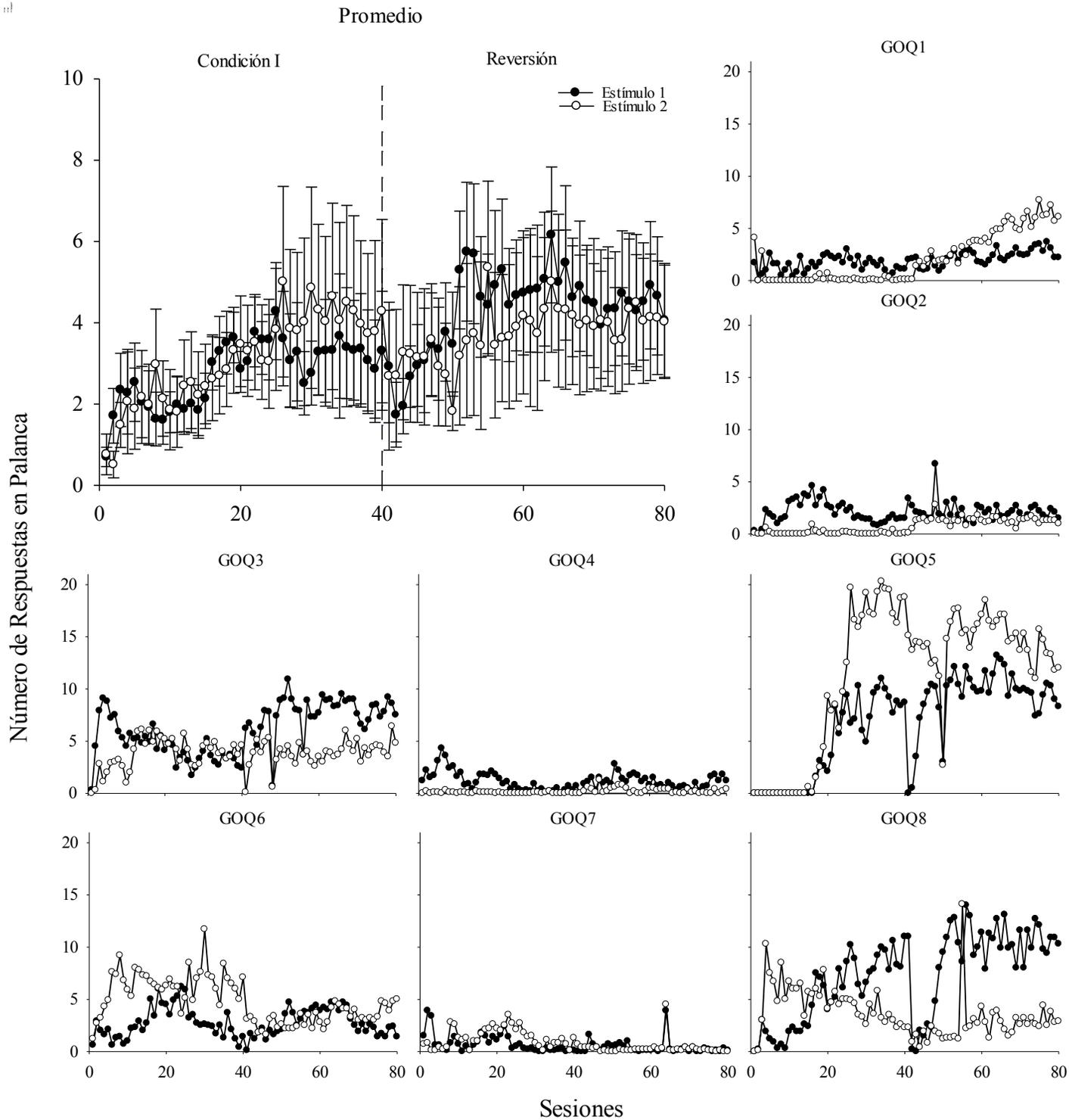


Fig.5 Media grupal y datos individuales del número de respuestas en palanca en los ensayos forzados de la opción no discriminativa, en presencia de los estímulos asociados a esa alternativa. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal, las barras verticales representan el error estándar de la media.

Con un ANOVA 2 (condición) x 2 (estímulos) de medidas repetidas utilizando el promedio de las últimas cinco sesiones, se confirmó que hubo diferencias estadísticamente significativas entre el número de respuestas en palanca ante el estímulo predictor de reforzador y ante el estímulo predictor de ausencia de reforzador ($F(1,7) = 10.34, p = .014$). El efecto por condición ($F(1,7) = .04, p = .84$) y su interacción con los estímulos no fue significativo ($F(1,7) = .03, p = .85$).

El mismo análisis se llevó a cabo para contrastar el número de respuestas en palanca ante los estímulos presentados en la alternativa no discriminativa y, como se puede apreciar en la figura 5, se encontró que en promedio los sujetos no respondieron diferencialmente ante los estímulos asociados con dicha opción ni en la primera condición ni en reversión ($F(1,7) = .03, p = .86$). El efecto por condición ($F(1,7) = 1.11, p = .32$) y su interacción con los estímulos ($F(1,7) = 1.09, p = .32$) tampoco fueron significativos.

En la figura 6 se presenta el número de entradas a comedero en presencia de los estímulos presentados en la alternativa discriminativa durante los ensayos forzados. Al inicio de las sesiones los sujetos respondían de igual manera en presencia de los dos estímulos asociados a dicha opción, pero al transcurrir las sesiones de la primera condición, en promedio se observó una diferencia marginal en el número de entradas a comedero ante los estímulos predictores de reforzamiento y no reforzamiento en ambas condiciones ($F(1,7) = 6.06, p = .043$). No hubo efecto significativo por condición ($F(1,7) = 1.46, p = .26$) y por su interacción con los estímulos ($F(1,7) = .82, p = .39$).

Por otro lado, tampoco se encontraron diferencias en el promedio del número de respuestas ante los estímulos asociados a la alternativa no discriminativa ($F(1,7) = .515, p = .49$) en ninguna condición, lo cual puede ser apreciado en la figura 7. Tampoco se encontró un efecto significativo por condición ($F(1,7) = .85, p = .38$) y por su interacción con los estímulos ($F(1,7) = .50, p = .50$).

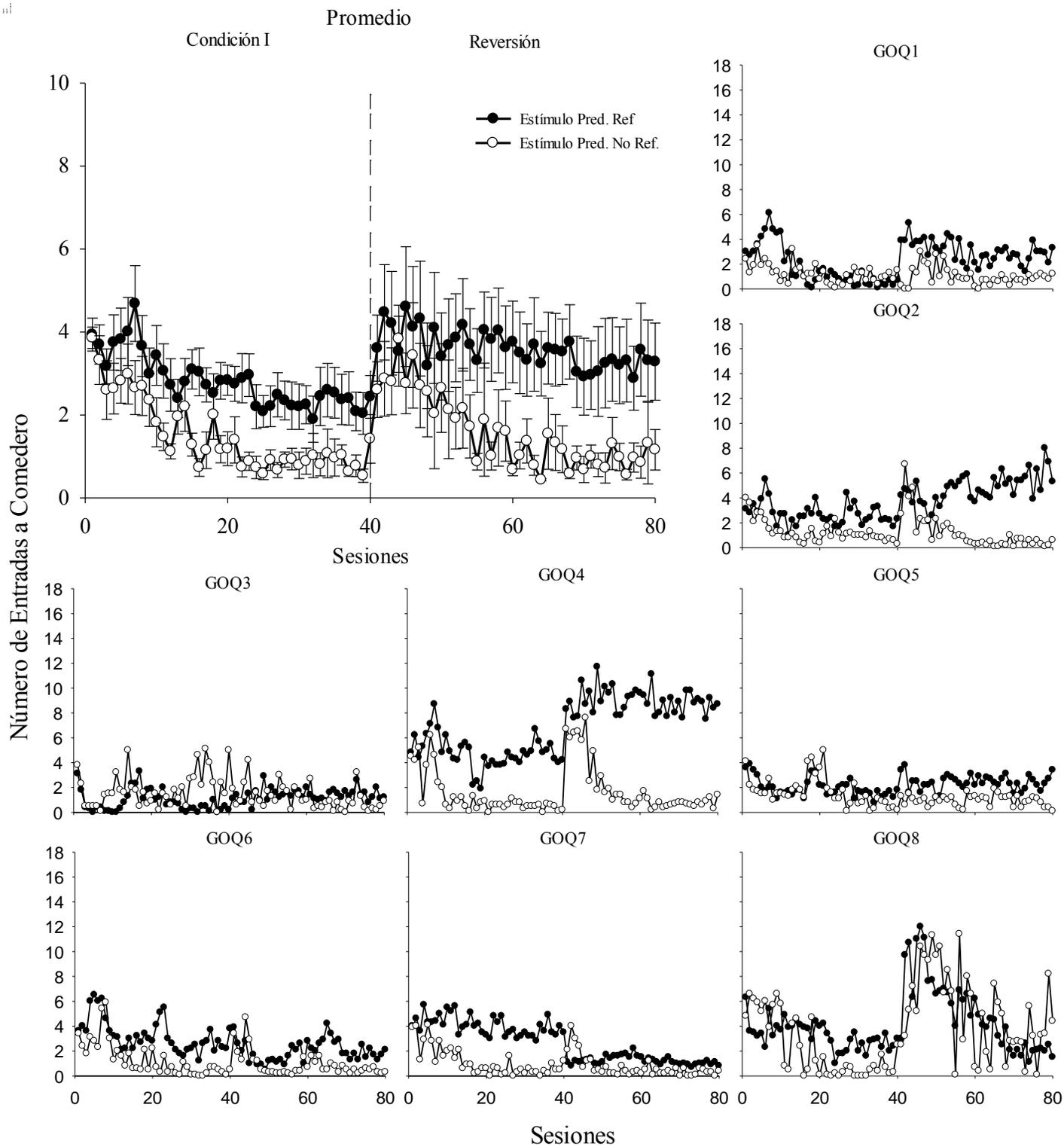


Fig.6 Media grupal y datos individuales del número de entradas a comedero en los ensayos forzados de la opción discriminativa, ante el estímulo predictor de la entrega de comida y el inhibidor condicionado. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal, las barras verticales representan el error estándar de la media.

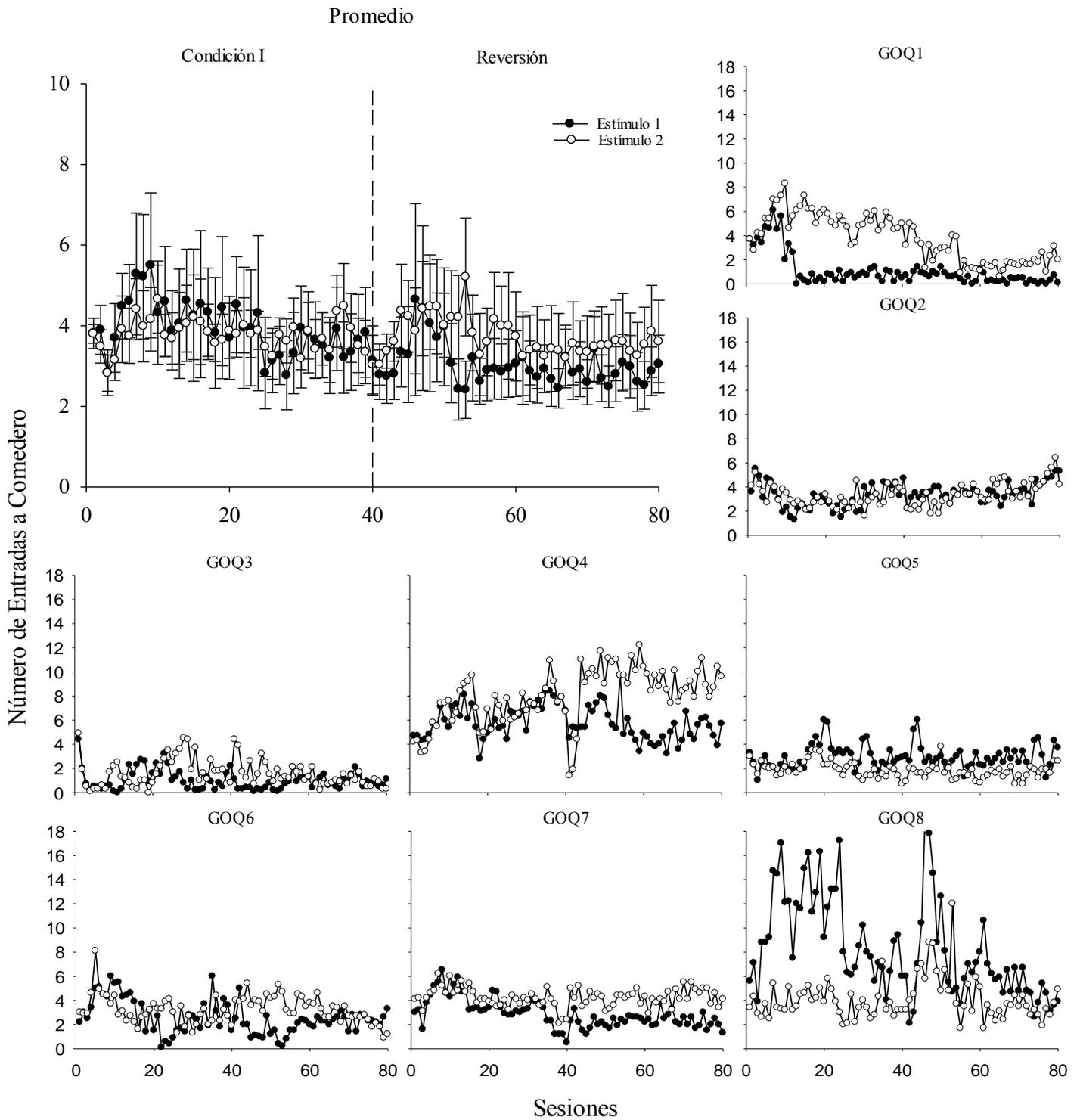


Fig.7 Media grupal y datos individuales del número entradas a comedero en los ensayos forzados de la opción no discriminativa, en presencia de los estímulos asociados a esa alternativa. La línea punteada horizontal representa la indiferencia entre ambas opciones. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal, las barras verticales representan el error estándar de la media.

Una variable adicional que permite identificar la preferencia de los sujetos por una alternativa es la latencia de elección en los ensayos forzados para ambas opciones. En la figura 8 se presenta la latencia de los sujetos expresada en segundos a través de las sesiones. Tanto en la primera condición como en reversión, en promedio todos los sujetos mostraron una mayor latencia al responder en la alternativa discriminativa, apoyando así la preferencia mostrada por la alternativa óptima.

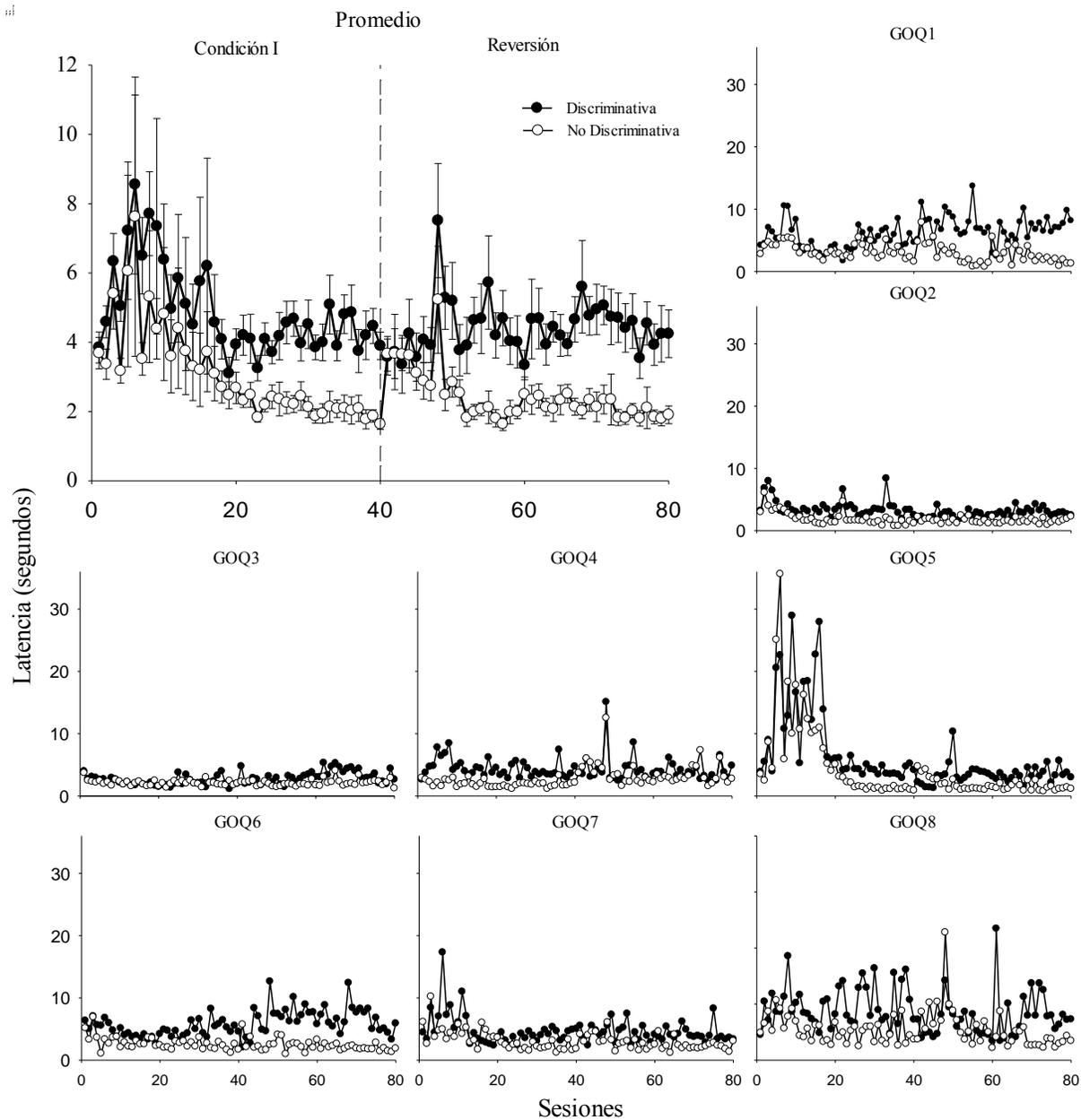


Fig.8 Media grupal y datos individuales de la latencia de elección para la alternativa discriminativa y no discriminativa. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal, las barras verticales representan el error estándar de la media.

Utilizando las últimas cinco sesiones de la primera condición y de la reversión para llevar a cabo un ANOVA de 2 (alternativas) x 5 (sesiones) de medidas repetidas, se encontró que las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas tanto en la primera condición ($F(1,7) = 40.1, p < .001$) como en la reversión ($F(1,7) = 11.9, p < .001$). No se encontró un efecto significativo por las sesiones (Primera condición: $F(1,7) = .62, p = .64$); Reversión: $F(1,7) = .217, p = .92$) ni por su interacción con las alternativas (Primera condición: $F(1,7) = 1.12, p < .36$); Reversión: $F(1,7) = .217, p = .92$).

DISCUSIÓN

En el presente experimento se buscó aportar evidencia que contribuya al debate acerca de posibles diferencias entre palomas y ratas en el procedimiento de elección subóptima. Mientras que algunos antecedentes indican que existen diferencias entre ratas y palomas y que éstas pueden deberse a un impacto diferencial de los inhibidores condicionados (Laude et al., 2014; Trujano et al., 2016), investigación reciente sugiere que cuando ambas especies son evaluadas con estímulos discriminativos con alto valor incentivo, sus diferencias son eliminadas (Chow et al., 2017)

Chow et al. (2017) sugieren que el valor incentivo de los estímulos empleados en la tarea de elección subóptima tienen un gran impacto en los sujetos. Dado que se han utilizado luces como estímulos discriminativos tanto para palomas (Zentall y Stagner, 2011) como para ratas (Trujano, 2015) y tales estímulos sólo tienen alto valor incentivo para las primeras, no es de sorprenderse que las palomas muestren conducta subóptima mientras que las ratas prefieran la opción asociada con una mayor probabilidad de reforzamiento.

De esta manera, el debate puede resumirse a dos posiciones: a) existen diferencias entre especies originadas por un impacto diferencial de los inhibidores condicionados y b) las aparentes diferencias entre especies se deben exclusivamente a diferencias procedimentales, específicamente al valor incentivo que tienen los estímulos discriminativos empleados para los sujetos. Para una adecuada evaluación de tales posturas, resulta necesario incluir ambas variables en el mismo procedimiento, lo cual fue la estrategia seguida en el presente estudio.

El presente experimento pretendió complementar el trabajo de Chow et al (2017), quienes exploraron el impacto del valor incentivo de los estímulos discriminativos en ratas. En su estudio, los sujetos mostraron una preferencia por la alternativa subóptima al ser evaluados con palancas como estímulos discriminativos, es decir estímulos con alto valor incentivo para dicha especie (Holland et al., 2014). El grupo de comparación, por otro lado, mostró una menor preferencia por la opción subóptima al ser evaluado con luces como estímulos discriminativos. Cabe resaltar que los valores reportados en este último grupo se encontraron alrededor de la indiferencia, por lo que no se podría considerar que la optimalidad reportada en otros estudios con ratas (Trujano y Orduña, 2015; Trujano et al., 2016) fue replicada.

Este resultado demuestra que, para las ratas, un estímulo con alto valor incentivo tiene más peso en la elección de la alternativa subóptima que otros estímulos con menor valor incentivo, aun cuando ambos tengan el mismo valor predictivo. A pesar de esta evidencia sobre la relevancia del valor incentivo de los estímulos en la elección de los sujetos, el procedimiento empleado por Chow et. al. (2017) no permite descartar la posibilidad de que la suboptimalidad reportada en ratas fuese producto de la ausencia de inhibidor condicionado en la opción discriminativa.

A pesar de que el blackout en el estudio de Chow et. al. (2017) estuvo asociado con la no entrega de comida, es de esperarse que no adquiriera propiedades de inhibidor condicionado debido a que en ningún momento del entrenamiento hubo expectativa de reforzamiento en su presencia, condición que ha sido propuesta como necesaria para la emergencia de inhibición condicionada (Mazur, 1999).

Por esa razón, en el procedimiento empleado en el presente experimento se incluyeron tanto los dos estímulos predictores de la entrega y la ausencia de reforzamiento asociados a la opción discriminativa, como los dos estímulos correspondientes a la alternativa no discriminativa. La importancia de utilizar el presente procedimiento de cuatro estímulos yace en que al ser el más utilizado en el campo de elección subóptima tanto en palomas como en ratas, los resultados obtenidos a partir del mismo pueden ser comparados con la literatura adecuadamente.

En contraste con lo reportado por Chow et. al. (2017), en el presente estudio se encontró que las ratas se comportaron de manera óptima al mostrar una clara preferencia por la alternativa asociada a una mayor probabilidad de reforzamiento, aun cuando los estímulos discriminativos empleados tuvieron alto valor incentivo. Adicionalmente, es preciso mencionar que los valores de la proporción de elección de la opción discriminativa tanto en la primera condición como en reversión, fueron similares a los anteriormente reportados por Trujano y Orduña (2015) y Trujano et. al. (2016), de manera que la conducta óptima en ratas fue replicada.

La principal diferencia procedimental del presente experimento respecto a los estudios previos es que las consecuencias programadas de cada alternativa fueron presentadas en distintos paneles operativos. No obstante, el número de respuestas en ambas condiciones en presencia de los estímulos asociados a la opción discriminativa, ya fuesen

presiones en palancas o entradas a comedero, dan cuenta de que los sujetos lograron distinguir la función particular de cada estímulo. En concreto, los sujetos emitieron un mayor número de respuestas en presencia del estímulo predictor de reforzamiento que ante el estímulo predictor de la ausencia de comida, lo cual demuestra que los sujetos pudieron discriminar las contingencias asociadas a los estímulos y la optimalidad encontrada fue producto de su sensibilidad a las probabilidades de reforzamiento.

En el presente experimento, la relación entre la aparición de palanca y la entrega del reforzador fue similar a la empleada en estudios de automoldeamiento, los cuales han sido utilizados para clasificar a los sujetos en seguidores de señales o seguidores de objetivos (Robinson & Flagel, 2009). El alto número de presiones a la palanca sugiere que los sujetos desarrollaron seguimiento de señales, dado que los sujetos en ningún momento fueron entrenados a responder en palanca. Este resultado es evidencia de que fue atribuido un alto valor incentivo a las palancas asociadas a reforzamiento.

El hecho de que ni aún bajo estas condiciones los sujetos mostraron conducta subóptima permite suponer que el incluir un inhibidor condicionado del mismo tipo que los predictores de reforzamiento, tiene un fuerte impacto en la preferencia de los sujetos en la tarea de elección subóptima. Cabe señalar que las conclusiones derivadas del estudio de Chow. et. al. (2017) respecto a la relevancia del valor incentivo de los estímulos en el fenómeno de elección subóptima son completamente válidas en las condiciones específicas a las que fueron expuestos los sujetos.

El procedimiento utilizado por Chow et. al. (2017) fue acertado de acuerdo con la evidencia en palomas de que el inhibidor condicionado tenía poca o nula importancia en su desempeño (Laude et. al., 2014). Por ejemplo, McDevitt, Spetch, and Dunn (1997) al estudiar el reforzamiento condicionado en la tarea de elección subóptima con palomas, encontraron que al insertar un breve periodo entre la elección de la opción discriminativa y el estímulo predictor de reforzamiento, los sujetos mostraron una menor preferencia por esa alternativa. En cambio, al colocar el periodo entre la elección y el estímulo predictor de no reforzamiento, no hubo ninguna alteración en la preferencia de los sujetos por la opción subóptima.

Inicialmente, dicho procedimiento de dos estímulos fue propuesto por Smith, Bailey, Chow, Beckmann, and Zentall (2016) con el propósito de que al ser más sencillo resultase más fácil para especies menos visuales que las palomas (e.g., ratas) discriminar las

contingencias programadas en cada alternativa. No obstante, dada la relevancia que para las ratas tiene la presencia del inhibidor condicionado en el procedimiento más utilizado en la literatura, fue preciso evaluar la contribución de Chow et. al. (2017) bajo circunstancias más generales.

La literatura sobre valor incentivo supondría que la manipulación de incluir estímulos con alto valor incentivo tiene mayor impacto en los seguidores de señales que en los seguidores de objetivos, por lo que para analizar las implicaciones de esta idea es importante un análisis en estos términos. Nuestro estudio no pretendió evaluar el impacto de diferencias individuales en la conducta subóptima, por lo que los sujetos no fueron clasificados entre seguidores de señales o de objetivos.

Un análisis informal de los datos individuales sugiere que los sujetos del presente experimento presentaron diferencias en su capacidad de atribución de valor incentivo, demostradas por el número de respuestas en palanca relativo al número de respuestas en comedero. Estas diferencias han sido relacionadas con otra conducta no adaptativa como las adicciones (Flagel, Akil, & Robinson, 2009) y es razonable suponer que también estarán relacionadas con la conducta subóptima.

Dadas estas diferencias en la capacidad de atribución de valor incentivo (Robinson, Yager, Cogan, & Saunders, 2014), es posible que la presencia de estímulos con valor incentivo únicamente tendrá un efecto en los seguidores de señales, por lo que para analizar la relevancia de nuestros resultados para la propuesta de Chow et. al (2017) es importante analizar a qué categoría pertenecían nuestros animales, pues se esperaría que los sujetos clasificados en el extremo de seguidores de señales muestren conducta subóptima, mientras que aquellos en la categoría de seguidores de objetivos presenten una mayor conducta óptima.

A pesar de que nuestros animales no fueron clasificados previamente a su participación en el procedimiento de elección subóptima, la comparación del número de respuestas en palanca y en comedero es un posible indicador de su pertenencia a dichas categorías. Por ejemplo, el sujeto GOQ5 presenta un mayor número de presiones a la palanca que de entradas a comedero, lo cual podría tomarse como evidencia de que es seguidor de señales, mientras que el sujeto GOQ4 sería clasificado como seguidor de objetivos dado que muestra un mayor número de entradas a comedero que respuestas en palanca.

La hipótesis del valor incentivo predeciría que el sujeto GOQ5 sería subóptimo, mientras que el sujeto GOQ4 mostraría conducta óptima. Empero, los datos del presente experimento no confirmaron dicha hipótesis pues ambos sujetos mostraron una preferencia por la alternativa óptima. Este resultado indica que en un procedimiento que involucra inhibidores condicionados, la relevancia del valor incentivo es escasa.

Para llevar a cabo una evaluación formal sería preciso realizar una previa clasificación de los sujetos entre seguidores de señales y seguidores de objetivos, la cual permitiría conocer la contribución relativa que el valor incentivo y la presencia de inhibidores condicionados tienen sobre la conducta subóptima.

Si el fenómeno de elección subóptima es un análogo del juego patológico como ha sido propuesto por Molet et al. (2012), las recientes aportaciones -incluyendo las del presente estudio- permitirían una aproximación innovadora para la comprensión y posible intervención en un trastorno con alta prevalencia en la sociedad, ya que se han identificado dos variables que tienen un fuerte impacto en la elección. Una vez identificadas en modelos animales no humanos, futuras investigaciones deberán identificarlas en escenarios de juego patológico en humanos con el fin de evaluar su posible manipulación.

Puesto que en ratas, la presencia o ausencia de inhibidores condicionados resultan en conducta óptima o subóptima, respectivamente, parece crucial evaluar la posibilidad de que ambos procedimientos modelen distintas situaciones de elección en humanos. De ser así, sería interesante explorar el impacto de un inhibidor condicionado en una situación que favorezca la conducta de juego patológico.

El desarrollo de la línea de investigación sobre conducta subóptima en animales no humanos resulta de gran interés tanto científico como social, puesto que una mayor comprensión de las variables que la determinan y de las posibles diferencias entre especies en ella, sin duda tendrá importantes contribuciones en el estudio de diversos ejemplos de conducta subóptima en seres humanos.

REFERENCIAS

- Anselme, P. (2016). Motivational control of sign-tracking behaviour: A theoretical framework. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 65, 1-20. doi: 10.1016/j.neubiorev.2016.03.014
- Beckmann, J. S., & Chow, J. J. (2015). Isolating the incentive salience of reward-associated stimuli: value, choice, and persistence. [Research Support, N.I.H., Extramural]. *Learn Mem*, 22(2), 116-127. doi: 10.1101/lm.037382.114
- Brown, P. L., & Jenkins, H. M. (1968). Auto-Shaping of Pigeons Key-Peck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11(1), 1-&. doi: Doi 10.1901/Jeab.1968.11-1
- Catania, A. C. (1963). Concurrent performances: reinforcement interaction and response independence. *J Exp Anal Behav*, 6, 253-263. doi: 10.1901/jeab.1963.6-253
- Cleland, G. G., & Davey, G. C. (1983). Autoshaping in the rat: The effects of localizable visual and auditory signals for food. *J Exp Anal Behav*, 40(1), 47-56.
- Chow, J. J., Smith, A. P., Wilson, A. G., Zentall, T. R., & Beckmann, J. S. (2017). Suboptimal choice in rats: Incentive salience attribution promotes maladaptive decision-making. *Behav Brain Res*, 320, 244-254. doi: 10.1016/j.bbr.2016.12.013
- Chung, S. H., & Herrnstein, R. J. (1967). Choice and delay of reinforcement. *J Exp Anal Behav*, 10(1), 67-74.
- Dunn, R., & Spetch, M. L. (1990). Choice with Uncertain Outcomes - Conditioned Reinforcement Effects. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 53(2), 201-218. doi: DOI 10.1901/jeab.1990.53-201
- Fantino, E. (1969). Choice and rate of reinforcement. *J Exp Anal Behav*, 12(5), 723-730.
- Flagel, S. B., Akil, H., & Robinson, T. E. (2009). Individual differences in the attribution of incentive salience to reward-related cues: Implications for addiction. *Neuropharmacology*, 56, 139-148. doi: 10.1016/j.neuropharm.2008.06.027
- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *J Exp Anal Behav*, 4, 267-272. doi: 10.1901/jeab.1961.4-267
- Herrnstein, R. J. (1964). Secondary Reinforcement and Rate of Primary Reinforcement. *J Exp Anal Behav*, 7, 27-36.
- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *J Exp Anal Behav*, 13(2), 243-266.

- Holland, P. C. (1977). Conditioned Stimulus as a Determinant of Form of Pavlovian Conditioned-Response. *Journal of Experimental Psychology-Animal Behavior Processes*, 3(1), 77-104. doi: Doi 10.1037//0097-7403.3.1.77
- Holland, P. C., Asem, J. S. A., Galvin, C. P., Keeney, C. H., Hsu, M., Miller, A., & Zhou, V. (2014). Blocking in autoshaped lever-pressing procedures with rats. *Learning & Behavior*, 42(1), 1-21. doi: 10.3758/s13420-013-0120-z
- Kendall, S. B. (1974). Preference for intermittent reinforcement. *J Exp Anal Behav*, 21(3), 463-473.
- Kendall, S. B. (1985). A further study of choice and percentage reinforcement. *Behav Processes*, 10(4), 399-413. doi: 10.1016/0376-6357(85)90040-3
- Laude, J. R., Stagner, J. P., & Zentall, T. R. (2014). Suboptimal choice by pigeons may result from the diminishing effect of nonreinforcement. *J Exp Psychol Anim Learn Cogn*, 40(1), 12-21. doi: 10.1037/xan0000010
- Mazur, J. E. (1999). *Learning and Behavior* (fourth ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
- McDevitt, M., Spetch, M., & Dunn, R. (1997). Contiguity and conditioned reinforcement in probabilistic choice. *J Exp Anal Behav*, 68(3), 317-327.
- Molet, M., Miller, H. C., Laude, J. R., Kirk, C., Manning, B., & Zentall, T. R. (2012). Decision making by humans in a behavioral task: do humans, like pigeons, show suboptimal choice? *Learn Behav*, 40(4), 439-447. doi: 10.3758/s13420-012-0065-7
- Pyke, G. H., Pulliam, H. R., & Charnov, E. L. (1977). Optimal Foraging: A Selective Review of Theory and Tests. *The Quarterly Review of Biology*, 52(2), 137-154.
- Robinson, T. E., & Flagel, S. B. (2009). Dissociating the Predictive and Incentive Motivational Properties of Reward-Related Cues Through the Study of Individual Differences. *Biological Psychiatry*, 65(10), 869-873. doi: 10.1016/j.biopsych.2008.09.006
- Robinson, T. E., Yager, L. M., Cogan, E. S., & Saunders, B. T. (2014). On the motivational properties of reward cues: Individual differences. *Neuropharmacology*, 76 Pt B, 450-459. doi: 10.1016/j.neuropharm.2013.05.040
- Roper, K. L., & Zentall, T. R. (1999). Observing Behavior in Pigeons: The Effect of Reinforcement Probability and Response Cost Using a Symmetrical Choice Procedure. *Learning and Motivation*, 30, 201-220.

- Smith, A. P., Bailey, A. R., Chow, J. J., Beckmann, J. S., & Zentall, T. R. (2016). Suboptimal Choice in Pigeons: Stimulus Value Predicts Choice over Frequencies. *PLoS One*, *11*(7), e0159336. doi: 10.1371/journal.pone.0159336
- Spetch, M. L., Belke, T. W., Barnet, R. C., Dunn, R., & Pierce, W. D. (1990). Suboptimal Choice in a Percentage-Reinforcement Procedure - Effects of Signal Condition and Terminal-Link Length. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *53*(2), 219-234. doi: DOI 10.1901/jeab.1990.53-219
- Stagner, J. P., & Zentall, T. R. (2010). Suboptimal choice behavior by pigeons. [Research Support, N.I.H., Extramural]. *Psychon Bull Rev*, *17*(3), 412-416. doi: 10.3758/PBR.17.3.412
- Trujano, R. E., Lopez, P., Rojas-Leguizamon, M., & Orduna, V. (2016). Optimal behavior by rats in a choice task is associated to a persistent conditioned inhibition effect. *Behavioural Processes*, *130*, 65-70. doi: 10.1016/j.beproc.2016.07.005
- Trujano, R. E., & Orduna, V. (2015). Rats are optimal in a choice task in which pigeons are not. *Behavioural Processes*, *119*, 22-27. doi: 10.1016/j.beproc.2015.07.010
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1991). Loss Aversion in Riskless Choice - a Reference-Dependent Model. *Quarterly Journal of Economics*, *106*(4), 1039-1061. doi: Doi 10.2307/2937956
- Williams, D. R., & Williams, H. (1969). Auto-Maintenance in Pigeon - Sustained Pecking Despite Contingent Non-Reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *12*(4), 511-&. doi: DOI 10.1901/jeab.1969.12-511
- Zentall, T. R. (2016). Resolving the paradox of suboptimal choice. *J Exp Psychol Anim Learn Cogn*, *42*(1), 1-14. doi: 10.1037/xan0000085
- Zentall, T. R., & Stagner, J. P. (2011). Sub-Optimal Choice by Pigeons: Failure to Support The Allais Paradox. *Learn Motiv*, *42*(3), 245-254. doi: 10.1016/j.lmot.2011.03.002