

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS**

**CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN
COMPORTAMIENTO**



EFFECTO DEL ESTRÉS CRÓNICO EN LA ESTIMACIÓN TEMPORAL

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO**

PRESENTA:

Luis Hernando Silva Castillo

**DIRECTOR: DR. CRISTIANO VALERIO DOS SANTOS
COMITÉ: DR. ÓSCAR GARCÍA-LEAL**

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Procedimientos y medidas.....	3
Variables que afectan la ejecución en un procedimiento de pico.....	10
Modelos explicativos de estimación temporal.....	15
Estimación temporal y motivación.....	20
El estrés.....	22
Planteamiento del problema.....	25
Método.....	27
Sujetos.....	27
Instrumentos.....	27
Procedimiento.....	28
Resultados	31
Discusión.....	47
Conclusiones.....	59

Índice de figuras

Figura 1.	
Función sigmoideal en una tarea de bisección temporal. Proporción de respuestas a la alternativa larga en función de la duración del estímulo.....	4
Figura 2.	
Distribución de frecuencias de las respuestas en función del tiempo en los intervalos no reforzados de tres cepas distintas de ratas.....	8
Figura 3.	
Representación esquemática del procesamiento de información propuesto en SET.....	17
Figura 4.	
Componentes del modelo comportamental de la estimación temporal (BeT).....	18
Figura 5.	
Tiempo de pico promedio de cada grupo, desviación estándar y promedio del número de respuestas en pico en función del número de sesiones.....	35
Figura 6.	
Promedio y desviación estándar de cada grupo para 10 sesiones en las diferentes medidas de estimación.....	39
Figura 7.	
Promedio del valor del intervalo entre reforzadores (panel superior), pausa pre-carrera (segundo panel), tasa carrera (tercer panel) y la vida cuartilar (panel inferior) en función del número de sesiones.....	41
Figura 8.	
Valores de pico, varianza y respuestas en pico de cada grupo en la fase de reversión.....	45
Figura 9.	
Intervalo entre reforzadores, pausas pre-carrera, tasa carrera y vida cuartilar para cada grupo en función del número de sesiones en fase de reversión.....	46

Índice de Tablas

Tabla 1.

Nivel de ajuste (R^2) de cada sujeto a la función gaussiana en conjunto de 10 sesiones.

Valores extremos y medios para cada grupo en cada condición.....36

Resumen

El propósito del presente trabajo fue estudiar el efecto de las descargas eléctricas incontrolables sobre la ejecución de ratas Wistar en un procedimiento de pico. Se utilizó para ello 24 ratas divididas en dos grupos, los sujetos de un grupo recibieron descargas eléctricas incontrolables e inmediatamente después fueron expuestos a un procedimiento de pico, el otro grupo era idéntico, pero los sujetos no fueron expuestos a descargas eléctricas; se realizaron sesenta sesiones de esta forma (una cada día). Posteriormente se realizó una fase de reversión en la que los sujetos que recibían descargas dejaban de recibirlas y continuaban su ejecución en el procedimiento de pico; los sujetos que no recibían empezaron a recibirlas en la fase de reversión. Los resultados muestran que la introducción de las descargas no afectó la discriminación temporal de los sujetos pero sí afectó la tasa de respuestas. Los resultados son discutidos en términos de la generalidad de los déficits producidos por descargas incontrolables y los hallazgos recientes de la relación entre motivación y estimación temporal.

Palabras claves: Motivación, estimación temporal, procedimiento de pico, intervalos fijo

Introducción

Muchos vertebrados parecen tener una especie de “sensibilidad comportamental” al tiempo (Machado, 1997) que facilita la constante explotación del ambiente en el cual se encuentran y que posee una estructura temporal determinada. Así, las actividades biológicamente relevantes para un organismo se pueden ajustar a la organización temporal de los eventos relevantes en el ambiente. Esta forma en la que el comportamiento de un organismo se ajusta o sincroniza a las regularidades temporales de los eventos ha sido denominada estimación temporal¹. En un ambiente natural, fuera de laboratorio, la estimación de intervalos de tiempo resulta fundamental para la supervivencia y adaptación. Por ejemplo, de acuerdo con algunos de los modelos del forrajeo óptimo, el organismo necesita estimar la cantidad de tiempo gastado en perseguir a la presa en un sector (parche), lo que ayuda al organismo a determinar la tasa de reforzamiento global y determina una explotación más eficiente de su medio. Hinton y Meck (1997), a modo de ejemplo, plantean que una persona necesita estimar el tiempo suficiente para poder pasar al otro lado de una calle antes que los carros lleguen y la puedan golpear. Estos ejemplos muestran cómo la estimación del tiempo es fundamental para la supervivencia y el ajuste a diversas relaciones presentes en el medio. En el laboratorio, un ejemplo de este ajuste se puede ver en un programa de intervalo fijo, en el que la recompensa está disponible después de un periodo de tiempo particular y el organismo empieza a orientar sus respuestas hacia el final de aquel intervalo (Balci, Ludvig, & Brunner, 2010).

La estimación temporal como el ajuste del comportamiento a un ambiente con una estructura temporal determinada ha sido de gran interés dado que los sujetos se comportan

¹ Timing

de manera ordenada respecto a las regularidades ambientales, similar a como se comportan con otro tipos de estímulos que desencadenan o mantienen la conducta (Buriticá, 2011). Se ha considerado la dimensión temporal como fundamental para el entendimiento de la conducta y se ha desarrollado amplia investigación en torno a cómo el tiempo la controla (e.g. Catania, 1970; Ferster & Skinner, 1957; Gallistel, 1990; Gibbon & Allan, 1984; Machado, 1997; Platt, 1979; Richelle & Lejeune, 1980; Staddon, 1983).

Procedimientos y medidas

Para el estudio en laboratorio de tales regularidades, se han utilizado diferentes arreglos experimentales, entre los cuales se encuentran las tareas de discriminación temporal como la bisección temporal (BT), los programas de intervalo fijo y el procedimiento de pico, entre otras. A continuación se describe en qué consisten algunas de esas tareas.

La tarea de bisección temporal fue desarrollada inicialmente por Church y Deluty (1977) y está compuesta por dos fases: en la primera, se enseña a un sujeto a responder diferencialmente a dos duraciones distintas de un estímulo (luz o sonido); una duración es larga y la otra corta. El sujeto tiene que responder a una palanca (izquierda por ejemplo) cuando la duración del estímulo es larga y a la otra palanca cuando la duración del estímulo es corta. La segunda fase es de prueba y se presentan estímulos de duración intermedia; el sujeto tiene que “identificar” los estímulos como largos o como cortos, eligiendo entre las dos palancas presentes. La proporción de respuesta del organismo se distribuye de manera sigmoïdal a medida que aumenta la duración de los estímulos, encontrándose un punto de indiferencia subjetiva cuando la proporción de elección es de 0.5, lo que indica que la

duración del estímulo no es catalogada como larga o corta. En la Figura 1 se aprecia la forma en la que un sujeto responde en las fases de prueba en una tarea de bisección temporal. El punto de igualdad subjetiva se encuentra cuando la proporción de respuestas entre las alternativas es de 0.5 y equivale en esta representación grafica a 4.2 segundos.

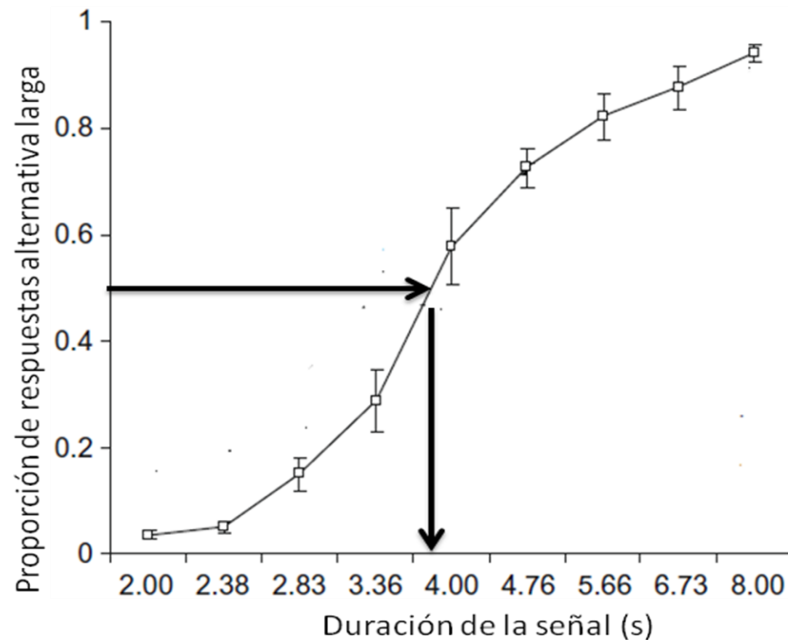


Figura 1. Función sigmoide en una tarea de bisección temporal. Proporción de respuestas a la alternativa larga en función de la duración del estímulo. (Adaptación de Galtress et al, 2010).

Una alternativa metodológica más simple y ampliamente utilizada en el estudio de la estimación temporal es el intervalo fijo (IF). Los programas de intervalo fijo (IF) han sido fuertemente usados en el estudio de la estimación temporal. Inicialmente utilizados por Fester y Skinner (1957), han mostrado utilidad en el área dado que permiten identificar cómo los sujetos cambian su conducta a medida que pasa el tiempo de los intervalos y cómo se ajustan a diferentes variaciones del tiempo del intervalo. En este tipo de procedimiento, los sujetos desarrollan un patrón de conducta que se caracteriza por tasas de

respuestas bajas en el inicio de los intervalos y aumento de la tasa hacia el final de los mismos; una vez adquirido el reforzador, disminuye nuevamente la tasa de respuesta (Catania, 1970).

Este procedimiento permite tener una serie de medidas indirectas de la estimación temporal relacionadas con la distribución de las respuestas del organismo. Según Guilhardi y Church (2004), las medidas más utilizadas en las investigaciones que involucran intervalos fijos son (en orden de las más utilizadas a las menos utilizadas): la tasa de respuesta, el registro acumulativo, el gradiente temporal, el tiempo para un número determinados de respuestas, el índice de curvatura, el tiempo de transición y el tiempo del intervalo en que se da un percentil particular. Esta organización y mención de las diferentes medidas surge de un meta-análisis realizado mediante la revisión de más de 330 artículos publicados en el *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* (JEAB), que tuvo el objetivo de identificar las medidas más utilizadas y las formas de computarlas, pero éstas no son la únicas medidas utilizadas. A continuación se definen y describen la forma de computar cuatro de estas medidas, aunque no todas son mencionadas por Guilhardi y Church en su análisis.

La primera es el intervalo entre reforzadores (IER), que es una medida que da cuenta de la optimización de los sujetos. Se calcula restando al tiempo de obtención del reforzamiento el tiempo de inicio del intervalo. Los valores más alejados indican una menor precisión del control temporal, mientras que los valores más cercanos al valor del intervalo fijo programado indican mayor control temporal. Sin embargo, también es posible obtener valores cercanos al intervalo programado respondiendo continuamente a una tasa constante

sin relación con el tamaño del intervalo. Por este motivo, otras medidas que llevan en consideración la distribución de respuestas dentro del intervalo son necesarias.

La segunda medida utilizada frecuentemente en el estudio de la estimación temporal es el tiempo necesario para realizar n respuestas (Guilhardi & Church, 2004). En el caso de la pausa pre-carrera (PPC), es el tiempo utilizado por el organismo para dar la primera respuesta después de iniciado el intervalo ($n=1$) y se calcula restando al tiempo en el que se da la primera respuesta el tiempo de inicio del intervalo. A medida que pasan los ensayos, los sujetos muestran PPC más largas, pero las pausas mayores al tiempo programado sugieren dificultades en el ajuste al programa temporal y, por tanto, indican poco control temporal.

La tercera medida relevante es la vida cuartilar (VC), que especifica el tiempo en el que se emite un cuarto de las respuestas del intervalo. Si este valor es igual a un cuarto del intervalo programado, entonces el sujeto responde de igual manera a lo largo de todo el intervalo. A medida que el número de ensayos aumenta, la vida cuartilar aumenta su valor indicando que las respuestas se agrupan hacia la finalización del intervalo. Esta medida se calcula tomando el número total de respuestas dadas en el intervalo y dividiéndolas en cuatro. Luego se ubica el tiempo en el que fue dada esta respuesta ($r/4$).

Por último, la tasa carrera (TC) es otra de las medidas utilizadas en el análisis de la estimación temporal, aunque de manera estricta no es una medida de estimación temporal, pero parece variar sistemáticamente a medida que los sujetos adquieren experiencia en un programa de intervalo fijo determinado, es decir, va cambiando ordenadamente a medida que aumenta el número de ensayos. Su cálculo se realiza restando al valor del intervalo el tiempo de la primera respuesta y contando el número de respuestas en este intervalo; la

razón entre las respuestas contadas y el tiempo total menos el de la primera respuesta es el valor de la TC.

Además de los programas de intervalo fijo, otro procedimiento frecuentemente usado es el desarrollado por Catania (1970) y llamado procedimiento de pico. Es una derivación de los programas de intervalo fijo y actualmente es un procedimiento estándar para el estudio de la estimación temporal (Balsam, Drew, & Gallistel, 2010; Cabeza de Vaca, Brown & Hemmes, 1994; Morrissey, Wogar, Bradshaw & Szabadi, 2000; Roberts, 1981, entre otros). En él, se alternan ensayos de intervalos fijos reforzados y ensayos de prueba que consisten en intervalos fijos no reforzados tres veces mayores en duración a los intervalos reforzados. Este procedimiento permite analizar en los ensayos de prueba (no reforzados) la distribución de las respuestas del organismo respecto al periodo de los intervalos fijos reforzados. Se observan distribuciones de frecuencia similares a las de una curva normal en estos ensayos, cuya frecuencia más alta o pico se encuentra alrededor del tiempo de finalización del intervalo fijo programado. El análisis del comportamiento durante los ensayos no reforzados (o de prueba) muestra que la tasa de respuesta aumenta gradualmente después del inicio de intervalo, alcanzando un máximo de respuestas en valores cercanos a los del intervalo fijo reforzado y luego la tasa de respuesta disminuye, formando una especie de curva normal simétrica respecto al valor del máximo de respuestas o pico. La distribución de las respuestas en un conjunto de ensayos de prueba de pico se puede apreciar en Figura 2. Este procedimiento ha sido utilizado con palomas, ratas, peces, abejas y seres humanos (Orduña, 2011).

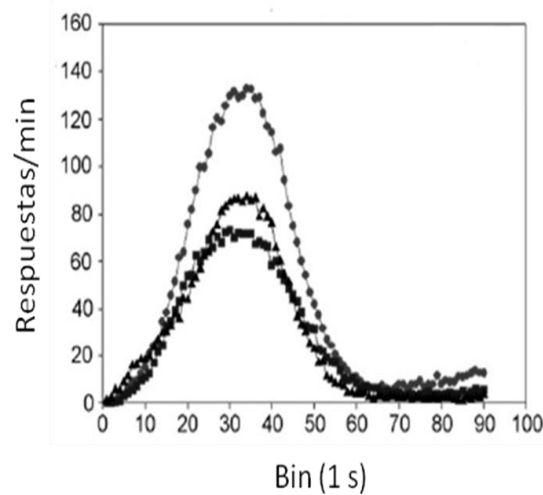


Figura 2. Distribución de frecuencias de las respuestas en función del tiempo en los intervalos no reforzados de tres cepas distintas de ratas. Se aprecia el número máximo de respuestas, el punto de pico (el punto más alto de la curva), y la desviación de los datos respecto al pico para un conjunto de 10 ensayos. (Adaptación de Orduña, García, Menéz, Hong, & Bouzas et al, 2008).

Los ensayos no reforzados del procedimiento de pico arrojan información de la distribución de las respuestas de los sujetos en función del tiempo y se plantea que estos ensayos permiten identificar cómo los sujetos anticipan la disponibilidad del reforzador. Por esta razón, las medidas utilizadas principalmente son a) el tiempo de pico o tiempo en el que se da un mayor número de respuestas, b) la desviación estándar y c) el número de respuestas dadas en el pico. Estas medidas ayudan a entender la forma de la curva mostrando dónde se concentran las respuestas (centro), qué tanto se alejan los datos en conjunto del centro y la altura de la curva. Adicionalmente, en ocasiones se utiliza la fracción de Weber como un índice de precisión de la discriminación (véase Orduña et al., 2008; Vázquez-Lira & Orduña, 2011).

Los valores del pico, la desviación y el valor de respuestas en el pico se calculan dividiendo el intervalo en bins de x segundos y contando la frecuencia de respuestas en

cada bin. Luego, se ajusta una curva gaussiana de tres o cuatro parámetros a este histograma. La función gaussiana de tres parámetros que fue utilizada en la presente investigación aparece a continuación:

$$f(x) = ae^{-\frac{(x-x_0)^2}{2b^2}},$$

Los parámetros para la función son los siguientes: el punto de pico (X_0), el número máximo de respuestas (a) y la desviación estándar (b). La fracción de Weber considerada como índice de precisión de las respuestas se calcula como la razón de la desviación estándar y el tiempo de pico.

Con el cómputo de estas medidas, se pueden observar dos sesgos básicos en la estimación del intervalo: la subestimación y la sobreestimación, asumiendo que hay una relación 1:1 entre el tiempo real y el tiempo percibido y una alteración de esta relación resulta en un sesgo. La subestimación consiste en responder a un intervalo como si fuese más corto de lo que realmente es, y la sobreestimación es responder a un intervalo como si fuera más largo de lo que realmente es. Esto puede verse como el desplazamiento del pico de la curva (punto máximo de respuestas) hacia la izquierda (subestimación) o hacia la derecha (sobreestimación). Adicional al posible desplazamiento del pico, también pueden observarse una mayor o menor tendencia de los datos a agruparse cerca del valor del pico generando curvas más o menos pronunciadas. Por esto, la desviación de las respuestas respecto al tiempo de pico se considera como un índice de precisión, una desviación bastante alta podría sugerir poca precisión de la respuesta y, por el contrario, una baja desviación sugeriría mayor precisión de la respuesta respecto al pico estimado.

Adicionalmente, dado que el procedimiento de pico está constituido por ensayos fijos reforzados y ensayos no reforzados, también se pueden realizar análisis de la forma en la que los sujetos responden a los intervalos fijos reforzados, utilizando las medidas que tradicionalmente han sido usadas en las investigaciones que usan los programas de intervalo fijo y que han sido descritas en apartados anteriores.

VARIABLES QUE AFECTAN LA EJECUCIÓN EN UN PROCEDIMIENTO DE PICO

Se ha reconocido que variables como la proporción de ensayos fijos respecto a ensayos de pico cambia la tasa de respuesta en los picos (Robert, 1981), el número de ensayos de entrenamiento mejora la precisión de la respuesta (menor variación y latencias más altas para las primeras respuestas en el intervalo) (Church & Meck, 1988 en Killeen, Fetterman & Bizo, 1997), la presencia de cambios en la estimulación durante los periodos de espera muestran desviaciones en el pico relativas a la duración del cambio en la estimulación (e.g. Orduña, 2008; Roberts, 1981, Roberts & Church, 1978) y variables motivacionales parecen jugar un papel fundamental en la forma en la que los sujetos anticipan el tiempo de disponibilidad del reforzador en los ensayos no reforzados (Galtress & Kirkpatrick, 2009, 2010; Ludvig, Balci, & Spetch, 2011).

Las variables motivacionales pueden ser aquellas que se relacionan con el estado de privación/saciedad del organismo, o modificaciones en el sistema de recompensa/valoración. La relación entre variables motivacionales y la estimación temporal deriva parcialmente de la reciente y creciente evidencia de que el cambio en la magnitud del reforzador o valor de la recompensa altera el ajuste a los intervalos de tiempo, y del conocimiento de las estructuras a nivel cerebral involucradas en ambos procesos (Galtress,

Marshall & Kirkpatrick, 2012). Sin recurrir por el momento a las bases neurológicas de la estimación y la motivación, en un nivel puramente comportamental, hay evidencia que sugiere que los cambios en el estado de saciedad y la magnitud de los reforzadores repercuten en la forma que los sujetos responden en un procedimiento de pico y este hallazgo ha sido reportado en ratas y en palomas (i.g. Roberts, 1981; Luving, Conover, Shizgal, 2007; Galtress et al., 2012).

En el procedimiento de pico estándar, hay una fase de línea base en la que los sujetos son expuestos a una serie de ensayos fijos reforzados y posteriormente a fases de prueba que consisten en ensayos de mayor duración que no son reforzados. Las variables manipuladas se resumen en dos, aquellas que cambian el estado del organismo mediante recompensas infladas o cambian el valor del reforzador mediante la asociación con cloruro de litio y aquellas que manipulan la magnitud del reforzador entre sesiones (sin un considerable aumento de la saciedad).

Por ejemplo, Kirkpatrick (2009) devaluó el reforzador mediante la utilización de cloruro de litio, utilizando 12 ratas machos en un procedimiento de pico, y encontró una modificación en el tiempo de pico de la distribución, que se desplazó hacia valores más alejados del inicio del intervalo (gráficamente, este cambio se representa como un desplazamiento de la distribución hacia la derecha).

También se ha manipulado la magnitud de la recompensa en este procedimiento, aumentándola o disminuyéndola entre ensayos. Galtress y Kirkpatrick (2009), utilizando ratas en un procedimiento de pico, encontraron que se encontraba un cambio en la forma en que respondían a los intervalos de prueba al aumentar la magnitud del reforzador de uno a cuatro pellets, caracterizado por un aumento significativo en la tasa de respuesta y una

“agudización” de la distribución (menor desviación estándar). También se halló un desplazamiento de valor del pico hacia la izquierda. Cuando el valor de la magnitud inicial (un pellet) se restablecía, la tasa de respuesta bajaba y el punto de pico original se restablecía.

Este fenómeno parece tener generalidad en otras especies, como demostraron Ludvig, Balci y Spetch (2011) utilizando palomas como sujetos. También emplearon un procedimiento de pico en el que manipularon la magnitud de los reforzadores (magnitudes grandes, medianas y pequeñas) dentro de cada sesión. Los autores reportan que la mayoría de las palomas respondieron con menor frecuencia y sus respuestas en los intervalos de prueba empezaron más tarde cuando la recompensa era pequeña, pero las respuestas empezaban en periodos más tempranos del intervalo y el pico se desplazaba hacia la izquierda cuando la recompensa era grande. Sin embargo, en lo que respecta a la finalización de las respuestas no se encontraron diferencias entre las diferentes condiciones (magnitudes altas/medias/bajas). Los autores plantean que una alternativa para explicar estos hallazgos es contemplar que el sistema de “conteo” puede acelerarse o desacelerarse, y esto puede estar ser una función de la magnitud de la recompensa. Adicionalmente, plantean la posibilidad de que existan mecanismos separados para el inicio y la finalización del conteo, puesto que se encontraron diferencias en el tiempo de inicio de las respuestas, pero no en el tiempo en el que los sujetos dejan de responder.

La afectación de la estimación temporal por el cambio de la magnitud del reforzador muestra generalidad cuando se utiliza estimulación cerebral de diferente intensidad como reforzador. Ludvig, Conover y Shizgal (2007) encontraron que el comportamiento de los

sujetos es afectado de manera similar por el cambio de magnitud de estimulación eléctrica proporcionada en una área particular del cerebro a como lo es afectado por los cambios en magnitud de otro tipo de reforzador en el experimento de Galtress et al. (2009). Estudiaron la relación entre el cambio de la intensidad eléctrica (magnitud del reforzador) y la ejecución en un procedimiento de pico utilizando ratas; la estimulación eléctrica fue dada en el haz prosencefálico medial, en un haz heterogéneo de axones que suministran enlaces bidireccionales entre el prosencéfalo y el mesencéfalo por una parte, y las estructuras del rombencéfalo por otro. Las ratas recibieron de manera consecutiva dos diferentes niveles de estimulación cerebral. En los ensayos, se encontraron pausas más largas cuando la estimulación eléctrica fue de magnitud menor, es decir, las primeras respuestas del sujeto en la pruebas de pico o ensayos no reforzados se tardaban más en empezar. Este efecto fue reversible cuando el reforzador fue la estimulación eléctrica de mayor intensidad, con la cual se encontraban pausas más cortas.

Otra manipulación realizada que pretendía determinar si los efectos de la disminución del reforzador en la organización de la conducta en el procedimiento de pico eran debidos a un proceso de extinción fue realizada por Galtress et al. (2009), quienes exponían a los sujetos a una fase de extinción compuesta por dos sesiones cada una con 10 intervalos fijos (ensayos de pico) no reforzados. Al estudiar la ejecución en extinción encontraron que la ejecución de las ratas no cambiaba sustancialmente, es decir, el tiempo de pico y la distribución de las respuestas respecto a éste no cambian, aunque si se encuentra un significativo decremento de la tasa de respuestas. Estos hallazgos han sido consistentes con los hallazgos que muestran que la estimación temporal no resulta afectada

por la extinción en el sentido en el que la distribución relativa de las respuesta en el tiempo se mantiene (véase Guilhardi & Church, 2006; Guilhardi et al., 2006).

Por tanto, la evidencia sugiere que:

1) Los efectos de la devaluación del reforzador mediante asociación con cloruro de litio y recompensas infladas pueden ser similares a los provocados por los cambios en la magnitud del reforzador (en especial la disminución) en la estimación temporal. Estos efectos se resumen en la desviación de la distribución hacia la derecha, menor agudeza del pico (mayor varianza) y más altas latencias en el inicio del intervalo.

2) El aumento de la magnitud del reforzador afecta la estimación temporal de los organismos de tres maneras diferentes: generando que la primera respuesta al intervalo se dé en valores más cercanos al inicio, favoreciendo un aumento de la tasa de respuestas y desplazando el inicio de una alta tasa de respuesta hacia valores más cercanos al inicio del intervalo, lo cual agrupa las respuestas hacia valores menores (desplazamiento hacia la izquierda del pico).

3) Los cambios en las diferentes condiciones no se deben a la extinción, en donde hay una importante disminución de la tasa de respuesta, pero la distribución relativa de las respuestas en función del tiempo se mantiene constante, es decir, permanece el control temporal.

Modelos explicativos de estimación temporal

Esta capacidad de los organismos para responder a eventos que se distribuyen de manera particular en el tiempo es fundamental para diversos tipos de aprendizaje (Orduña, 2011, Church, 2002; Gibbon, 2002) y ha resultado en diferentes modelos teóricos, algunos de los cuales proponen la existencia de mecanismos internos en términos algorítmicos o neurológicos responsables del cronometraje y el aprendizaje de intervalos de tiempo (e.g. Church, 2002; Gibbon, 2002). Algunos de los modelos teóricos existentes son: La teoría comportamental de la estimación temporal (Killeen & Fetterman, 1998), el Modelo de Múltiple Oscilador (Church & Broadbent, 1990), La Teoría Espectral de la Estimación (Grossberg y Shimajuk, 1989), el Modelo Múltiple de Estimación Escalar (Staddon & Higa 1999) y el Modelo de Espectancia Escalar (Gibbon, Church, y Meck, 1984). Todos ellos implican, de una u otra forma, un marcapasos que determina cómo el sujeto cambia su conducta a través del tiempo. Unas de las formas más elaboradas de modelos de la estimación se encuentran en el modelo de espectancia escalar y el modelo comportamental de la estimación. Estos dos modelos suponen la existencia de un generador de pulsos que determina el ajuste del sujeto a diferentes condiciones ambientales y diferentes parámetros ajustables que determinan el cambio (aceleración –desaceleración) del generador de pulsos. Se describen a continuación estos dos modelos dado que son los más mencionados en la literatura especializada de la estimación temporal.

La teoría de espectancia escalar del timing (SET) fue desarrollada por Gibbon y colaboradores (Church, Meek, & Gibbon, 1994; Gibbon, 1977,1991). SET es un modelo cognitivo matemático de reloj interno que da cuenta del procesamiento de información implicado en el ajuste de los sujetos a las regularidades temporales (Machado, 1997). Este

modelo de procesamiento consta de tres grandes mecanismos (metafóricos) que se encuentran interrelacionados: a) un mecanismo de cronometraje (reloj), b) un mecanismo de memoria y c) un mecanismo de comparación. El sistema de cronometraje está compuesto por un marcapasos, un switch y un acumulador: el marcapasos se activa al inicio de un intervalo emitiendo pulsos con una distribución determinada y el switch conecta el marcapasos con el acumulador interrumpiendo o permitiendo el paso de los pulsos al acumulador que los “registra”. El sistema de memoria cuenta con una memoria de trabajo y una memoria de referencia. En la primera, se registra el tiempo transcurrido de un intervalo en curso, mientras que en la segunda se guardan los valores o el número de pulsos asociados a eventos importantes y de esta memoria se pueden recuperar valores para luego utilizarlos. Por último, el mecanismo de comparación utiliza determinadas reglas de operación y compara el número de pulsos o los valores temporales registrados en cada tipo de memoria, contrastando el valor del número de pulsos de un intervalo presente con algún intervalo que ha sido importante y que se encuentra almacenado en la memoria de referencia. Si lo que está en memoria de trabajo supera el *límite* establecido en la memoria de referencia, ocurre la conducta como una salida del sistema de procesamiento. La representación gráfica de los componentes y pasos que configuran los procesos de estimación temporal en este modelo se aprecian en la Figura 3.

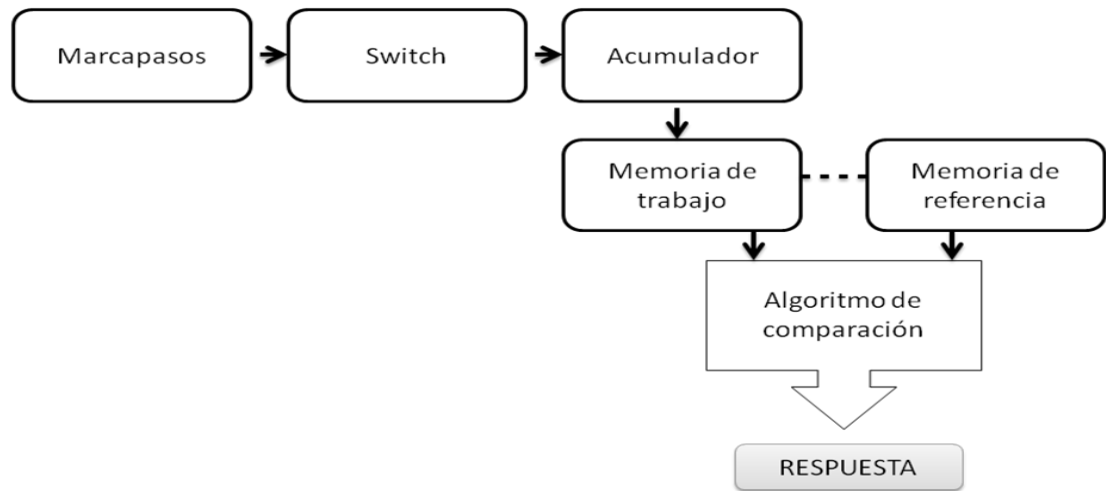


Figura 3. Representación esquemática del procesamiento de información propuesto en SET. (Adaptación de Church, 2002).

La teoría comportamental del timing (BeT) fue desarrollada por Killeen y Fetterman (1988) y representa otra opción para entender cómo el tiempo parece adquirir control de la conducta. En esta propuesta, se distingue entre conducta interina y conducta terminal. La conducta interina es aquella conducta adjuntiva que desarrolla el sujeto y que no tiene relación directa con la respuesta que genera el reforzador. Para estos autores, la conducta adjuntiva se organiza en clases de comportamientos en los que el animal se mantiene por algunos periodos de tiempo, y el cambio de una clase de conducta a otra se da por un marcapasos que genera pulsos de manera determinada. Cuando el reforzador ocurre, el animal asocia la clase actual de comportamiento con la respuesta que genera el reforzador. De acuerdo con BeT, la clase conductual en la que se mantiene el organismo cuando aparece el reforzador sirve como un estímulo discriminativo para las próximas respuestas. Una representación grafica de los procesos implicados en la estimación temporal según BeT se encuentra en la Figura 4.

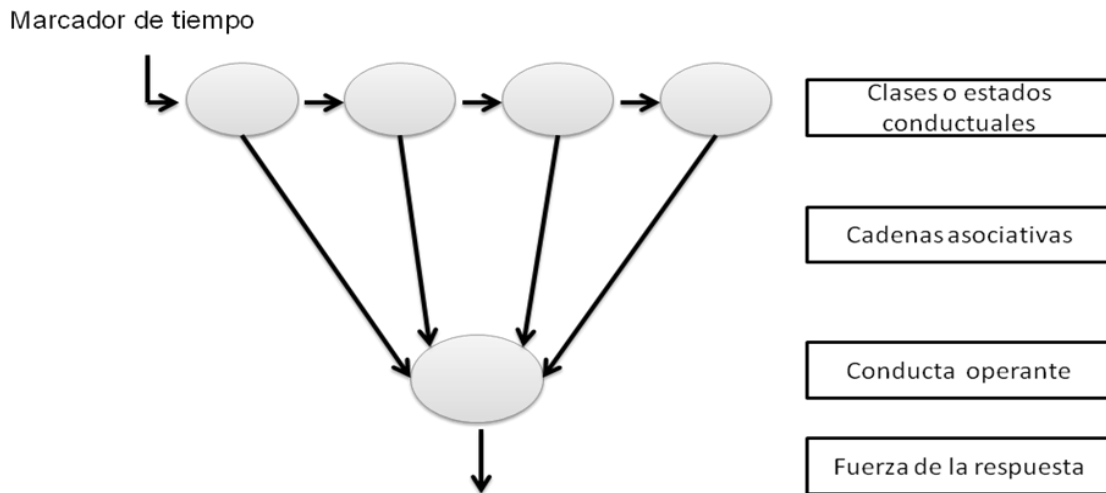


Figura 4. Componentes del modelo comportamental de la estimación temporal (BeT). En la parte superior hay un marcador temporal que es activado por la presencia de reforzadores. La conducta se distribuye en estados comportamentales que cambian a través del tiempo. Cada estado está asociado en cierto grado con la respuesta operante y la activación de los estados multiplicados por sus vínculos asociativos determina la fuerza de la respuesta operante (adaptado de Machado, 1997).

Estos dos modelos proponen que parámetros como el estado de activación del organismo (*arousal*) para el caso de SET, o los cambios en la tasa global de reforzamiento para el caso de BeT inciden en la distribución de pulsos del marcapasos (tanto en el marcapasos conceptualizado en la Teoría de Esperancia Escalar como en la Teoría Comportamental de la Estimación) y entran en relación con los otros parámetros del sistema, logrando afectar la estructuración de la conducta en el sujeto en el tiempo.

Hallazgos a la luz de las teorías de la estimación temporal

Una posible interpretación teórica de los hallazgos sobre el valor del reforzador se puede encontrar en la teoría de la espectancia escalar (SET). La velocidad del marcapasos puede aumentar o disminuir cuando se disminuye el valor del reforzador, debido a que el *arousal* o nivel de activación del organismo dentro de SET se propone como un posible

modulador del funcionamiento del marcapasos. Otra alternativa para explicar los hallazgos dentro de SET es considerar que los efectos de contraste afectan el interruptor del marcapasos generando más o menos pulsos en el acumulador. Entonces el interruptor como un mecanismo atencional sería dependiente del estado (Galtress & Kirkpatrick, 2010) y una demora en el cierre podría explicar la respuesta anticipada en los ensayos próximos.

También podrían interpretarse los resultados como cambios en los límites de decisión asociados a los estados particulares de saciedad/privación del organismo. Sin embargo, autores como Galtress et al.(2012) afirman que ninguno de los procesos de SET puede dar cuenta de los resultados y las variables motivacionales, dado que este modelo carece de normas para entender la modificación del valor de sus parámetros dado un estado motivacional particular. Esta dificultad aplica de manera extendida a otros modelos como “packet theory” (Kirkpatrick, 2002), el modelo de oscilador múltiple (Church, 1990), y la teoría modular del timing (Guilhardi, Yi & Church, 2002).

Otra alternativa de interpretación teórica se encuentra en el modelo BeT (Killen & Fetterman, 1988), en donde se puede asumir que la velocidad del marcapasos que determina el cambio de estado aumenta por las altas tasas de reforzamiento (para el caso de aumento de la magnitud del reforzador) haciendo que los cambios de estados o clases conductuales se alteren también. Esto podría generar un desplazamiento del pico hacia la izquierda que podría ser transitorio. De ser así, la curva del pico se volvería mas puntiaguda y las respuestas más precisas, pero los hallazgos muestran que la curva se llega a aplanar en los ensayos en los que el pico se encuentra desplazado hacia la derecha (Galtress et al., 2012). No obstante, al igual que SET, este modelo carece de normas para entender la modificación del valor de sus parámetros dados estados motivacionales particulares.

Las teorías de la estimación temporal anteriormente mencionadas dan cuenta de la estimación temporal bajo condiciones relativamente estables pero no cuentan con la posibilidad de describir las dinámicas y fluctuaciones del control temporal a través de la experiencia, ni contemplan en sus parámetros aquellas variables de orden motivacional que empíricamente muestran afectar a la conducta (Galtress et al., 2012; Higa & Staddon, 1997). Es por la anterior razón que los hallazgos no parecen encajar perfectamente en ninguno de los modelos teóricos hasta ahora desarrollados y continúa siendo un reto dentro del análisis de la conducta el desarrollo o refinamiento de modelos que den cuenta de este fenómeno con toda la complejidad y las aristas que lo componen (Galtress et al., 2012)

Estimación temporal y motivación

Independientemente del modelo teórico usado para describir los hallazgos en las investigaciones sobre la estimación temporal, existe una amplia y creciente evidencia de que variables motivacionales como el estado del organismo (privación/saciedad) y los cambios en la magnitud de reforzamiento llegan a afectar la organización de conducta del sujeto en programas temporales. Esto es un indicador de que la motivación y la estimación temporal no son procesos independientes y que es necesario desarrollar investigación al r para comprender claramente la relaciones complejas presentes en el *timing*.

Si las variables motivacionales tales como el estado y el valor de los reforzadores están relacionadas con la estimación temporal y afectan de manera sistemática el ajuste de los sujetos a los procedimientos estándar de estimación, entonces se puede esperar que otro procedimiento, variable independiente o situación a la que se enfrente un individuo y que afecte su estado motivacional, puede afectar también la forma en la que los sujetos estiman

el tiempo; es decir, todo aquel procedimiento o conjunto situaciones que afecte el estado motivacional del organismo o el valor del reforzador, afectará también la forma en que se adquiere el control temporal.

Una situación o variable que ha mostrado tener efecto en los estados motivacionales del organismo es la exposición a cierto tipo de estímulos estresores. Esta exposición genera cambios o déficits motivacionales que han sido entendidos como la disminución de la probabilidad de emitir respuestas (Seligman, 1975) y la pérdida del valor del reforzador (Rygula, Abumaria, Flügge, Fuchs, Rüter & Havemann-Rinecke (2005) y son más o menos robustos dependiendo de la cualidad e intensidad de los estresores, el tiempo de exposición, la controlabilidad/escapabilidad y la predictibilidad. La exposición a diferentes modalidades de estresores también puede generar cambios en el nivel de activación general del organismo o *arousal* y esto podría afectar la ejecución general del sujeto en diferentes tareas (Yerkes & Dodson, 1908), incluyendo la estimación temporal, dado que es una variable que se ha usado repetidamente en diferentes modelos para explicar cambios hipotéticos en el funcionamiento de un reloj o marcapasos que determina el control temporal (i.e. Teoría de la espectancia escalar, Teoría comportamental del timing).

De esta forma, es posible sugerir que la exposición a estímulos estresores y, por tanto un protocolo que induzca estrés, puede alterar la forma en que un sujeto adquiere o mantiene el control temporal. A continuación se describirá de manera más detallada lo que se ha concebido como estímulo *estresor*, *estrés*, y los efectos de estos sobre otros tipos de conducta.

El estrés

El estrés es un término de uso frecuente en la literatura científica que aparece en la década de los treinta para hacer referencia a un conjunto de cambios fisiológicos y conductuales consecuencia de eventos o estímulos ambientales que son potencialmente nocivos para el organismo y generan algún tipo de ruptura o cambio en el estado de equilibrio del mismo.

El estrés puede definirse de manera general como la respuesta de un sistema autorregulable a una alarma general (Bravo & Gortari, 2007) o como una reacción fisiológica ante cualquier forma de estímulo perjudicial (Selye, 1974), pero es importante señalar que el estrés no es el estímulo, sino un grupo general de procesos y reacciones orgánicas como respuesta a una demanda ambiental (González-Torres, López-Espinoza, & dos Santos, 2010). Esta reacción implica una serie de cambios fisiológicos y conductuales que se desencadenan en los organismos cuando son enfrentados a eventos o situaciones que amenazan su integridad y producen respuestas que son cruciales para la supervivencia del organismo, las cuales parecen tener un valor para la adaptación en la medida en que proveen estrategias apropiadas para responder a un entorno hostil (Moreno, Lamprea & Duenas, 2009). Los eventos o situaciones que producen estas respuestas son llamados “estresores” (Selye, 1974).

En el estudio experimental del estrés con modelos animales (principalmente ratas y ratones), se han usado diversas clases de estresores que se pueden diferenciar según el tipo, la duración o la intensidad (e.g. inyecciones de corticosterona, separación materna temprana, inmovilización, descargas eléctricas en la cola, descargas eléctricas en las patas,

etc.). Los cambios fisiológicos en el sistema nervioso central (sistema límbico, amígdala, corteza frontal, hipotálamo e hipocampo) y los neurotransmisores involucrados parecen relacionarse directamente con las cualidades y el tiempo de exposición a los estresores (Bravo & Gortari, 2007), razón por la cual tiene sentido esperar cambios conductuales asociados a los cambios en las cualidades y la distribución temporal de éstos.

Una clasificación del estrés puede darse en términos de las características propias de los estímulos usados, como la duración e intensidad, que dan lugar a dos categorías básicas, el estrés crónico y el agudo (Torres, López-Espinoza, Martínez, Franco, Díaz, Sosa, Aguilera, Magaña, Cárdenas, 2009). Los estresores agudos en general son de alta intensidad, son presentados en una sola ocasión y su duración puede ser de horas, minutos o segundos; en contraste, el estrés crónico se induce mediante la presentación de estímulos generalmente de menor intensidad pero con mayor tiempo de exposición (González-Torres, López, & Dos Santos, 2010; Torres et al, 2009; Marti & Armario, 1998). A su vez los estímulos crónicos pueden ser continuos o variables.

Adicionalmente, la exposición al estímulo estresante puede ser interrumpida por alguna conducta del sujeto, en cuyo caso se habla de una relación de controlabilidad, en oposición a una situación de incontrolabilidad en la que la exposición al estímulo estresante es independiente de la conducta del sujeto. Los estímulos usados también pueden ser predecibles o impredecibles. En el primer caso, hay claves ambientales o relaciones temporales que permiten al organismo “predecir” algún aspecto particular del estímulo estresor (e.g. duración, inicio, final, etc.); en el segundo caso (imprevisibilidad), no hay relaciones sistemáticas entre eventos que permitan al organismo identificar las cualidades

del estímulo estresor. Estas dos características de los estímulos (controlabilidad-previsibilidad) influyen de manera significativa en el desarrollo de la respuesta de estrés (véase Dal Zoto, 2002; Seligman, 1968, 1975).

Dentro de los procedimientos experimentales usados para inducir estrés se encuentra el “desamparo aprendido”. En este procedimiento, se utilizan tres grupos: el primero recibe descargas eléctricas inescapables acopladas al segundo grupo, el cual recibe descargas eléctricas que pueden ser interrumpidas ante la emisión de una respuesta particular; un tercer grupo no recibe descargas eléctricas (véase Seligman, 1967). Este paradigma ha sido ampliamente estudiado para determinar los efectos una historia de incontrolabilidad sobre la conducta, los cuales son tradicionalmente evaluados en contingencias de escape. Se ha observado que los sujetos expuestos a este procedimiento presentan dificultades en el ajuste a nuevas contingencias de escape posteriores a la implementación del procedimiento (Seligman & Maier, 1967; Weiss, 1970).

Los hallazgos muestran que los sujetos expuestos a este tipo de estrés desarrollan déficit motivacionales, emocionales y cognitivos. Se entiende como un déficit motivacional la baja probabilidad de iniciar o mantener nuevas respuestas. El déficit emocional hace referencia a cambios fisiológicos (generalmente la activación de estructuras del sistema límbico, respuestas neuroendocrinas y cambios metabólicos, Bravo & Gortari, 2007). Por último, los déficits cognitivos hablan de la dificultad de los sujetos a ajustarse “adecuadamente” a nuevas contingencias o de aprender nuevas relaciones (Seligman, 1975). Adicionalmente, se ha encontrado en los sujetos expuestos a choques inescapables

un cambio en su actividad motora (e.g., Anisman, Remington, & Sklar, 1979; Anisman & Sklar, 1979).

Planteamiento del problema

Dentro del estudio del estrés, uno de los modelos más utilizados es el de desamparo aprendido. Como efecto de la exposición a descargas eléctricas inescapables e incontrolables los sujetos desarrollan déficits motivacionales, emocionales y cognitivos. La mayoría de estos déficits han sido puestos a prueba en contingencias de evitación y escape, en las que los sujetos con una historia de incontrolabilidad-inescapabilidad tienen ejecuciones pobres en términos del ajuste a las contingencias programadas, en comparación a los sujetos que no han sido expuestos a tal historia de incontrolabilidad. Es relativamente poco lo que se ha investigado sobre la relación entre estos estados inducidos por estímulos estresores y el ajuste de los sujetos en otros tipos de contingencias, por ejemplo las contingencias apetitivas.

El presente estudio tiene como objetivo determinar los efectos de un tipo particular de estrés (crónico) sobre el ajuste de ratas albinas de la cepa Wistar a una contingencia apetitiva que involucra el control temporal o la estimación temporal. Esta relación no ha sido previamente abordada en el análisis experimental de la conducta ni en otras corrientes de la psicología experimental, por lo que la presente investigación tiene un objetivo en principio exploratorio y pretende describir la posible relación entre el estrés y la estimación. Otro objetivo adicional consiste en describir la forma en la que la exposición crónica a

estímulos estresores afecta la organización temporal de la conducta es determinar la generalidad de los déficits provocados por el estrés en contingencias apetitivas².

Para el cumplimiento de estos objetivos, se realizó un único experimento con dos grupos de ratas de la cepa Wistar. Uno de los grupos fue expuesto a un protocolo de estrés crónico idéntico al utilizado en González et al. (2010) en el que los estímulos estresores fueron descargas eléctricas no señalizadas, incontrolables e inescapables administradas durante un periodo corto de tiempo (10 minutos) diariamente, y a una prueba de pico; el otro grupo no fue expuesto a estos choques pero también fue expuesto al procedimiento de pico.

Considerando que la exposición al estrés puede producir un déficit motivacional y cambios en el valor del reforzador, y estos cambios producen efectos sobre la estimación temporal, se esperaba que los déficit motivacionales asociados a la exposición a choques inescapables generaran desviaciones del pico hacia la derecha, mayores latencias de respuesta y un aplanamiento de la curva, es decir, que los sujetos expuestos a choques den la primera respuesta a cada ensayo cuando haya pasado más tiempo, tengan mayor variabilidad en el momento de responder en la prueba y sean menos “precisos” en estimar el intervalo asociado en el procedimiento de pico.

² Por apetitivas se hace referencia a aquellas situaciones en las que la conducta del sujeto favorece o determina la entrega de reforzadores apetitivos, y se distingue de las contingencias de evitación-escape en las que la conducta del sujeto elimina estímulos aversivos.

Método

Sujetos

Veinticuatro ratas macho de la cepa Wistar con una edad entre los 90 y los 94 días para el inicio del experimento. Todos los sujetos eran experimentalmente ingenuos y fueron mantenidos en cajas/habitación individuales de aproximadamente 24 cm de ancho, 32 cm de largo y 15 cm de alto, en un ciclo de luz-oscuridad 12:12 horas. Los sujetos fueron manipulados durante la fase del ciclo de luz y únicamente recibían 30 minutos diarios de agua inmediatamente después de la sesión experimental. Los sujetos tenían libre acceso al alimento.

Instrumentos

Seis cajas de condicionamiento operante MED-ENV – 008 cada una con un bebedero MED-ENV-202M que entrega en cada activación 0.02 ml de agua. Cada caja contaba con una palanca en la parte izquierda del panel frontal a 6 cm de altura y a 6 cm de distancia del bebedero; la fuerza necesaria para la activación de la palanca era de 0.12N aproximadamente. Adicionalmente, la caja contaba con una luz general ubicada en la parte trasera. El suelo contaba con una rejilla conectada a un sistema de descargas eléctricas MED-ENV-414S ajustado para proporcionar descargas eléctricas de 0.6 mA.

Procedimiento

El experimento consistió en tres fases, la primera una fase pre-experimental que comprende la habituación, el moldeamiento y un programa de reforzamiento continuo; una

segunda fase propiamente experimental (60 días) y una tercera fase de reversión en donde los sujetos del grupo experimental y control cambian de condición durante 10 días.

Fase pre-experimental: Habitación, entrenamiento al bebedero y moldeamiento

Los sujetos fueron privados de agua durante la totalidad de la investigación. Únicamente tenían acceso a 30 minutos de agua después de las sesiones experimentales y durante la sesión experimental, siempre que cumplieran con los requisitos del programa.

Los sujetos fueron habituados a la caja operante en dos sesiones de 30 minutos (una diaria), en donde había 60 entregas de agua de acuerdo a un programa de tiempo fijo (TF) 45 segundos. Cada entrega de agua equivalía a la activación del bebedero por 3 s. La habituación se consideró terminada cuando los sujetos consumían por lo menos 30 reforzadores en una sesión.

En las siguientes sesiones, salía la palanca izquierda, se realizaban entregas de agua en un programa conjuntivo tiempo fijo (TF) 45 segundos razón fija (RF) 1. Se cambiaba de fase después de 50 respuestas en una sesión de 30 minutos. La mayoría de los sujetos aprendió a palanquear entre la sesión dos y la sesión siete y pasaron a un programa de reforzamiento continuo. Los sujetos que no se ajustaron fueron moldeados manualmente.

El programa de reforzamiento continuo terminaba cuando los sujetos obtuvieran 150 reforzadores en 30 minutos, después de lo cual pasaban a un programa de intervalo variable (IV) 15 segundos. Cuando los sujetos obtuvieran por lo menos 50 reforzadores después de dos sesiones consecutivas, pasaban a un programa IV 30 s; cuando los sujetos

adquirieron 50 reforzadores se daba por terminada la fase de pre-entrenamiento y empezaba el procedimiento de pico y las descargas eléctricas.

Fase experimental A

Pasada la fase de entrenamiento los sujetos fueron asignados de manera aleatoria a dos grupos (experimental y control). El grupo experimental fue colocado en la caja experimental y recibió una sesión de descargas eléctricas con una duración de 10 minutos con todas las luces de la caja apagadas. Esta sesión constaba de 10 descargas eléctricas con una duración de 10 segundos cada una y una intensidad de 0.6 mA separadas por un tiempo variable (TV) de 60 segundos calculados con el algoritmo propuesto por Flesher y Hoffman (1962).

Inmediatamente después empezaba la prueba de pico, compuesta por 41 ensayos separados por un tiempo variable de 15 segundos, donde se alternaban ensayos de intervalo fijo (IF) 30 s (reforzados) y ensayos con una duración de 90 segundos más 15 segundos variables (no reforzados). El total de ensayos (reforzados y no reforzados) es de 41 ensayos que se presentaron de la siguiente forma: los cinco primeros fueron IF 30 segundos (reforzados), los 36 ensayos siguientes se dividieron en tres bloques de 12 ensayos con tres ensayos de prueba (no reforzados) y nueve de IF 30 segundos reforzados, alternados de manera aleatoria. La luz de fondo de la caja se utilizó como una señal del inicio del intervalo fijo: al empezar el intervalo fijo, se encendía la luz de fondo y se apagaba después de la entrega de reforzador manteniéndose así durante el intervalo entre ensayos. Para los ensayos de pico, en los que no hay reforzamiento, también se encendió la luz de fondo

como en los intervalos fijos y fue apagada al terminar el ensayo, dando lugar a un nuevo periodo de oscuridad o intervalo entre ensayos.

Cada sesión experimental terminaba cuando el sujeto acababa la totalidad de ensayos o después de una hora. El grupo control pasó por la misma condiciones que el grupo experimental, a diferencia que no recibió descargas eléctricas, pero pasó el mismo periodo de tiempo en la caja experimental previo a la prueba de pico. Este procedimiento fue llevado a cabo durante 60 días para cada uno de los grupos.

Fase experimental B: Reversión

La última fase fue de reversión (a partir del día 61), en la que se cambiaron las condiciones de los grupos. El grupo experimental que recibía descargas eléctricas dejó de recibirlas y únicamente esperaba en la caja operante. El grupo control pasó de no recibir descargas a recibirlas con los mismos parámetros de intensidad, duración y distribución que el grupo experimental en la fase anterior. Esta fase tuvo una duración de 10 días y fue llevada a cabo con el fin de observar los efectos de retirar/introducir los estímulos estresores (descargas) en un momento en el que ya se había establecido la respuesta en el programa.

Resultados

Análisis de datos

Diferentes medidas fueron utilizadas para el análisis de los datos, unas para determinar la distribución de las respuestas en el procedimiento de pico (ensayos no reforzados) y otras para determinar la forma en que los sujetos respondían a los ensayos de intervalo fijo (reforzados).

En el procedimiento de pico, el interés estaba centrado en describir la forma de la distribución de respuestas de los sujetos en ensayos no reforzados, por lo que se utilizó el tiempo de pico, la desviación estándar y la tasa de respuesta máxima como indicadores de esta distribución. Esto se realizó mediante la creación de un histograma con bins de 4.9 segundos utilizando los datos de cada sujeto en bloques de 10 sesiones. A este histograma se ajustó la siguiente curva gaussiana de tres parámetros:

$$f(x) = ae^{-\frac{(x-x_0)^2}{2b^2}}$$

Los parámetros ajustables eran: el punto de pico (X_0), el número máximo de respuestas (a) y la desviación estándar (b).

En el análisis de las respuestas en los intervalos fijos se computaron: el intervalo entre reforzadores (IER), las pausas pre carrera (PPC), la tasa carrera (TC) y la vida cuartilar (VC). En este caso, los análisis se realizaron con los datos promedios de los grupos por cada 10 sesiones. Dado que se encontraron diferencias significativas en la pausa

pre carrera del primer ensayo entre el grupo experimental y control, se muestran en los análisis únicamente los cálculos de este valor para los siguientes 31 ensayos reforzados.

La vida cuartilar se calculó sumando el número total de respuestas en el intervalo y dividiéndolo entre cuatro ($r/4$). En caso de que el resultado fuese un entero, se buscaba en la matriz de datos el tiempo correspondiente a la respuesta $r/4$. En caso contrario, cuando la división no daba una cantidad exacta, se buscaba el tiempo de la respuesta correspondiente al valor entero de $r/4$ y a este tiempo se sumaba el valor de los decimales multiplicados por el tiempo entre la respuesta marcada por el valor entero de $r/4$ y la siguiente respuesta.

A modo de ejemplo, si en un intervalo de 25 segundos hubo cinco respuestas separadas por 5 segundos, la vida cuartilar corresponde al tiempo en el que se da $r/4$, que es igual a 1.25 respuestas. Así se toma el tiempo en donde se da la primera respuesta que es igual a 5 s, y se le suma el tiempo entre la primera y la segunda respuesta multiplicada por la parte decimal. O sea, $VC = 5 + (10 - 5) \times 0.25$. En este ejemplo, la vida cuartilar corresponde a 6.25 segundos. Esta medida únicamente se puede calcular en aquellos intervalos que tengan por lo menos dos respuestas.

Los resultados se organizan en dos grandes partes. La primera es una comparación entre grupos donde se analiza la ejecución en la prueba de pico y en los intervalos fijos (60 primeras sesiones). En la segunda parte, se analizó el cambio de condiciones, es decir, se realizó un análisis comparando el desempeño de cada grupo en las 10 sesiones de cambio de condición con su ejecución en las 10 sesiones anteriores a tal cambio. La fase de reversión a su vez se organiza en el análisis de la ejecución en la prueba de pico y la ejecución en los intervalos fijos.

Todas las comparaciones estadísticas se realizaron utilizando un margen de confianza de 95%, es decir, aceptando 0.05 de probabilidad de cometer error tipo I. La prueba estadística utilizada en cada comparación obedeció a dos características de los datos: la primera fue la distribución de los datos y la segunda fue la relación entre las muestras a comparar. Si los datos no mostraban diferencias significativas en la prueba Kolmogorov-Smirnov de normalidad, se usaba una prueba t para muestras independientes (en caso de que los valores a comparar fueran provenientes de diferentes sujetos) o una prueba t para muestras pareadas (en caso de que los valores fueran provenientes de los mismos sujetos). En caso de que los datos hubiesen arrojado un valor significativo en la prueba K-S se usaba la prueba U de Mann-Whitney (en caso de muestras independientes) o una prueba de rangos con signo Wilcoxon (cuando las muestras eran relacionadas).

Prueba de pico: Comparación entre grupos

Se realizó un análisis ajustando los datos a bloques de 10 sesiones de cada sujeto a la función gaussiana mencionada anteriormente. Esto permitió identificar los parámetros de la curva de ajuste de cada sujeto para poder ser comparados a lo largo de la primera fase y poder observar el ajuste de la conducta de los sujetos al procedimiento. Los índices de ajuste de la función a los datos de cada sujeto se encuentran en la Tabla 1.

En el panel superior izquierdo de la Figura 5, se muestra el tiempo de pico (parámetro x_0) en bloques de 10 sesiones. Se aprecia que, en todos los bloques, el promedio de los *picos* del grupo experimental fue inferior al del grupo control y se encontraba más cercano al valor del intervalo programado (30 segundos). Sin embargo, el error típico fue muy alto para ambos grupos y una comparación de medias encontró diferencias marginales

al utilizar una prueba Mann Whitney para muestras independientes ($U = 2130.500$, $z = -1.82$; $p = 0.065$).

La *variación* de las respuestas de los sujetos respecto al punto de pico fue disminuyendo a medida que pasaban las sesiones. Esto se aprecia en el panel superior derecho de la Figura 5, en el que se compara la desviación típica de los datos para cada grupo en bloques de 10 sesiones. En las 50 primeras sesiones, el grupo experimental presentó mayor variabilidad; se comparó la totalidad de los datos del grupo experimental con los datos del grupo control mediante una prueba de homogeneidad de varianzas Levene y el valor del estadístico encontrado no apoyó la hipótesis de diferencia en las varianzas ($F = 0.43$, $gl = 286$, $p = 0.51$). Tampoco se hallaron diferencias significativas al comparar las varianzas de los grupos en cada conjunto de sesiones.

El panel inferior de la Figura 5, se muestra el *número de respuestas en el pico* por cada grupo de sujetos a medida que avanzan las sesiones. Se observa que el número de respuestas en pico aumenta a medida que pasan las sesiones y el grupo experimental tiene valores más altos de respuestas para las 60 sesiones. Sin embargo, una comparación estadística no muestra diferencias entre los grupos en cada conjunto de 10 sesiones; tampoco se hallan diferencias estadísticamente significativas al comparar la totalidad de los valores del grupo experimental con el grupo control.

Respecto al grado de ajuste de los datos de cada sujeto a la curva gaussiana se puede ver en la Tabla 1 que el nivel de ajuste parece disminuir para los sujetos de ambos grupos a medida que pasaban las sesiones. Este índice varió entre 0.97 y 0.81 (sesión 1-10), 0.97 y

0.79 (sesión 11-20), entre 0.94 y 0.76 (sesión 21-30), 0.94 y 0.69 (sesión 31-40), 0.98 y 0.65 (sesión 41-50) y entre 0.94 y 0.29 para las últimas sesiones antes de la reversión.

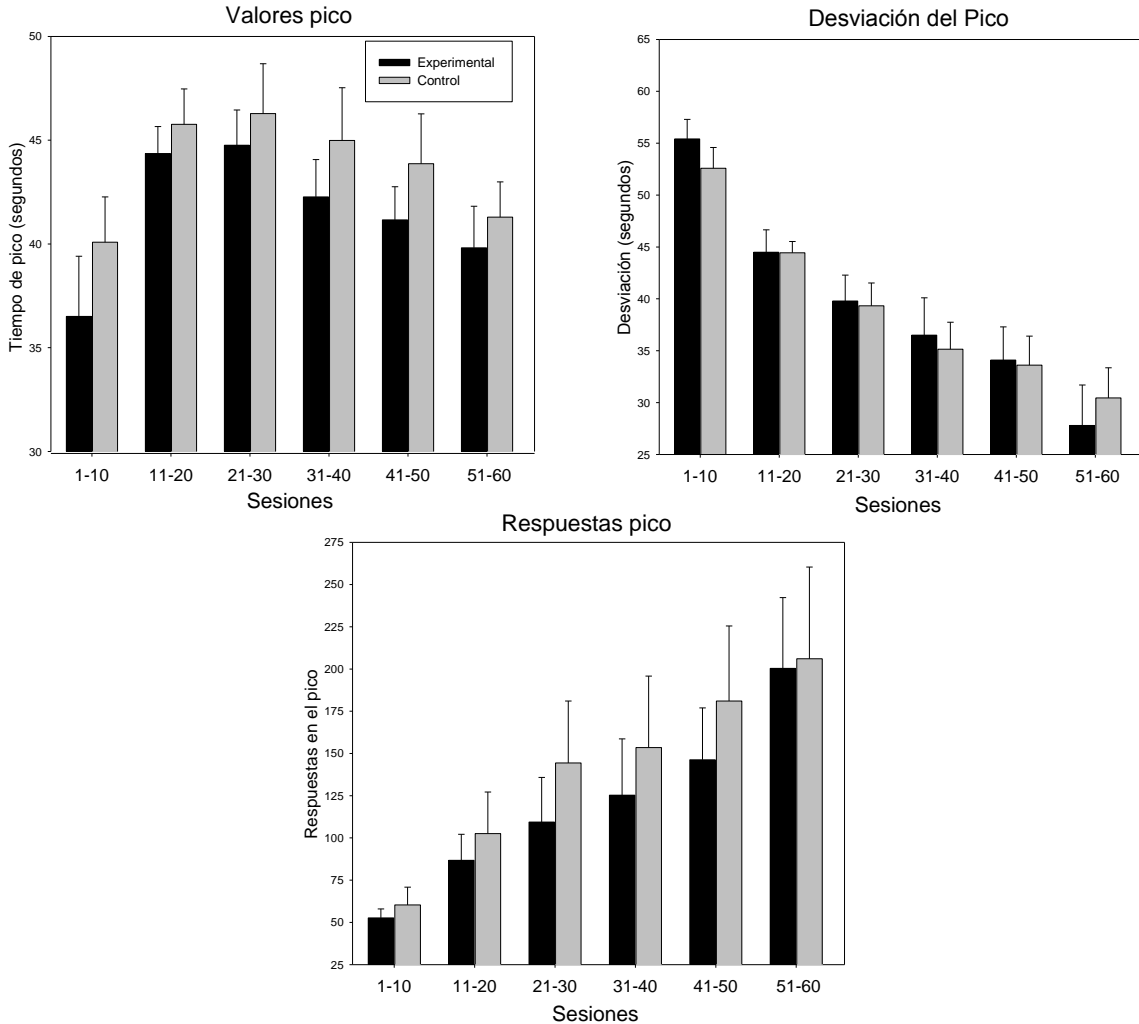


Figura 5. Tiempo de pico promedio de cada grupo (panel superior izquierdo), desviación estándar de los sujetos respecto al punto de pico en función del número de sesiones (panel superior derecho) y promedio del número de respuestas en pico para cada grupo a medida que transcurrían las sesiones (panel inferior). Las barras de error representan el error estándar.

Tabla 1. Nivel de ajuste (R^2) de cada sujeto a la función gaussiana en conjunto de 10 sesiones. Valores extremos y medios para cada grupo en cada condición.

Experimental							Control						
R^2							R^2						
Sesiones	D1-10	D11-20	D21-30	D31-40	D41-50	D51-60	Sesiones	D1-10	D11-20	D21-30	D31-40	D41-50	D51-60
1	.91	.93	.86	.86	.77	.90	2	.97	.97	.85	.81	.75	.73
4	.90	.96	.93	.90	.84	.85	3	.91	.91	.91	.78	.85	.84
8	.92	.91	.93	.92	.94	.93	5	.93	.79	.87	.92	.85	.75
9	.93	.91	.91	.87	.81	.94	6	.84	.96	.84	.84	.87	.73
10	.89	.95	.94	.94	.98	.89	7	.88	.81	.78	.87	.65*	.29*
12	.81	.93	.83	.84	.81	.89	11	.96	.95	.89	.92	.93	.90
13	.89	.87	.92	.91	.90	.92	14	.95	.95	.92	.82	.78	.79
15	.93	.90	.88	.74	.81	.79	17	.94	.88	.89	.91	.92	.81
16	.88	.92	.89	.90	.82	.84	20	.95	.95	.93	.93	.93	.84
18	.95	.85	.78	.77	.78	.93	21	.92	.89	.88	.75	.84	.88
19	.95	.87	.76	.69	.70	.77	22	.91	.91	.93	.90	.85	.93
24	.92	.88	.85	.77	.77	.80	23	.97	.88	.92	.85	.87	.88
Min.	.81	.85	.76	.69	.70	.77		.84	.79	.78	.75	.65	.29
Max.	.95	.96	.94	.94	.98	.94		.97	.97	.93	.93	.93	.93
Media	.91	.91	.84	.84	.83	.87		.93	.90	.88	.86	.84	.78

*Los datos de este sujeto no fueron utilizados en las comparaciones estadísticas dado su bajo nivel de ajuste.

Intervalos fijos: Comparación entre grupos

Se computaron diferentes medidas de estimación temporal para determinar la forma en que los sujetos se ajustaban al intervalo fijo programado. Específicamente se calculó el intervalo entre reforzadores (IER), la pausas pre carrera (PPC), la tasa carrera (TC) y la vida cuartilar (VC) y se comparan los datos de cada grupo. Estas medidas se encuentran en la Figura 6, que resume las ejecuciones de los dos grupos organizados en bloques de 10 sesiones.

En el panel superior izquierdo de la Figura 6, se aprecia el tiempo entre reforzadores promedio (IER). Este índice disminuye para ambos grupos a medida que pasan las sesiones. Una comparación visual de los datos muestra que, en el transcurso de las 60 sesiones, no hay diferencias marcadas entre los grupos en este índice. Las diferencias más pronunciadas se encuentran en las sesiones 1 a 10, en las que el grupo experimental muestra un valor ligeramente más alto que el control (1.5 segundos) y en las sesiones 11 a 20 en las que pasa lo contrario, es decir, el grupo control muestra un promedio más alto que el grupo experimental. Sin embargo, un análisis estadístico no apoya la existencia de diferencias significativas en ninguno de los conjunto de sesiones de sesiones.

Las pausas pre carrera se encuentran representadas en el panel superior derecho de la Figura 6. Debido a que se encontró que el grupo experimental mostró latencias extremadamente altas (hasta de 15 minutos) en el primer ensayo de cada sesión ($U=2248$, $z=-9.154$, $p<0.01$), este dato no se incluye en la figura ni en posteriores análisis. Se aprecian diferencias entre los promedios de ambos grupos entre las pausas de los primeros 10 días y los siguientes 50, para los primeros las pausas fueron mucho más altas más variables. La pausa pre carrera parece disminuir entre la sesión 1-30 y estabilizarse a partir de la sesión 31-40 para el grupo control, mientras que para el grupo experimental disminuye en las sesiones 11-20 respecto a los días anteriores y empieza a aumentar hasta estabilizarse en los días 31-40 al igual que el grupo control. Al comparar los grupos en cada conjunto de sesiones, se observa que el grupo experimental tuvo pausas pre-carrera más cortas en cuatro de los seis bloques y obtuvo pausa pre-carrera más largas que el grupo control en las primeras 10 sesiones (01-10) y en las sesiones 21 a 30. No obstante, los

análisis estadísticos no arrojan ninguna diferencia significativa entre los grupos en cada bloque de sesiones.

El panel inferior izquierdo de la Figura 6 muestra los promedios y la desviación estándar de la tasa carrera de cada grupo en función del número de sesión. Se observa que a medida que pasan las sesiones el número de respuestas en los intervalos aumenta para ambos grupos. Al comparar los grupos, se ve un mayor número de respuestas por minuto en el intervalo de carrera en el grupo control. Los valores de tasa carrera son relativamente cercanos en los dos grupos los primeros 10 días a partir de los cuales se empiezan a distanciar. Un análisis estadístico muestra diferencia significativas entre los grupos en la sesiones 1-10 ($U=5290.000$, $z=-2.59$, $p<0.01$), 31-40 ($U=5339.000$, $z=-2.502$, $p<0.05$), 41-50 ($U=5487.000$, $z=-2.208$, $p<0.05$) y 51-60 ($U=5558.000$, $z=-1.965$, $p=0.05$).

Por último, el panel inferior derecho de la Figura 6 muestra los valores de la vida cuartilar. Este índice tiene valores inferiores a los de la pausa pre-carrera, lo cual es contraintuitivo a simple vista. Sin embargo, esto aparece porque para el cómputo de la vida cuartilar se necesitan por lo menos dos respuestas en el intervalo, mientras que las pausas pre carrera únicamente necesitan una. Entonces las pausas fueron calculadas de todos los ensayos mientras que la vida cuartilar únicamente de aquellos ensayos que contaban por lo menos con dos respuestas.

En los dos grupos, el valor de la vida cuartilar va aumentando a medida que pasan las sesiones, lo que indica que, con el paso de los días, las respuestas de los sujetos se agrupan más cerca del valor del intervalo programado. Los valores del grupo experimental y control son muy cercanos en las tres primeros conjunto de sesiones (sesión 1-10, 11-20, 21-30) y se empiezan a distanciar muy ligeramente a partir de la sesión 31-40. La vida

cuartilar es el único de estos índices que parece distribuirse de una manera normal, dado que en ninguna de las condiciones muestra valores significativos en una prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Se usó por tanto una prueba t para muestras independientes y no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los grupos en las diferentes condiciones.

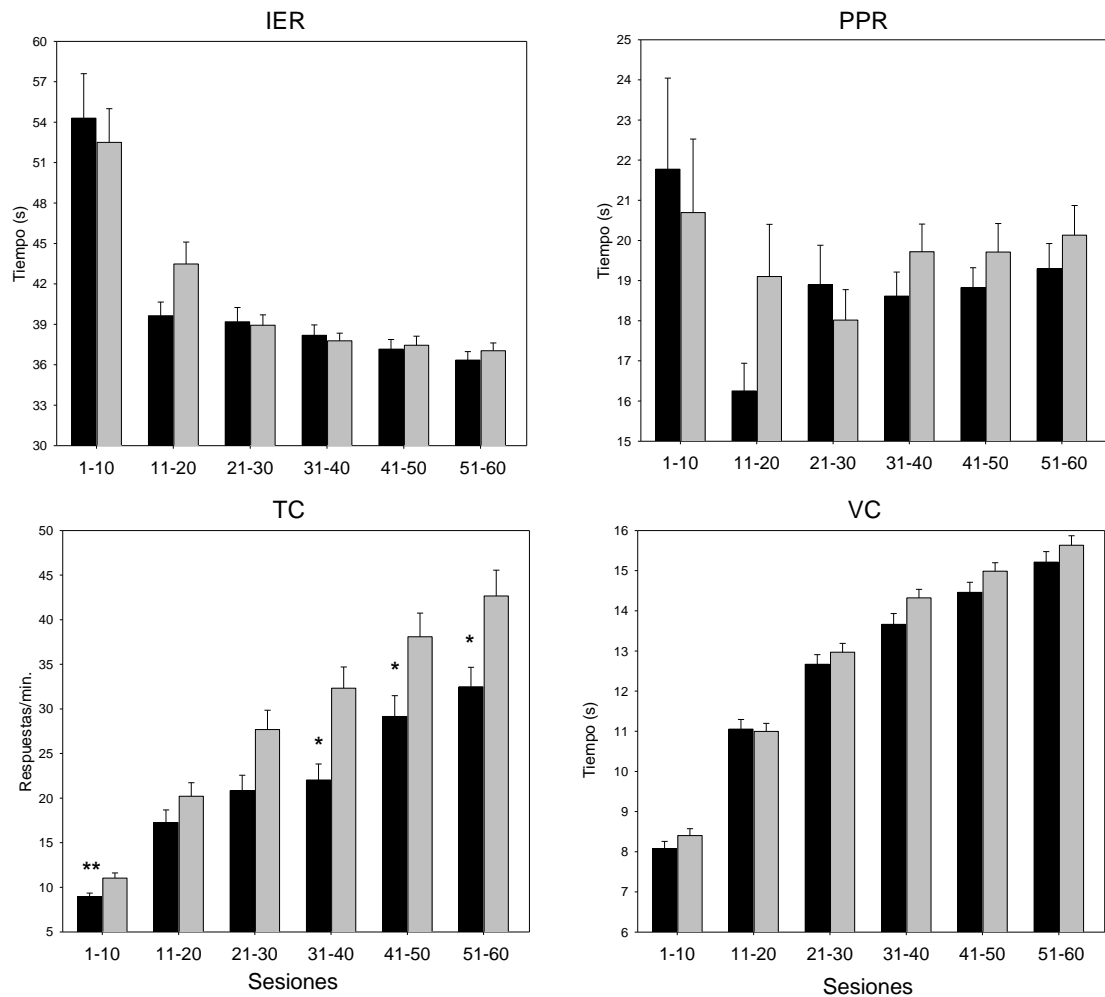


Figura 6. Promedio y desviación estándar de cada grupo para 10 sesiones para diferentes medidas de estimación. Las barras negras son los datos del grupo experimental.

* = $p < 0.05$

** = $p < 0.01$

Una representación más detallada de estos datos en cada sesión se presenta en la Figura 7.

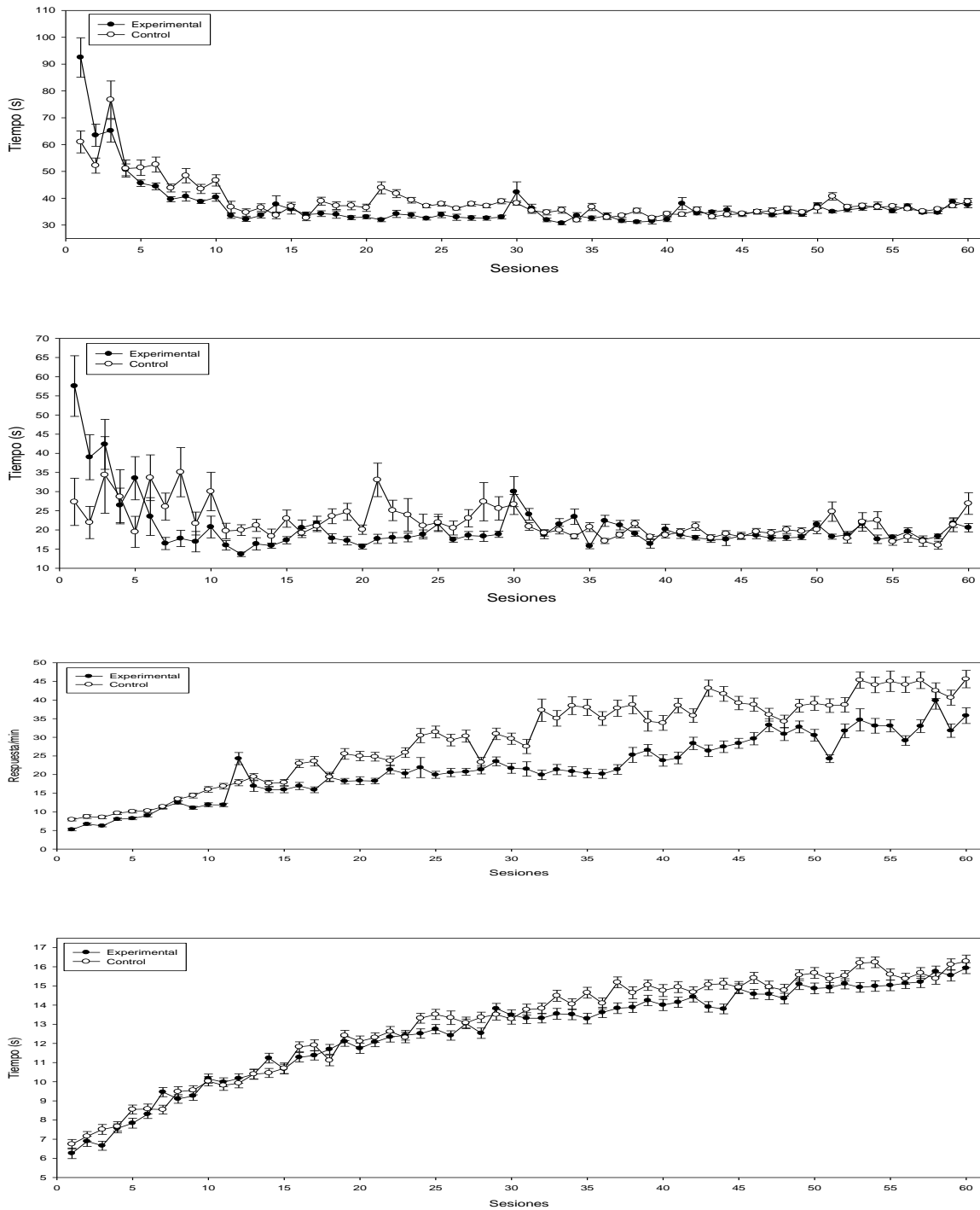


Figura 7. Promedio del valor del intervalo entre reforzadores (panel superior), pausa pre-carrera (segundo panel), tasa carrera (tercer panel) y la vida cuartilar (panel inferior) en función del número de sesiones. Se aprecia el promedio y el error estándar grupal para cada uno de los días de la fase experimental.

Cambio de condiciones

En la fase de reversión, se compararon los mismos índices que en la fase anterior. El énfasis estaba orientado a describir el efecto del cambio de fase para cada grupo y por tal razón se comparó cada grupo respecto a su fase anterior y no se realizaron comparaciones entre grupos. Los resultados se encuentran divididos en dos partes: la primera es la comparación de la ejecución en la prueba de pico (punto de pico, desviación y respuestas máximas en el pico) en la fase de reversión (61-70) con la ejecución de los 10 días anteriores (sesión 51-60); en la segunda parte de los resultados, se compararon las medidas de ajuste en los intervalos fijos obtenidas 10 días antes de la reversión con los obtenidos en la fase de reversión.

El *grupo experimental* a partir de la sesión 61 deja de recibir descargas eléctricas. Como se aprecia en la Figura 8, hay un aumento ligero en el valor del pico en la fase de reversión en comparación a la fase anterior (panel superior). También se aprecia una leve disminución en la desviación (panel medio) y en las respuestas dadas en el pico (panel inferior); sin embargo, ninguno de los cambios alcanza significancia estadística.

El *grupo control*, a partir de la sesión 61, empezó a recibir descargas eléctricas previas a la presentación de la prueba de pico. Los datos de las ejecuciones en la prueba de pico se muestran en la Figura 8 (barras de color gris). En el panel superior, se aprecia el valor promedio del pico para estas sesiones, en el panel medio la varianza de las respuestas respecto al pico y en el panel inferior el número de respuestas dadas por cada sujeto en el pico. El grupo control muestra un ligero y no significativo aumento de pico en la reversión (1 segundo), un leve descenso de la varianza que no alcanza significancia estadística (0.3 segundos) y un descenso drástico en el número de respuestas en el pico pasando de 200

respuestas en la sesión 51-60 a 98 en la reversión. Esta diferencia resultó estadísticamente significativa al usar una prueba t para muestras dependientes ($t= 2.12$, $gl=22$, $p=0.04$).

Las medidas del ajuste de los sujetos a los intervalos fijos aparecen representadas en la Figura 9, en la que se comparan las sesiones de reversión con las sesiones inmediatamente anteriores. El grupo experimental se encuentra representado por las barras de color negro en los paneles superiores. Estos paneles representan las medidas de intervalo entre reforzamiento, pausa pre-carrera, tasa carrera y vida cuartilar de izquierda a derecha en ese orden. En el caso del intervalo entre reforzamiento se observa un aumento de cuatro segundos en la fase de reversión que resultó estadísticamente significativo ($z=-3.58$, $p<0.001$). En las pausas pre-carrera, se aprecia un aumento de 2.5 segundos que también muestra significancia estadística al usar la prueba de Wilcoxon ($z=-2.94$, $p=0.03$). En la tasa carrera, se ve una disminución de 1.4 respuestas por minuto en la fase de reversión respecto a la anterior, pero no se alcanza el criterio de significancia estadística. Por último se aprecia en la vida cuartilar un aumento de 0.2 segundos respecto la fase anterior, sin significancia estadística.

Los diferentes indicadores de ajuste a los intervalos fijos del grupo control se encuentran en los paneles inferiores de la Figura 9, donde se compara la fase de reversión con la fase inmediatamente anterior. Los valores del intervalo entre reforzadores muestra un aumento estadísticamente significativo al realizar una prueba de Wilcoxon ($z=-8.58$, $p<0.01$). Esto indica que los sujetos que no recibían descargas, al momento de recibirlas, no optimizaban como lo estaban haciendo en la fase anterior, así, la respuesta después de pasado el tiempo del intervalo era más tardada respecto a su fase anterior. Las pausas pre-carrera muestran que los sujetos emiten la primera respuesta después de iniciado el

intervalo mucho más tarde en la fase de reversión que en la fase anterior (de 20 segundos a 32 segundos aproximadamente). Este aumento mostró significancia estadística al realizar una Wilcoxon ($z=-6.47$, $p<0.001$). La tasa carrera de la fase de reversión del grupo control es mucho menor que la tasa carrera de las diez sesiones anteriores ($z=-5.47$, $p<0.001$). Por último, la vida cuartilar sufre un decremento en la fase de reversión. Esta diferencia alcanzó significancia estadística al usar una prueba t para muestras pareadas ($t=-7.15$; $gl=106$; $p<0.001$). Esto indica que las respuestas de los sujetos se desplazaron hacia al inicio del intervalo.

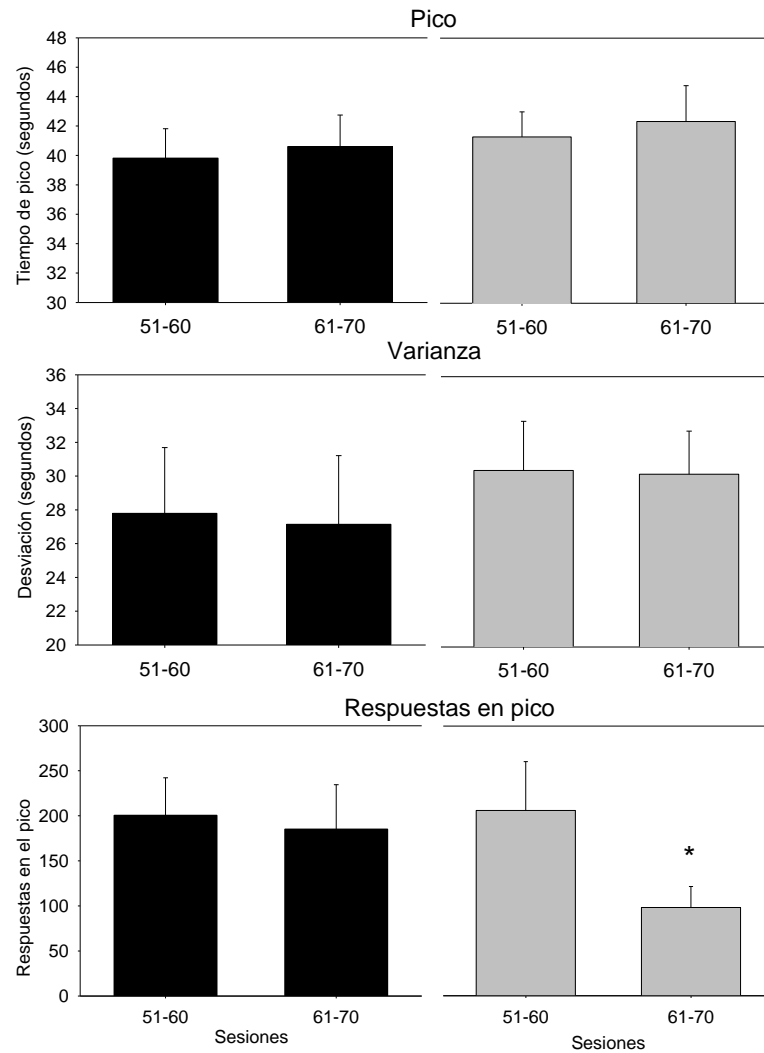


Figura 8. Valores de pico, varianza y respuestas en pico (panel superior, medio e inferior, respectivamente) de cada grupo en la fase de reversión respecto a las diez sesiones anteriores, las barras de color negro representan al grupo experimental, mientras que las barras grises representan al grupo control.

* = $p < 0.05$

** = $p < 0.01$

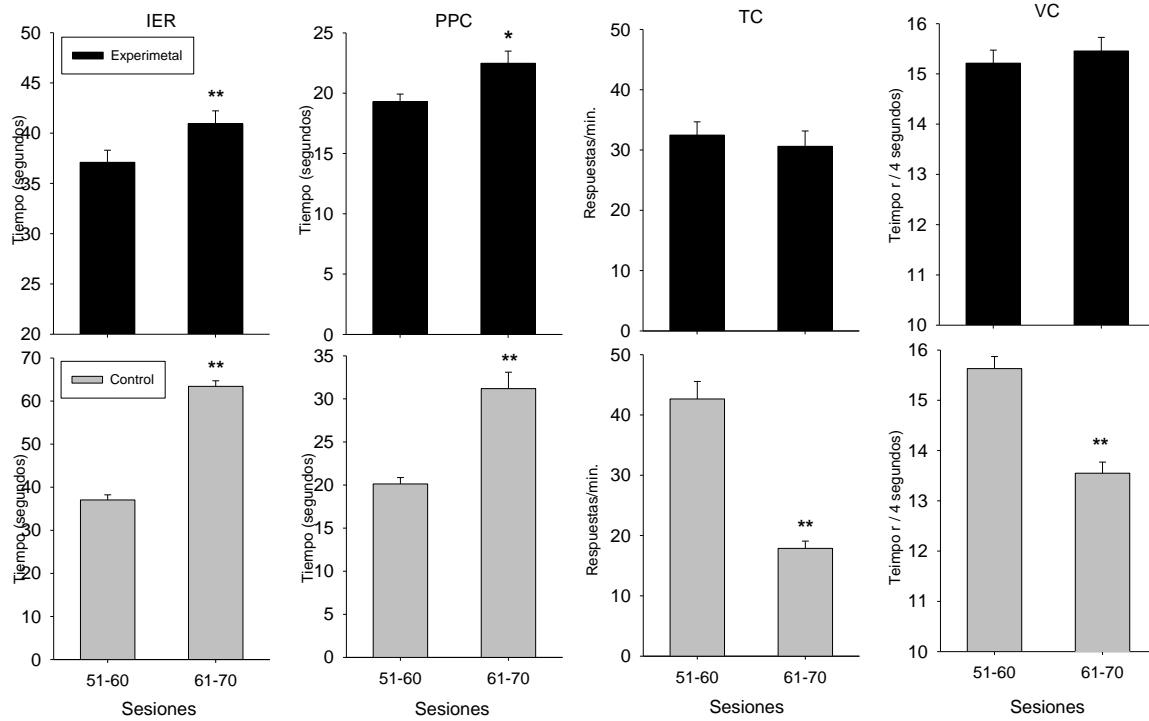


Figura 9. Intervalo entre reforzadores (IER), pausas pre-carrera (PPC), tasa carrera (TC) y vida cuartilar (VC) para cada grupo en función del número de sesiones. Los paneles superiores muestran los promedio obtenido por el grupo experimental en la fase de reversión (61-70) comparados con las diez sesiones anteriores (51-60); en los paneles inferiores aparecen esto mismos índices para el grupo control.

* = $p < 0.05$

** = $p < 0.01$

Discusión

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del estrés crónico en la estimación temporal utilizando diferentes indicadores. Para ello, se realizaron comparaciones intra y entre sujetos, que permitían identificar los efectos de un protocolo de estrés crónico que consistía en la administración de descargas eléctricas en diferentes momentos de ajuste a un programa temporal como el procedimiento de pico.

La hipótesis inicial sugería que la exposición a descargas eléctricas impredecibles e inescapables afectarían el estado motivacional del organismo reduciendo el número de respuestas y alterando la organización del comportamiento en la prueba de pico.

Asumiendo que las descargas generan estados motivacionales alterados, se esperaba encontrar que la exposición a un protocolo de estrés como el utilizado en el presente estudio afectaría la ejecución en los ensayos de pico (no reforzados) de manera similar a como lo afectan los cambios positivos y negativos de la magnitud del reforzador entre sesiones. Se esperaba que la administración de descargas eléctricas previas a la tarea de pico afectarían la estimación de manera similar a como lo afecta la reducción de la magnitud del reforzador, es decir, haciendo la curva más plana en la representación gráfica (mayor desviación), desviando la distribución hacia la derecha y generando más altas latencias al inicio de los intervalos.

Por otro lado, también se esperaba que, al retirar las descargas eléctricas, se presentara un efecto similar en la ejecución en el procedimiento de pico cuando se aumenta la magnitud del reforzador, es decir, se esperaba que las latencias de las primeras respuestas en él fueran menores, se esperaba un aumento de las respuestas en el pico y con ello una

agudización de la curva, al igual que una tendencia de las respuesta a agruparse hacia valores más cercanos al inicio del intervalo (desplazamiento del pico hacia la izquierda).

Los hallazgos muestran efectivamente algunos efectos del estrés crónico sobre la organización de la conducta en un procedimiento de pico, pero no son precisamente los esperados en las hipótesis. La exposición a descargas eléctricas afecta la forma en la que el sujeto responde a los intervalos reforzados y a los intervalos no reforzados de procedimiento de pico de manera diferente dependiendo del momento en el que se introduce la administración de descargas.

El diseño utilizado permitió analizar los efectos de la introducción de estresores en momentos tempranos, cuando los sujetos se enfrentan por primera vez al procedimiento de pico y aun no se ha desarrollado el ajuste a las contingencias programadas. Esto nos permite determinar cómo el estrés afecta a la adquisición y al mantenimiento del control temporal mediante la comparación de grupos en las primeras 60 sesiones.

La fase B del diseño o fase de reversión permitió comparar cada grupo consigo mismo y determinar el efecto del retiro de las descargas eléctricas (para el grupo experimental) después de que había adquirido una respuesta relativamente estable en el procedimiento de pico, y permitió también determinar el efecto de la introducción de descargas eléctricas (estrés crónico) en un momento en el que se ha establecido el control temporal (esto para el grupo control).

A continuación se discutirá: a) La generalidad de los efectos de las descargas eléctricas en una contingencia apetitiva como la utilizada y su posible conceptualización como una variable motivacional, b) el efecto de las descargas eléctricas en la adquisición y

mantenimiento del control temporal, c) el efecto del retiro de las descargas eléctricas sobre la estimación y por último d) el efecto de la introducción de descargas eléctricas en el control temporal cuando la respuesta ha sido adquirida.

La generalidad de los efectos de las descargas eléctricas en una contingencia apetitiva

La disminución del número de respuestas y el aumento significativo de las latencias en los primeros ensayos posterior a la administración de las descargas eléctricas encontrados en la presente investigación son congruentes con estudios previos en los que se ha evaluado el efecto de las descargas eléctricas inescapables/incontrolables en posteriores ejecuciones, tanto en contingencias en las que la conducta es mantenida por refuerzo negativo (Minor, Meier & Jackson, 1984, Lee & Maier, 1988) como en aquellos contextos apetitivos en los que la respuesta es mantenida por refuerzo positivo (Rosellini & DeCola, 1981; Rosellini, DeCola & Shapiro, 1982; Rosellini, DeCola & Plonsky, 1984; Capelari, 2002).

Respecto al mantenimiento en el tiempo de esta reducción en la tasa, Capelari (2002) encontró, utilizando una tarea apetitiva de discriminación posterior a una sesión de descargas, que los sujetos que recibieron descargas tanto controlables como incontrolables reducen el número de respuestas en las primeras sesiones, pero con el tiempo restablecen su tasa e incluso llegan a superar al número de respuestas del grupo control; este hallazgo es contradictorio con el de la presente investigación en donde los sujetos expuestos a descargas mantuvieron una estable tendencia a dar menor número de respuestas que el grupo control, aunque sí aumentaron la tasa a medida que aumentan las sesiones pero no igualan ni superan en ningún momento a los controles (respuestas pico). La diferencia

puede radicar en el tipo de estresor implementado, mientras que Capelari (2002) utilizó un estresor de alta intensidad y durante una sola exposición prolongada (estrés agudo) y sus efectos en la tasa pudieron desvanecerse en el tiempo, en la presente investigación se utilizó un estresor crónico y la exposición diaria de los sujetos a las descargas pudo mantener un efecto relativamente sostenido sobre la tasa.

Otro efecto ampliamente documentado en la literatura es la dificultad en la adaptación o aprendizaje de nuevas contingencias cuando el sujeto ha sido expuesto a descargas eléctricas incontrolables/inescapables (denominado como déficit cognitivo) (e.g. Seligman et al., 1967; Minor, Tauner & Lee, 1990; Minor, Maier & Jackson, 1984). Este efecto muestra generalidad en contingencias apetitivas (i.e Rosellini et al., 1981; Rosellini et al, 1982). Sin embargo, recientemente Capelari (2002) expuso a ratas a una tarea de discriminación después de que habían sido expuestas a descargas eléctricas y encontró que la exposición a las descargas afectaba el número de respuestas pero no los índices de discriminación, lo cual sugiere que no hay generalidad de los déficits cognitivos en todas las tareas apetitivas. La diferencia entre el estudio de Capelari (2002) y otros estudios en los que se reporta la generalidad de un déficit cognitivo en tareas apetitivas (véase Rosellini et al., 1981; Rosellini et al, 1982; Rosellini et al., 1984) es que el estudio de Capelari (2002) cuenta con una fase de moldeamiento previa a la implementación de las descargas. En esta fase, se exponía al sujeto a una situación en la existía una relación de dependencia entre su conducta y las consecuencias y este moldeamiento pudo “inmunizar” a los sujetos, de tal forma que no desarrollan dificultades en el ajuste a las contingencias (déficit cognitivos). Los hallazgos de la presente investigación muestran consistencia con lo encontrado por Caperali (2002) en el sentido en que las ejecuciones de los sujetos muestran una tendencia

del grupo que es expuesto a descargas a obtener más bajas respuestas en comparación al grupo que no recibe estas descargas sin una dificultad en el ajuste a la contingencia, dado que se desarrolla control temporal de manera similar en el grupo que recibe descargas como en el grupo que no. De esta manera, es posible que el entrenamiento recibido previo a las descargas haya “inmunizado” a los sujetos de los déficits discriminativos (discriminación temporal), pero no en los déficits provocados sobre la tasa de respuesta, similar a lo encontrado en Capelari (2002).

Los hallazgos respecto al efecto del estrés en contingencias apetitivas son congruentes con lo encontrado en investigaciones previas. Hasta ahora, parece claro en los datos de la presente investigación que el estrés no modificó de manera significativa la forma en la que los sujetos aprendían a estimar intervalos (ausencia de déficit cognitivo), pero que sí pudo afectar el número de respuestas de los sujetos (efecto motivacional).

Los cambios en el número de respuesta parece ser evidencia a favor para considerar la administración de descargas eléctricas como una variable que puede alterar el estado motivacional del organismo (hipótesis inicial), pero adicionalmente es importante determinar si los efectos de las descargas en la tarea de pico se asemejan a los efectos provocados por variables como el estado de saciedad del organismo, la magnitud de la recompensa, la tasa de reforzamiento (e.g. probabilidad de reforzamiento) que se pueden considerar más claramente variables motivacionales.

Las ejecuciones en el procedimiento de pico de los sujetos que reciben descargas eléctricas replican hallazgos de diferentes manipulaciones. La disminución encontrada en el número de respuestas en el pico sin una alteración significativa del tiempo de pico en la

presente es congruente con lo encontrado por Galtress et al., (2009) quien disminuyó a cero el número de ensayos reforzados y encontró que, como resultado de la extinción, el número de respuestas en el pico disminuye, pero el punto más alto de respuestas se mantiene.

Se encuentran resultados similares en Robert (1981) quien disminuyó la probabilidad de ensayos reforzados (disminuyendo así la tasa global de reforzamiento) en una condición y, en otra condición, alimentó a las ratas de manera previa a la sesiones experimental. El encontró en ambos casos una disminución de la tasa de respuesta (específicamente tasa pico), pero no reportó cambios sistemáticos en los tiempos de pico.

La similitud entre los hallazgos del presente experimento y aquellos en los que se manipuló la probabilidad del reforzamiento (extinción y proporción de ensayos reforzados) y el estado de privación/saciedad con pre alimentación, apoyan la noción de que las descargas eléctricas pueden alterar el estado motivacional del organismo de manera similar a como lo hacen otras variables motivacionales.

El estrés en la adquisición y mantenimiento del control temporal

En el grupo experimental, para las primeras tres sesiones, se observa una mayor latencia y una demora más alta para obtener el reforzador después de que éste está disponible en comparación con el grupo control, pero esta diferencia desaparece alrededor del día 4 (sesión 4). Este efecto en la primera latencia ha sido documentado previamente con el uso de estrés agudo en contingencias apetitivas (Caperali, 2002) y en contingencias aversivas (i.e. Minor et al., 1984). Esto habla de un efecto corto de las descargas en la adquisición, que se desvanece al pasar unas pocas sesiones.

La comparación de grupos en las 60 primeras sesiones revela una tendencia del grupo control a tener mayores valores de pico a través de las 60 sesiones, lo cual va en dirección opuesta a la hipótesis y es incompatible con los hallazgos que se encuentran en la literatura en los que la reducción del estado motivacional del organismo mediante pre alimentación (Galtress et al., 2009), asociación con cloruro de litio (Kirkpatrick, 2009) o la reducción de la magnitud del reforzador generan alteraciones positivas del pico (Galtress et al., 2009; Ludvig et al., 2011; Ludvig et al., 2007), es decir aumento del valor del pico y disminución en el número de respuestas en el pico (tasa pico). La semejanza en los datos se refleja únicamente en la disminución en el número de respuestas en el pico (lo cual no implica un cambio en el tiempo de pico) del grupo experimental como consecuencia de las descargas eléctricas.

Estos datos no son consistentes con los que muestran una relación definida como “inversamente proporcional” entre estados motivacionales y valores de pico (Galtress et al., 2009; Ludvig et al., 2007; Ludvig et al., 2011 Kirkpatrick et al., 2009), ni con la noción de Galtress et al. (2012), quienes plantean que hay una relación directa entre mecanismo de estimación y el estado de motivación del organismo (o variables motivacionales), dado que la manipulación realizada sí afectó al organismo de manera similar a como lo hace una variable motivacional, reduciendo el número de respuestas en una dirección (disminución), pero no generó un cambio coherente en la estimación del pico, dado que la tendencia de los datos muestra que el valor del pico parece ser menor en el grupo que tiene menos respuestas. Los datos parecen ser más coherentes hasta ahora con una noción como la propuesta por Roberts (1981), quien propone que ciertas variables o manipulaciones pueden alterar la tasa de respuestas (respuestas en pico) sin alterar de manera significativa

el tiempo en el que se da el máximo de respuestas en el intervalo. Es decir, la organización relativa de las respuestas dentro de los ensayos no reforzados puede conservar su forma aun cuando se introduzcan manipulaciones que alteren el número de respuestas del organismo (también se pueden alterar los puntos de pico sin generar cambios robustos en la tasa de respuestas). De ser así y coherente con Robert (1981), existirían mecanismos subyacentes diferentes que participan en la estimación temporal, unos relacionados con el responder adecuadamente en el tiempo y otros encargados de determinar el número de respuestas.

En síntesis, los índices de los intervalos de pico (no reforzados) y las diferencias significativas en los valores de la tasa carrera sugieren que la manipulación realizada puede alterar la motivación del organismo, en el sentido que disminuye el número de respuestas, pero esto no es acompañado por desviaciones del pico hacia la izquierda. Parece que el control temporal se mantiene de manera independiente a la tasa de respuesta dada por el sujeto en el pico y los índices mostrados en la tasa carrera.

Es posible que los hallazgos no muestren congruencia respecto al cambio del pico dado que todos aquellos estudios mencionados, en los que hay cambios en la ejecución en el tiempo de pico como efecto de los cambios motivacionales, fueron procedimientos que primero contaron con una línea base estable en la que la magnitud de reforzamiento era constante; después de esta línea, se introducían las variables (i.g aumentando o disminuyendo la magnitud del reforzador). En ninguna de estas investigaciones, se estudió el efecto de la cantidad de reforzador comparando dos grupos (uno de alta magnitud y uno de baja); por el contrario, en dichos estudios siempre hubo un efecto de contraste que no se presentó en las 60 sesiones iniciales de la presente investigación. Así, es posible a modo de

hipótesis que, por la ausencia de un contraste entre una situación “buena” y una situación “mejor” o “mala”, no se aprecia una diferencia marcada entre los grupos.

Si las variables motivacionales tienen efecto en la estimación temporal (tiempo de pico) únicamente o principalmente cuando el organismo es expuesto a diferentes magnitudes de un estímulo (como es el caso del efecto de contraste), no tiene sentido esperar diferencias en los valores de pico en una situación en las que las variables motivacionales se mantienen relativamente estables; únicamente se encontrarían cambios en el número de respuestas en el pico. Por otro lado, si esta hipótesis tiene sentido se podrían esperar tales diferencias en los picos cuando los sujetos han estado expuestos a situaciones que afectan de manera diferente sus estados motivacionales, es decir, sería esperable encontrar diferencias en la ejecución en el procedimiento de pico cuando un sujeto responde de manera regular a un programa y es expuesto a descargas eléctricas (que afectan su estado de cierta forma) y pasa a no recibirlas, o cuando un sujeto responde de manera regular al programa en donde no recibe descarga y pasa a recibirlas. Esto se va a discutir en los siguientes apartados que hablan de las fases de reversión, que bajo lo aquí descrito podrían asemejar de mejor manera las condiciones experimentales de los estudios que manipulan variables motivacionales dado que se podrían implicar un efecto de contraste entre condiciones.

Retiro de las descargas eléctricas en la ejecución en el procedimiento de pico

El efecto del retiro de las descargas implica una comparación del grupo experimental en la fase de reversión respecto a la fase anterior. Se esperaba que un efecto de contraste entre dos situaciones tuviera un efecto en la estimación temporal similar al

obtenido ante el aumento de la magnitud del reforzador. Sin embargo, la evidencia sugiere que no existen alteraciones significativas como efecto del retiro de los estímulos estresores. Los hallazgos sugieren, en dirección contraria a lo esperado, que las primeras respuestas en los intervalos se dan en periodos más avanzados del intervalo y que las respuestas que determinan la entrega de reforzador (primera respuesta después de los 30 segundos del intervalo fijo) se realizan en periodos más tardíos en comparación a la fase en la que el grupo recibía descargas. Si esto se compara con los hallazgos experimentales en el área de la motivación y la estimación temporal anteriormente descritos, los hallazgos de la presente investigación se asemejan más a los cambios negativos (disminución) de magnitud de reforzador que a los cambios aditivos; esto únicamente por el índice de las pausas pre carrera que sugiere que el tiempo de inicio de respuesta es más largo.

En síntesis, el cambio de condición no mostró un efecto robusto en los diferentes índices presentados (con excepción del IER y PPC), lo cual representa una dificultad para explicar dentro del marco teórico asumido, porque no parece ser congruente con las hipótesis iniciales.

Una alternativa para entender estos resultados aparentemente contradictorios implica la consideración de dos factores. Uno es la existencia de niveles óptimos de estrés para el ajuste a diferente tipo de contingencias (Yerkes & Dodson, 1908) y el otro factor es la adaptación a estímulos estresantes.

La existencia de niveles óptimos de estrés se propone por primera vez por Yerkes y Dodson (1908) y sus hallazgos constituyen la teoría de la U invertida. Esta teoría dice que según aumenta el *arousal* o nivel de activación provocado por una situación estresante,

desde la somnolencia hasta estados muy altos de excitación, hay un constante continuo aumento de la eficacia en una ejecución particular. Si el estado de activación continúa aumentando, más allá de generar un estado de alerta en el organismo hasta puntos extremos (i.e estrés agudo) se produce un detrimento creciente en la ejecución; es decir, niveles muy altos o muy bajos de activación traen consigo ejecuciones deterioradas en diferentes tareas. La adaptación respecto a los estímulos estresores es un proceso en el que, como consecuencia de la exposición prolongada a este tipo de estímulos, estos dejan de tener efectos sobre los estados de activación del organismo y por tanto sobre la conducta (dejan de tener los efectos robustos que tenían); incluso estos estímulos pueden perder sus cualidades como estresores (Martí & Armario, 1998; Moreno, Lamprea & Duenas, 2009).

Se sugiere la posibilidad de que, a lo largo de las 60 sesiones experimentales, el grupo experimental que recibió descargas se haya adaptado a la presentación de las descargas de forma que los niveles de estrés (activación) se mantuvieron relativamente constantes y fueron óptimos para el ajuste al tipo de contingencias. Es posible que el cambio de situación (retirada de las descargas) haya reducido los niveles de estrés óptimos (estado del organismo) afectando ligeramente el ajuste de los sujetos a las contingencias, dado que los niveles de estrés pueden reducirse y no ser “adecuados” para un ajuste a las contingencias programadas. Esto se puede ver reflejado en el aumento significativo del intervalo entre reforzadores y de la pausa pre carrera.

Un hallazgo interesante que sugirió la posibilidad de explicar los datos de esta condición dentro del modelo de la U invertida fue encontrado en un sujeto perteneciente al grupo control. La ejecución de este sujeto a lo largo de las 60 sesiones fue bastante atípica,

caracterizada por muy bajas tasas de respuestas en los intervalos fijos y con sesiones incompletas dadas las latencias altas de sus respuestas. En el momento en el que se administraron descargas eléctricas, su tasa respuesta global dentro de los intervalos aumentó casi hasta duplicarse y los índices de ajuste a las contingencias programadas incrementaron.

El estrés en el control temporal cuando la respuesta ya ha sido adquirida

El efecto de la introducción de las descargas en un momento en el que ejecución ya había sido adquirida se puede ver al comparar la ejecución del grupo control en las sesiones de reversión con las 10 sesiones previas a esta fase.

El análisis de las ejecuciones en los ensayos de pico no muestran un desplazamiento del pico, ni cambios significativos en la varianza, pero si una diferencia en el número de respuestas dadas en el pico. Esto indica que las descargas cambiaron la tasa de respuesta, pero no afectaron el tiempo aprendido del intervalo a estimar (pico), muy similar a lo encontrado por Galtress et al., (2009) quienes, después de establecer una línea base en el procedimiento de pico, exponían a los sujetos a una fase de extinción compuesta por dos sesiones cada una con 10 ensayos de pico no reforzados. Encontraron de manera similar que el tiempo de pico y la desviación de las respuestas no se modificaban, pero que tasa de respuesta disminuía de manera significativa a causa de la extinción.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos del Experimento 1 de Roberts (1981) quien encontró disminuciones significativas en el número de respuestas en el pico, sin diferencias en el tiempo del pico tras manipular la probabilidad de reforzamiento. Este autor manipuló la probabilidad de reforzamiento alterando la proporción de intervalos

reforzados y no reforzados, y una disminución de la proporción de intervalos reforzados puede entenderse como una reducción de tasa general de reforzadores.

Conclusiones

El experimento tuvo como objetivo general determinar los posibles efectos del estrés crónico en la ejecución de los sujetos en un procedimiento de pico, bajo el supuesto de que las descargas incontrolables, inescapables e impredecibles podrían afectar la conducta de los sujetos de manera similar a como lo hacen las variables motivacionales en recientes investigaciones en las que se muestra una relación entre motivación y estimación. La presente investigación permite decir que las descargas eléctricas pueden afectar el comportamiento de manera similar a como lo hacen las variables motivacionales, aumentando el tiempo de las pausas y disminuyendo el número de respuestas emitidas por los sujetos. Sin embargo, aun cuando los hallazgos apuntan a que las descargas eléctricas afectan el estado motivacional del organismo, en fase de adquisición, en mantenimiento y la fase de reversión, no se encuentra una relación directa y sistemática entre la motivación y la estimación, entendiéndose por estimación temporal el proceso de discriminación del tiempo (responder diferencial en función del tiempo) de manera independiente del número de respuestas presentes en la tarea.

El problema a resolver dados los resultados contradictorios de la presente investigación y anteriores (i.e. Roberts, 1981 en oposición a Galtres et al, 2012) es cómo y cuándo y qué tipo de variables motivacionales afectan la estimación temporal, y cuál es el papel de la motivación en la estimación temporal.

Varias dificultades en el área están presentes para entender si los hallazgos son consistentes con otros estudios o no y para determinar así el papel de la motivación en la estimación temporal. Una de las dificultades se encuentra en las medidas reportadas, que parecen diferir entre los diferentes autores tal como reporta (Guilhardi et al., 2004); adicionalmente los cálculos de las medidas de estimación que se reportan no siempre son calculadas de la misma manera. De hecho cada vez surgen formas diferentes y más finas de realizar los análisis, algo que es benéfico para el entendimiento del fenómeno pero que afecta un poco el contraste de datos entre investigaciones. Otra dificultad radica en que los hallazgos respecto a los cambios de valor de pico no muestran ser robustos y adicionalmente carecen de normas o criterios de interpretación para determinar el efecto de una variable independiente.

Lo encontrado en el presente estudio, en concordancia con Roberts (1981), parece sugerir que la tasa de respuesta en los valores de un procedimiento de pico pueden variar de manera independiente a los valores de pico y que los mecanismos subyacentes al número de respuesta emitidos que se relacionan con el estado motivacional del organismo y con la tasa global de reforzamiento son independientes del aprendizaje de los intervalos de tiempo relevante. Los hallazgos contradictorios en el área presentan muchas dificultades en sus criterios de significación y medidas, incluso para catalogarlos como contradictorios. La explicación del papel de la motivación en la estimación temporal constituye un reto para los investigadores en el área, por lo cual se hace necesario determinar hasta qué punto y en qué

circunstancias particulares la estimación temporal y el “sistema de respuestas”³ denominado por Roberts (1981) tienen relación.

Por último, y para futuras investigaciones se recomienda separar los sujetos según su tasa de respuestas desde inicio de la investigación y asignarlos de manera aleatoria al principio de las sesiones para que cada grupo cuente con sujetos que tienen tanto tasas altas como bajas de respuesta, con la finalidad de un mejor control de esta variable. También es importante considerar que fácilmente se pueden generar claves relevantes que cambien la cualidad de los estresores y permitan al sujeto “predecir” la ocurrencia de los estímulos relevantes. La literatura muestra que la predictibilidad es un factor fundamental que determina el impacto de las descargas en el estado del organismo (Abbot, et al., 1984; Weiss, 1970). En esta investigación la relación de contigüidad entre la manipulación de los sujetos (salida del bioterio y entrada en la caja operante) y la administración de descargas pudo haber dado funciones de “predictor” al investigador y su manipulación. Se recomienda para futura investigaciones aislar de alguna manera este factor que pudo haber estado presente en la investigación.

³ Por sistema de respuesta Roberts(1981) se refiere a un mecanismo independiente de las estimacion que determina la tasa de respuesta.

Referencias

- Abbot, B., Schoen, L., Badía, P. (1984). Predictable and unpredictable shock. Behavioral measures of aversion and physiological measures of stress. *Psychological Bulletin*, 96, 45-71.
- Balci, F., Ludvig, E., Brunner, D (2010). Within-session modulation of timed anticipatory responding: When to start responding. *Behavioral processes*, 85, 204-206.
- Buriticá, J (2011). Demora del reforzador en un programa de intervalo fijo: Efectos sobre la estimación temporal. Universidad de Guadalajara. Tesis de maestría no publicada. Cabeza de Vaca, S., Brown, B. L. & Hemmes, N. S. (1994). Internal clock and memory processes in animal timing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20(2), 184-198
- Capelari, A (2002) Investigaçao da generalidad do desamparo aprendido entre contextos aversivos e apetitivos. Departamento de Psicologia Experimental do Instituto de Psicologia. Universidade São Paulo. Tesis de maestría no publicada.
- Catania, A. C. (1970). Reinforcement schedules and psychophysical judgments: A study of some temporal properties of behavior. In W. N. Schoenfeld (Ed.), *The theory of reinforcement schedules* (pp.1-42). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Church, R (2002) *A concise introduction to scalar timing theory*. En Meck (Ed.). *Functional and neural mechanisms of interval timing*. New York: CRC-Press, pp. 3-22.
- Church, R., Broadbent, H. (1990). Alternative representations of time, number, and rate. *Cognition*, 37 (1-2), 55-81.
- Church, R. M., Meek, W. H., & Gibbon, J. (1994). Application of scalar timing theory to individual trials. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 135-155.
- Dal Zotto, S. (2002). Efectos a largo plazo de una sola exposición al estrés: relación con la adaptación al estrés crónico y factores implicados. Universidad Autónoma de Barcelona. Tesis Doctoral no publicada.
- Fester, C. B., & Skinner, B. F (1957). *Schedule of Reinforcement*. New York: Applenton Century Croft.
- Flesher, M., & Hoffman, H. S. (1962). A progression for generating variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 529-530.
- Gallistel, C & Gibbon, J. (2002). *The Symbolic Foundation of Conditioned Behavior*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, Inc.
- Galtress, T., Marshall, A., Kirkpatrick, K (2012). Motivation and timing: Clues for modeling the reward system. *Behavioural Processes* 90, 142– 153
- Galtress, T., Kirkpatrick, K. (2009). Reward value effects on timing in the peak procedure. *Learning and Motivation* 40, 109–131
- Galtress, T., Kirkpatrick, K. (2010). Reward magnitude effects on temporal discrimination. *Learning and Motivation* 41, 108–124
- Gibbon, J. (1991). Origins of scalar timing theory. *Learning and Motivation*, 22, 3-38
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's law in animal timing. *Psychological Review*, 84, 279-325
- González, M., López, A., Dos Santos, C. (2010). Efecto del tipo y controlabilidad del estrés sobre la conducta alimentaria en ratas. *Revista Mexicana de Análisis de la conducta*, 36, 11-127.

- Guilhardi, P., Church, R. (2004) Measures of temporal discrimination in fixed interval performance: A case study in archiving data. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(4), 661-669
- Guilhardi, P., & Church, R. M. (2006). The pattern of responding after extensive extinction. *Learning & Behavior*, 34, 269–284.
- Guilhardi, P., Yi, L., Church, R.M., 2007. A modular theory of learning and performance. *Psychonomic Bulletin & Review* 14, 543–559.
- Guilhardi, P., Church, P. (2004). Measures of temporal discrimination in fixed-interval performance: A case study in archiving data. *Behavior Research Methods, Instruments & Computer*, 36 (4), 661-669.
- Hinton, S., Meck, W. (1997). How time flies: Funtional and neural mechanisms of interval timing. En Bradshaw, C., Szabadi (Eds.). *Time and behavior: Psychological and neurobehavioural analyses*. North-Holland
- Higa, J., Staddon, J. (1997). Dynamic model of rapid temporal control in animal. En Bradshaw, C., Szabadi (Eds.). *Time and behavior: Psychological and neurobehavioural analyses*. North-Holland
- Hunziker, M., Dos Smeztantos, C. (2007). Learned helplessness: Effects of response requirement and interval between treatment and testing. *Behavioral processes*, 76, 183-191.
- Joseph-Bravo, P. & De Gortari, P. (2007). El estrés y sus efectos en el metabolismo y el aprendizaje. *Bioteconología*, 14, 65-76.
- Killeen, P. & Fetterman, G. (1988). A Behavioral Theory of Timing. *Psychological Review*, 95 (2), 274-295.
- Killeen, P., Fetterman, J., & Bizo, L. (1997). Time's causes. En Bradshaw, C., Szabadi (Eds.). *Time and behavior: Psychological and neurobehavioural analyses*. North-Holland
- Kirkpatrick, K., 2002. Packet theory of conditioning and timing. *Behavioural Processes*, 57, 89–106
- Machado, A. (1997). Learning the Temporal Dynamics of Behavior. *Psychological Review*, 104 (2), 241-265.
- Minor, T., Tauner, M., Lee, C. (1990). Modeling signal features of escape response: Effects of cessation conditioning in learned helplessness paradigm. *Journal of Experimental Psychology*, 16, 123-136.
- Moreno, L., Lamprea, M., Duenas, Z. (2009). Diferencias en los comportamientos asociados con la ansiedad de ratas macho y hembra expuestas a un protocolo de estrés crónico por separación maternal temprana. *Suma Psicológica*, 16, 31-437
- Lee, R., Maier, S. (1988). Inescapable shock and attention to internal versus external cues in a water escape discrimination task. *Journal of Experimental Psychology*, 14, 302–311.
- Ludvig, E., Balci, F., Spetch, M. (2011). Reward magnitude and timing in pigeons. *Behavioural Processes* 86, 359–363.
- Ludvig, E., Conover, K., Shizgal, P. (2007). The effects of reinforcer magnitude on timing in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 87, 201–218.
- Martí, O. & Armario, A. (1998). Anterior pituitary response to stress: time related changes and adaptation. *International Journal of Development Neuroscience*, 16, 247-260.
- Minor, T., Maier, S., & Jackson, R. (1984). Effects of task-irrelevant cues and reinforcement delay on choice-escape learning following inescapable shock: Evidence for a deficit in selective attention. *Journal of experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 543-556

- Minor, T., Tauner, M., Lee, C. (1990). Modeling signal features of escape response: Effects of cessation conditioning in learned helplessness paradigm. *Journal of Experimental Psychology*, 16, 123-136
- Moreno, L., Lamprea, M., Duenas, Z. (2009). Diferencias en los comportamiento asociados con la ansiedad de ratas macho y hembra expuestas a un protocolo de estrés crónico por separación maternal temprana. *Suma Psicológica*, 16, 31-43
- Orduña, V., Garcia, A., Menez, M., Hong, E., Bouzas, A. (2008) Performance of spontaneously hypertensive rats in a peak-interval. *Behavioural Brain Research*, 191, 72-76
- Santos, C.; Gehm, T.; Hunziker, M. (2010). Learned helplessness in the rat: Effect of response topography in a within-subject design. *Behavioral Processes*, 86, 178-183
- Seligman M. (1968). Chronic fear produced by unpredictable electric shock. *Journal Physiology Psychology*, 66, 402-411
- Seligman, M. (1975). Helplessness: On development, Depression and Death. University of Pennsylvania
- Seligman, M., Maier, S. (1967). Failure to escape traumatic shock. *Journal of Experimental Psychology*, 74, 1-9
- Selye, H. (1974). Stress without distress. Philadelphia: J.B. Lippincott.
- Vazquez-Lira, R., Orduña, V. (2011). Estimación temporal en seres humanos mediante el procedimiento de pico con interrupciones. *Suma psicológica*, 18, 57-66.
- Torres, C., López-Espinoza, A., Martínez, A., Franco, K., Díaz, F., Sosa, G., Aguilera, V., Magaña, C., Cárdenas, A. (2009). Consumo de alimento y endulzantes bajo condiciones de estrés crónico en ratas. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 35, 133-147
- Ward, R., Odum, A. (2006). Effects of prefeeding, intercomponent-interval food and extinction on temporal discrimination and pacemaker rate. *Behavioural Processes* 71, 297-306.
- Weiss, J. (1970). Somatic effects of predictable an unpredictable shock. *Psychosomatic Medicine*, 32 (4), 397-408.
- Roberts, S (1981). Isolation of an internal clock. *Journal of experimental psychology: Animal Behavior Processes*, 7 (3), 242-268
- Roberts, S. & Church, R. (1978). Control of an internal clock. *Journal of experimental psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 318-337
- Roberts, W., Cheng, K. (1989). Timing light and tone signals in pigeons. *Journal of experimental psychology: Animal Behavior Processes*, 15, (1), 23-35.
- Rosellini, R., e DeCola J. (1981) Inescapable shock interferes with the acquisition of a low-activity response in a appetitive context. *Animal Learning and Behavior*, 9 (4), 487-490
- Rosellini, R., DeCola, J., Plonsky, M., Warren, D., Stilman, A. (1984) Uncontrollable shock proactively increase sensitivity to response-reinforcer independence in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Process*, 10 (3), 346-359
- Rosellini, R. DeCola, J. e Shapiro (1982) Cross-motivational effects of inescapable shock are associative. *Nature Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Process*, 8 (4), 376-388
- Rygula, R., Abumaria, N., Flügge, G., Fuchs, E., Rüter, E., & Havemann-Rinecke, U (2005). Anhedonia and motivational deficits in rats: Impact of chronic social stress. *Behavioural Brain Research* 162, 127-134
- Yerkes, R., Dodson, J. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 459,482.

