
La Interacción entre Claves en el Condicionamiento Clásico: un Ejemplo desde la Teoría de la Detección de Señales
Cue Interaction in Classical Conditioning: an Example from Signal Detection Theory

Clara Muñiz-Diez, Beatriz Álvarez e Ignacio Loy
Universidad de Oviedo. Facultad de Psicología

RESUMEN

El condicionamiento clásico permite poner en relación la investigación básica con animales con las tareas de juicios de contingencia en humanos, dado que la manera en la que los animales juzgan la relación entre estímulo condicionado y estímulo incondicionado es análoga a la manera en que el humano juzga la relación entre clave y resultado. El condicionamiento clásico se ha explicado tradicionalmente mediante modelos asociativos, pero estos modelos han demostrado tener algunas limitaciones. La Teoría de Detección de Señales (TDS) podría ser una alternativa más adecuada. En este experimento, se evalúa el juicio de contingencia en cuatro grupos de ratas a las que se les presentó un tono acompañado siempre de comida (100% reforzado), y un compuesto tono-click con diferentes contingencias de reforzamiento (100%, 66%, 33% y 0%). El diseño general fue A+/AX+. El grupo para el que el compuesto fue siempre reforzado (100%) mostró aumentación y bloqueo. En cambio, cuando la contingencia fue del 0%, este diseño produjo condicionamiento de segundo orden e inhibición condicionada. Los resultados muestran que los fenómenos se produjeron en momentos distintos del entrenamiento para dichos grupos, mientras que para los grupos restantes (33% y 66%) los fenómenos parecen haber sido intermedios. Los resultados son analizados empleando metodologías propias del trabajo contemporáneo en aprendizaje asociativo y mediante técnicas provenientes de la TDS. Se discuten las implicaciones teóricas de este enfoque decisorio de los procesos de aprendizaje asociativo.

Palabras clave: Teoría de Detección de Señales, condicionamiento clásico, juicios de contingencias, aprendizaje asociativo.

ABSTRACT

Classical conditioning allows relating the fundamental research in non-human animals with contingency assessment tasks in humans, given that animals judge the relationship between a conditioned stimulus and an unconditioned stimulus in a way akin to humans judge the relationship between a cue and an outcome. Classical conditioning has been traditionally explained by associative models, but these models have been demonstrated have some limitations. Signal Detection Theory (SDT) can be a more appropriate alternative. In the present experiment contingency assessment is analyzed in four groups of rats that were exposed to a tone that was always followed by food (100%), and a tone-click compound for which different contingencies of reinforcement were employed (100%, 66%, 33% and 0%). The general design was A+/ AX+. The group in which the compound was always reinforced (100%) showed augmentation and blocking. In contrast, second order conditioning and conditioned inhibition were observed when the compound contingency reinforcement was 0%. The results showed that these phenomena appeared in different moments of training for the mentioned groups, whereas groups with intermediate reinforcement (33% and 66%) showed intermediate results. Results are analyzed using associative learning methodologies and TDS techniques. Theoretical implications of applying SDT to associative learning are discussed.

Keywords: Signal Detection Theory, classical conditioning, contingency judgments, associative learning.

Contacto:

I. Loy
Universidad de Oviedo
Departamento de Psicología
Plaza de Feijoo s/n
33003 Oviedo
e-mail: iloy@uniovi.es

1.- Introducción

El condicionamiento clásico (o Pavloviano) consiste en el aprendizaje que se produce por la presentación conjunta y repetida de dos estímulos, como consecuencia de la cual, uno de los estímulos (el estímulo condicionado o EC) acaba por provocar la respuesta que al inicio solo provocaba el otro estímulo (el incondicionado o EI). La respuesta producida por el EC recibe el nombre de respuesta condicionada o RC (Mackintosh, 1983).

De acuerdo con Siegel, Allan, Hannah y Crump (2009), la manera en la que un humano juzga la relación existente entre una clave y un resultado (o entre una causa y su consecuencia o entre un síntoma y un síndrome) es análoga a la manera en la que una rata aprende la relación entre un EC y un EI. Por ello, la investigación básica con procedimientos de condicionamiento clásico en animales puede ponerse en relación con la investigación contemporánea con procedimientos de juicios de contingencia en humanos.

Para ilustrar esta afirmación, Siegel et al., (2009) comparan dos matrices de 2x2 que describen la presentación de eventos en tareas de juicio de contingencia y en tareas de condicionamiento clásico (véase Tabla 1). En cada ensayo de una tarea de juicio de contingencia, la clave puede presentarse (C) o no (~C) y el resultado puede ocurrir (R) o no (~R). La tarea del sujeto consiste en estimar el grado de relación entre la clave y el resultado. Las letras de las celdas (a, b, c, d) representan la frecuencia acumulada de ocurrencia de todas las combinaciones clave-resultado que aparecen en un bloque de ensayos. De la misma manera, en un ensayo de condicionamiento clásico, el EC puede presentarse (EC) o no (~EC) y el EI también puede presentarse (EI) o no (~EI). Las letras de las celdas (a, b, c, d) representan la frecuencia acumulada de ocurrencia de todas las combinaciones EC-EI que aparecen en un bloque de ensayos. Nótese la gran similitud entre las dos situaciones experimentales.

	R	~R		EI	~EI
C	a	b	EC	a	b
~C	c	d	~EC	c	d

Tabla 1. A la izquierda: Matriz de 2x2 para la presentación de la clave y el resultado en una tarea de juicios de contingencia. A la derecha: Matriz de 2x2 para la presentación del EC y el EI en una tarea de condicionamiento clásico.

Esta similitud ha llevado a diversos autores a explorar la utilidad de usar modelos del condicionamiento pavloviano en la explicación de los juicios de contingencia. Por ejemplo, Dickinson, Shanks, y Evenden (1984) aplicaron a tareas de juicios de contingencia el modelo de Rescorla-Wagner (Rescorla & Wagner, 1972; Wagner & Rescorla, 1972). Sin embargo, estudios recientes (e.g., Perales, Catena, Shanks, y González, 2005; Allan, Hannah, Crump, y Siegel, 2008) han puesto de relieve que los modelos asociativos muestran algunas limitaciones para dar cuenta de estos resultados y han acudido a la Teoría de Detección de Señales como alternativa. Perales et al. (2005), en tareas típicas de aprendizaje causal, demostraron que la manipulación

de la probabilidad de la clave, manteniendo constante la contingencia (ΔP^1), no afectaban a la habilidad de los sujetos para predecir la aparición del resultado (detectabilidad) pero tenía un significativo efecto sobre el criterio de respuesta. De acuerdo con estos autores, cuanto más liberal es el criterio de respuesta, más alta es la estimación de los juicios. Allan et al. (2008), empleando una técnica desarrollada por ellos para estudiar la evaluación de la contingencia, demostraron que el hecho de presentar contingencias positivas o negativas, la cantidad de reforzamiento (efecto de la densidad) y la imposición de una determinada condición de incentivo en la tarea, tenían muy poca influencia sobre la sensibilidad a las contingencias pero una influencia muy alta sobre el criterio de decisión. Como consecuencia proponen un análisis del aprendizaje de la contingencia basado en la TDS. Básicamente, estos autores señalan que en las tareas de aprendizaje con humanos empleando procedimientos de juicios de contingencia, la capacidad de los sujetos para detectar la contingencia entre dos eventos y su criterio de respuesta están confundidos cuando sólo se mide el juicio. Empleando técnicas de la TDS pueden separarse estos dos componentes de respuesta contribuyendo a resolver algunas inconsistencias encontradas entre la investigación en aprendizaje asociativo basado en tareas pavlovianas con animales y las basadas en tareas de juicios de contingencia con humanos (véase p.e. Miller & Matute, 1996). Una revisión reciente sobre la aplicación de la TDS a la evaluación de la contingencia (Siegel et al., 2009) profundiza no solo en la eficacia de las técnicas provenientes de la psicofísica de la detección de señales, sino en el alcance teórico que para la moderna teoría del aprendizaje puede tener el enfoque basado en la TDS. Otros autores han contribuido a estrechar los lazos entre TDS y aprendizaje, como Boynton, Smith & Stubbs (1997), que emplean la TDS para examinar efectos de la sensibilidad y los sesgos de respuesta en detección de la covariación. Gran parte de las argumentaciones presentadas por estos autores para los problemas planteados en las tareas de juicios de contingencia pueden aplicarse a los estudios con animales de condicionamiento clásico. Y sin embargo en la investigación más clásica con animales dentro del campo del aprendizaje asociativo, los ejemplos de uso de la TDS son más dispersos y a pesar de haber sido ya reivindicado de manera similar a como ha hecho Siegel para los juicios de contingencia en humanos, no está generando la investigación empírica correspondiente.

Toda situación en la que un sujeto tenga que discriminar entre dos estímulos es susceptible de ser analizada en términos de la TDS. Efectivamente, las escasas aplicaciones explícitas de la TDS al condicionamiento se centran en aspectos discriminativos (Blough, 1958; Boneau y Cole, 1967; Morrison y Morrison, 1966). Green y Sweets (1973, p. 315-318) describen dos pioneros trabajos en los que se examinaba la conducta de discriminación instrumental de ratas en cajas de Skinner. En uno (Hack, 1963) la probabilidad de la señal se modificaba mientras la del reforzamiento se mantenía constante. En el otro (Nevin, 1964) la probabilidad del reforzamiento se variaba mientras la probabilidad de la señal se mantenía fija. Ambos casos son pues tareas de condicionamiento instrumental. En el condicionamiento clásico el documentado trabajo de Grice (1973) estudia sistemáticamente el efecto de la intensidad de los ECs con la metodología de la TDS poniéndola en relación con la teoría de Hull con la que afirma guardar una estrecha relación. Pero este autor empleó sujetos humanos e instrucciones verbales para modificar los criterios de respuesta de sus sujetos, por lo que su trabajo, aunque muy relevante desde un punto de vista teórico, no

¹ ΔP es la manera más habitual de expresar la relación entre en un EC y un EI. La expresión más habitual es $\Delta P = p_1 - p_2$, siendo p_1 la probabilidad del EI en presencia del EC y p_2 la probabilidad del EI en ausencia del EC.

puede aportar procedimientos para acomodar las tareas típicas de condicionamiento pavloviano con animales a las exigencias metodológicas de la TDS.

El trabajo de Mason et al. (2003) explora, con un procedimiento de condicionamiento de parpadeo en conejos, el efecto de la intensidad de un EC (un tono, T) que se presenta en compuesto con otro (TN, siendo N noise o ruido) sobre el nivel de RC ante el ruido. Con este procedimiento, los autores encuentran que a menor intensidad del T, mayor es el número de respuestas a N. Los autores describen matemáticamente cómo ni el modelo de Rescorla y Wagner (1972) ni el configuracional de Pearce (1987) predicen cambios en la respuesta ante el estímulo N tras un entrenamiento TN+/N- en función de la intensidad del T. No obstante, dicho incremento en la respuesta a N se puede conceptualizar más fácilmente desde la TDS si se entiende como un aumento del número de falsas alarmas (FA). Sin embargo este trabajo no ha tenido apenas impacto en el campo. Si aplicamos una lógica similar al análisis del concepto de contingencia así como a la interacción entre claves, un foco de atención para las modernas teorías del aprendizaje asociativo, veremos aspectos clave de la investigación contemporánea en aprendizaje que podrían enfocarse desde la perspectiva de la decisión. De hecho es una posición que ya ha sido claramente expuesta por Schmajuk (1987). Este autor señaló que el condicionamiento clásico puede considerarse un proceso de toma de decisiones en el que el sujeto tiene que decidir si responde o no con una respuesta condicionada ante la presencia o ausencia de un EC. La fuerza de una RC puede incrementarse como consecuencia del aumento de la discriminabilidad entre el EC y el fondo o contexto, o bien incrementando la contingencia entre el EC y el EI. Estos dos aspectos han sido clave en el desarrollo de la teoría del aprendizaje en las últimas décadas de acuerdo a la revisión de Pearce & Bouton (2001). Estos autores consideraron que los principales asuntos de interés para las teorías actuales del aprendizaje eran el papel del contexto, el aprendizaje sobre claves ausentes (una forma de interacción entre claves) y las interacciones entre la investigación animal y humana que permite la metodología de los juicios de contingencia. En una revisión similar más reciente, Miller (2006) ha señalado que los actuales enfoques asociativos del aprendizaje deberían abordar las implicaciones de la distinción entre aprendizaje y ejecución y la interacción entre claves. Ambos problemas de investigación, junto con los señalados por Schmajuk pueden ser abordados desde la TDS. Es de destacar que Schmajuk no olvidó la importante conexión que el estudio de los procesos de aprendizaje debe mantener con la evolución y señaló las ventajas de un modelo de aprendizaje basado en la optimización (TDS) como base para esa conexión. Pues bien, todos esos aspectos, directa (contexto, contingencia y evolución) o indirectamente (interferencia y competición entre claves) señalados por Schmajuk, pueden abordarse desde la TDS no solo metodológicamente sino también teóricamente. En este trabajo abordamos el uso de la TDS para describir un caso de interacción entre claves.

Como se ha señalado en el párrafo anterior, la interacción entre claves se puede considerar como un caso particular del estudio de la contingencia. El concepto de contingencia hace referencia a la relación entre un EC y un EI, mientras que la interacción entre claves hace referencia a la relación entre EC y un EI, y un compuesto, formado por el EC anterior y otro EC añadido, con el EI. Carnero, Morís, Acebes y Loy (2009) y Carnero (2011) han analizado el aprendizaje de contingencias en ratas desde una perspectiva psicofísica. Estos autores afirman que el “aprendizaje de contingencias puede considerarse [...] como una actividad de detección entre las probabilidades del EI en presencia o ausencia del EC”. Esta teoría, que se originó en el campo de la percepción, considera que el sujeto debe detectar una Señal que puede estar presente o no sobre un estímulo base denominado Ruido, que está siempre presente, lo que hace

que la tarea tenga cierto grado de dificultad. La TDS estudia las variables que influyen en la decisión acerca de la presencia o ausencia de la Señal en cada ensayo, separando nítidamente dos componentes presentes en el juicio: la sensibilidad de los sujetos y el criterio de respuesta. La teoría asume que la sensibilidad de los sujetos no debería resultar afectada por las instrucciones recibidas por el sujeto para realizar la tarea de detección, ni por los premios y castigos que reciba por una buena o mala ejecución, ni por la cantidad de ensayos con o sin señal que haya en una determinada sesión. Sin embargo, de acuerdo a los presupuestos teóricos de la TDS estas tres variables (instrucciones, matriz de pagos y probabilidad de la señal) sí afectarían al criterio de respuesta, contaminando los resultados que hubieran sido obtenidos sin tomar en consideración esta disociación.

La tarea de TDS más sencilla es la tarea de “sí/no”, que consiste en responder “sí” cuando se detecta la Señal (presentada en un fondo que actúa como Ruido) y “no” cuando no se detecta la Señal. Esta tarea da lugar a cuatro situaciones diferentes cuando cruzamos la respuesta dada y la presencia o ausencia de la Señal, como se puede ver en la Tabla 2. Estas cuatro situaciones pueden considerarse análogas a las situaciones posibles en el condicionamiento clásico, cuando se cruza la presencia/ausencia del EI y la presencia/ausencia de la RC.

	Señal (EI)	Ruido (~EI)
Sí (RC)	Aciertos	Falsas Alarmas
No (~RC)	Errores	Rechazo correcto

Tabla 2. Situaciones posibles ante una tarea de detección en términos de Aciertos, Falsas Alarmas, Errores y Rechazos Correctos y uno de sus paralelismos con el condicionamiento clásico.

En el estudio de los fenómenos de aprendizaje causal o contingencia en animales se ha visto que, en determinadas ocasiones, el mismo diseño formal (la misma experiencia con los estímulos) da lugar a resultados contrarios. Un ejemplo de ello es el estudio de Yin, Barnett y Miller (1994) con ratas. En este estudio, se presentaron ensayos en los que se emparejó un estímulo incondicionado con un estímulo condicionado (EC1) y ensayos en los que se presentó el anterior estímulo condicionado (EC1) junto con otro estímulo condicionado (EC2). El EI consistía en una descarga eléctrica, los ECs empleados fueron varios estímulos auditivos y la RC que se midió fue la supresión de la conducta de lameteo o licking. En este estudio, los autores variaron el número de ensayos de cada tipo (EC1-EI/ EC1-EC2) y la secuencialidad de los tipos de ensayos. La secuencialidad hace referencia a que los dos tipos de ensayos podían presentarse de manera secuencial (en dos fases de entrenamiento distintas: primero EC1-EI, después EC1-EC2) o intercalados (una sola fase de entrenamiento). Este diseño se puede resumir de manera formal como A+/AX-. Con este diseño, se podrían obtener resultados consecuentes tanto con el Condicionamiento de Segundo Orden (CSO) como con la Inhibición Condicionada (IC). Los autores encontraron que con pocos ensayos se obtenía CSO, con independencia de si la presentación era secuencial o intercalada. En cambio, cuando se emplearon muchos ensayos de condicionamiento con una presentación intercalada de los tipos de ensayos se obtuvo IC.

Otro ejemplo se puede encontrar en Batson y Batsell (2000). En su estudio exploraron los efectos del precondicionamiento de un olor emparejado con malestar

gástrico producido por LiCl, sobre el condicionamiento de un compuesto olor+sabor. El diseño formal es A+/AX+, un diseño con el que típicamente se obtiene un efecto de bloqueo, que consiste en que el estímulo X produce una respuesta condicionada significativamente menor que un control no reciba el preconditionamiento A+. En este caso, los autores variaron el número de ensayos de preconditionamiento del olor, siendo cero, uno o dos. Con su procedimiento, encontraron que cuanto mayor era la aversión al olor mayor era también la aversión al sabor, el efecto contrario al bloqueo. Llamaron a este efecto *augmentation*, traducido al español como *aumentación*.

Los procedimientos que se explicaron antes (i.e., Yin, Barnet y Miller, 1994; Batson y Batsell, 2000) sólo varían en la contingencia de reforzamiento del compuesto AX, siendo en el caso de *aumentación/bloqueo* del 100% de los ensayos y en el caso de *condicionamiento de segundo orden/inhibición condicionada* 0%. Lo que se pretende en este experimento es replicar los resultados en los que se encuentran ambos pares de fenómenos con el mismo tratamiento, es decir, ver si los dos pares fenómenos ocurren en dos momentos distintos del entrenamiento, intercalando además contingencias de reforzamiento del compuesto intermedias. Para ello, se diseñó un experimento en el que se presentaron tonos reforzados el 100% de las veces y compuestos de tono y click (TC) con contingencias de reforzamiento que variaron dependiendo del grupo. Se emplearon 4 grupos, y las contingencias de reforzamiento del compuesto TC para cada uno de ellos fueron 100%, 66%, 33% y 0%.

2.- Método

2.1.- Sujetos

Los sujetos fueron 32 ratas Wistar macho, experimentalmente naïve, de 120 días de edad y con un peso *ad libitum* de 401 gramos (rango 325–507 g) al inicio del experimento. Fueron alojadas en grupos de cuatro en cajas de plástico. El peso de los animales fue reducido de manera gradual, controlando su alimentación, al 85% del peso inicial y este peso fue mantenido durante el experimento. Cada día había una fase de 12 horas de luz, que empezaba a las 8 a.m. El experimento fue llevado a cabo durante la fase de luz.

2.2.- Materiales

Se emplearon ocho cajas de condicionamiento operante idénticas, de 24 × 29 × 38 cm. Las paredes delantera y trasera estaban hechas de aluminio, las paredes laterales y el techo estaban hechos de metacrilato transparente, y el suelo estaba compuesto de barras de acero inoxidable de 0.4 cm de grosor, espaciadas 1 cm unas de otras. En el centro de la pared delantera se encontraba empotrado un medidor de la respuesta de entrada al comedero, que medía 6 × 3.5 × 6 cm y localizado a 0.5 cm sobre el suelo. Cada cámara estaba contenida en un armazón que atenuaba la luz y el sonido. Un altavoz que producía un tono de 600-Hz y 76-dB SPL, que fue usado como EC, estaba situado en la pared frontal, a 8 cm del comedero. Otro altavoz generaba un segundo estímulo auditivo: un click intermitente de 3.000-Hz y 82-dB SPL, que duraba 10 s. Justo encima del comedero estaba situada una luz de 2W y 24 V. Estos estímulos también fueron usados como ECs. Un ventilador dentro del armazón producía un ruido de fondo de 62-dB SPL. Un dispensador de pellets situado detrás del comedero dispensaba pellets de 45 mg (tipo Test Diet-MLabRodent Tablet), a través de un tubo que conectaba el comedero y el dispensador. Unas células foto-eléctricas colocadas en el comedero registraban las entradas a éste tanto en presencia como en ausencia del EC.

2.3.- Procedimiento

Los sujetos fueron asignados al azar a 4 grupos de ocho sujetos cada uno. Recibieron cuatro días de entrenamiento en entrada al comedero seguido de un día sin entrenamiento, y 20 sesiones de condicionamiento.

2.3.1.- Entrenamiento de entrada al comedero

Los días 1, 2, 3, y 4 los sujetos recibieron una sesión de 20 minutos de entrenamiento de entrada al comedero durante la cual los pellets eran proporcionados de acuerdo a un programa de intervalo variable de 120 segundos. Antes del inicio de cada sesión, se colocaron cuatro pellets en el comedero.

2.3.2.- Condicionamiento

El condicionamiento empezó el día 6 y continuó hasta el día 26 (un total de 20 sesiones). Cada sesión duró 77 minutos. Ningún evento estaba programado para los primeros y últimos 100 segundos de cada sesión. En cada sesión se presentaron 18 tonos, 18 luces, 6 compuestos tono-click y 3 clicks. Para todos los grupos, la presentación del tono era seguida por la presentación de un pellet, que actuaba como EI. Las 18 luces y los 3 clicks no fueron reforzados. La única diferencia entre los grupos fue el número de ensayos en los que la presentación del compuesto TC iba seguida de un pellet de comida (véase Tabla 3). Para el Grupo 1, los 6 ensayos del compuesto TC iban seguidos de un pellet; para el Grupo 2, 4 de los 6 ensayos de compuesto TC iban seguidos de un pellet; para el Grupo 3, sólo 2 de los 6 ensayos eran reforzados; y para el Grupo 4, ninguno de los ensayos del compuesto TC fue reforzado. Por tanto, la probabilidad de aparición del pellet en presencia del compuesto TC para cada grupo fue: 1 para el Grupo 1, 0.66 para el Grupo 2, 0.33 para el Grupo 3 y 0 para el Grupo 4.

Las entradas al comedero fueron registradas durante los 10 s que duraba cada EC y los 10 s anteriores al EC. La respuesta condicionada controlada por el EC se midió como una razón de elevación. El valor de esta razón se calculó dividiendo el número de entradas al comedero durante la presentación del T o del compuesto TC entre la suma de este número y el número de entradas al comedero en los 10 s previos (preT o preTC). Por ello, razones altas reflejan condicionamiento excitatorio del EC.

Grupo 1	18 T ⁺ 18L ⁻ 6 TC ⁺ (0TC ⁻) 3C ⁻
Grupo 2	18 T ⁺ 18L ⁻ 4TC ⁺ (2TC ⁻) 3C ⁻
Grupo 3	18 T ⁺ 18L ⁻ 2 TC ⁺ (4TC ⁻)3C ⁻
Grupo 4	18 T ⁺ 18L ⁻ 0 TC ⁺ (6TC ⁻) 3C ⁻

Tabla 3. Esquema de la presentación de los estímulos. T significa presentación del tono, L significa presentación de la luz, TC significa presentación del compuesto tono-click y C significa presentación del click. Los números que aparecen antes de las letras significan el número de ensayos de ese estímulo que se presentan en cada sesión. El + significa que el estímulo fue seguido de un pellet y el - significa que el estímulo no fue seguido por un pellet.

2.4.- Análisis de datos

Para analizar los datos, se usó el SPSS 19. Los análisis realizados consistieron en ANOVA de medidas repetidas, con uno o dos factores. Para todos los ANOVA de medidas repetidas se comprobó el supuesto de esfericidad mediante la W de Mauchly y

se corrigieron los grados de libertad por Greenhouse-Geisser cuando procedía. También se incluyó una prueba de homogeneidad: el contraste de Levene. El nivel de significación usado fue $\alpha = 0,05$.

3.- Resultados

3.1.- Análisis asociativo

3.1.1.- Razón de elevación del tono

Como se puede ver en la Figura 1, la respuesta al tono (medida como razón de elevación) aumentó hasta alcanzar un nivel asintótico hacia la sexta sesión, siendo igual para todos los grupos.

Estos datos se confirman con un ANOVA, en el que se vio que hay diferencias significativas de respuesta a lo largo de los Días [$F_{(7,343,205.611)} = 15.889$; $p = 0.000$; $\eta^2 p = 0.362$ (grados de libertad corregidos por Greenhouse-Geisser)], pero no entre los Grupos [$F_{(3, 532)} = 0.709$; $p = 0.555$; $\eta^2 p = 0.071$] ni debidas a la Interacción de ambas variables [$F_{(20,030,205.611)} = 0.853$; $p = 0.657$; $\eta^2 p = 0.084$ (grados de libertad corregidos por Greenhouse-Geisser)]. Aplicando un contraste repetido, vimos que las diferencias aparecen entre la primera y la segunda sesión [$F_{(1,28)} = 38.763$; $p = 0.000$], y entre las sesiones 3 y 4 [$F_{(1,28)} = 12.904$; $p = 0.001$].

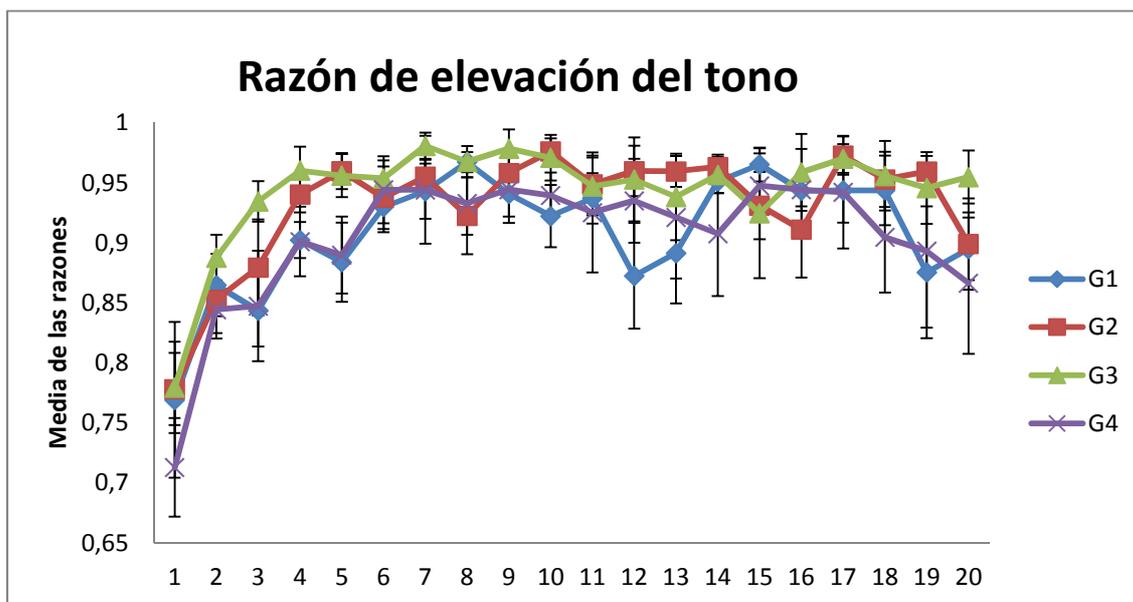


Figura 1. Medias de las razones de elevación de las respuestas al tono para cada grupo en cada sesión.

Dado que a todos los grupos se les dio un tratamiento igual con respecto al tono (18T+ en cada sesión) es de esperar que no hubiese diferencias entre los grupos. Además, el hecho de que la respuesta al tono aumentara en las 4 primeras sesiones nos indica que el tono se condicionó por su exposición junto con el reforzador y adquirió propiedades excitatorias. Las diferencias significativas entre las sesiones 3 y 4, y la ausencia de diferencias significativas en las posteriores sesiones nos indican que el condicionamiento ha llegado a la asíntota.

3.1.2.- Razón de elevación del tono-click

Como se puede ver en la Figura 2, las respuestas al TC fueron aumentando a medida que avanzaron las sesiones. Sin embargo, en los grupos 1 (TC reforzado el 100% de las veces) y 4 (TC no reforzado), parecen disminuir a partir de la sesión 9.

Un ANOVA de medidas repetidas nos indica que hubo un efecto significativo de los Días [$F_{(7.987,223.639)} = 6.335$; $p = 0.000$; $\eta^2 p = 0.185$ (grados de libertad corregidos por Greenhouse-Geisser)], pero no de los Grupos [$F_{(3,532)} = 1.262$; $p = 0.306$; $\eta^2 p = 0.119$] ni de la interacción Días x Grupo [$F_{(23.961,233.639)} = 1.167$; $p = 0.275$; $\eta^2 p = 0.111$ (grados de libertad corregidos por Greenhouse-Geisser)]. Un contraste simple mostró diferencias de todas las sesiones con respecto a la sesión 1.

Dada la poca información que nos aportan estos datos, excepto que la respuesta al TC aumenta con los días, pasaremos a analizar las razones de elevación del click, para ver qué ocurre con el mismo. La poca información aportada puede deberse al hecho de que las respuestas al preTC fueron en muchas ocasiones de 0 o 1, por lo que las razones podrían estar sobredimensionándose.

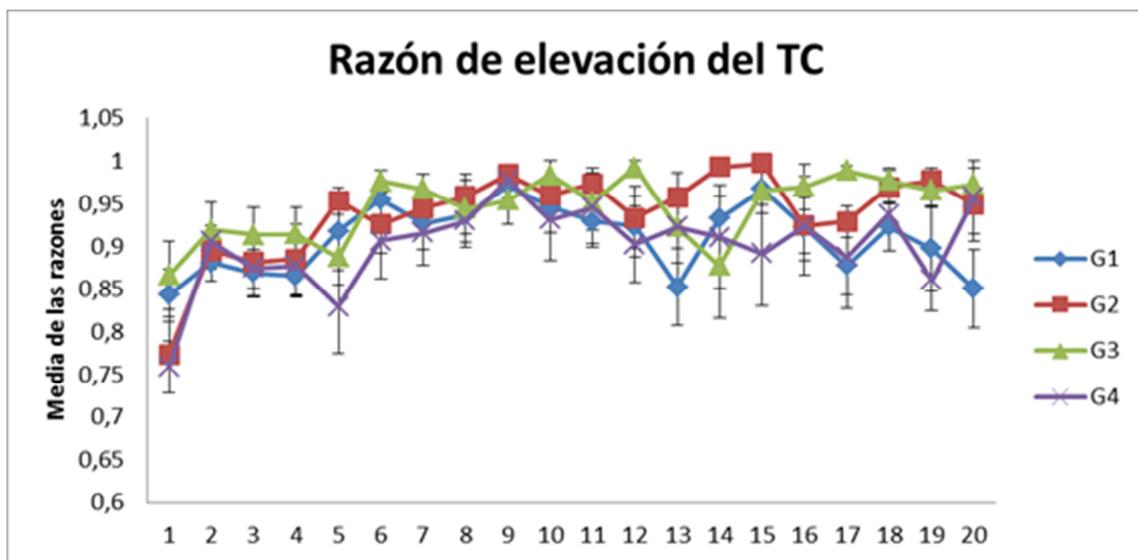


Figura 2. Medias de las razones de elevación de las respuestas al compuesto tono-click para cada grupo en cada sesión.

3.1.3.- Razón de elevación del click

Como se puede ver en la Figura 3, la respuesta al click se mantuvo más o menos constante para todos los grupos a lo largo de las sesiones, excepto para el Grupo 4. Los sujetos que fueron expuestos al compuesto TC sin reforzar (Grupo 4) mostraron un aumento de respuestas al click sólo al principio del entrenamiento. Sin embargo, a partir de la sesión 7, se observa un descenso en la media de respuestas al click. Esta tendencia se puede observar ligeramente en el resto de los grupos, aunque no de forma tan pronunciada.

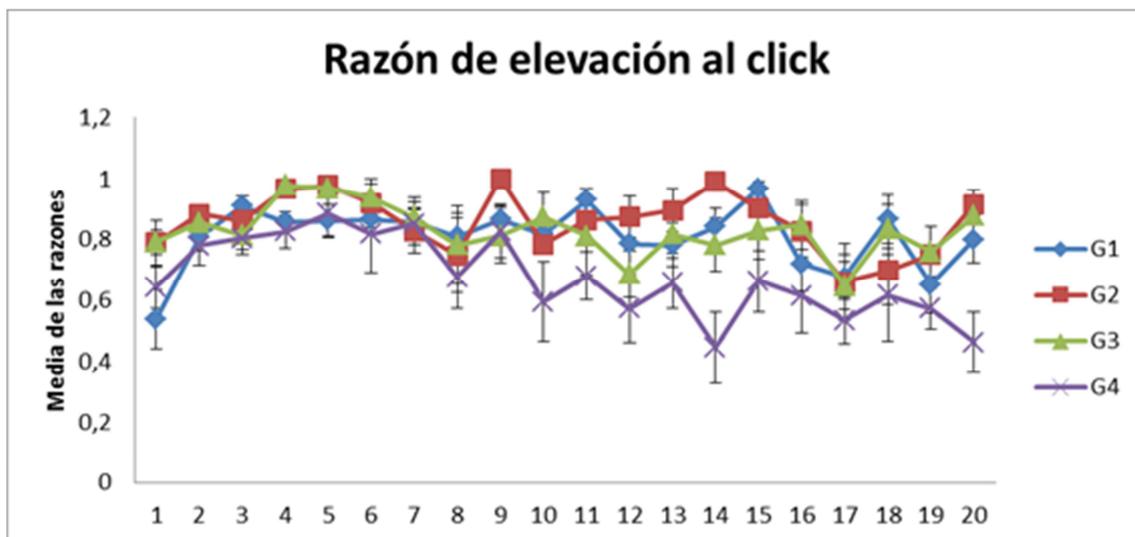


Figura 3. Medias de las razones de elevación de las respuestas al click para cada grupo en cada sesión.

Un ANOVA de medidas repetidas mostró un efecto significativo de los Días [$F_{(10,1,282.792)} = 4.415$; $p = 0.000$; $\eta^2_p = 0.136$ (grados de libertad corregidos por Greenhouse-Geisser)] y de los Grupos [$F_{(3,532)} = 5.584$; $p = 0.004$; $\eta^2_p = 0.374$], aunque no de la interacción entre ellos [$F_{(30,299,282.792)} = 1.104$; $p = 0.329$; $\eta^2_p = 0.106$ (grados de libertad corregidos por Greenhouse-Geisser)]. Al realizar un contraste simple de los Días, tomando como referencia de contraste la primera sesión, se observan diferencias significativas entre la sesión 1 y todas las siguientes hasta la sesión 9 (incluida), excepto para la sesión 8. A partir de la sesión 10, y exceptuando las sesiones 11 y 15, dichas diferencias significativas desaparecieron. Con respecto al factor Grupo, dado que no se puede asumir homogeneidad de las varianzas del error en todos los niveles de la variable Días, se realizó un contraste post-hoc de Games-Howell. Este contraste mostró diferencias significativas entre los grupos 2 y 4 ($p = 0.014$).

El aumento de respuesta al click en las primeras sesiones nos indica que el click adquirió propiedades excitatorias. Dichas propiedades excitatorias se pueden achacar en parte a la presentación conjunta con el tono que, como se ha mencionado previamente, adquirió propiedades excitatorias en las primeras sesiones del entrenamiento. Dado que el aumento apareció independientemente del grupo, el aumento de respuesta al click no se puede explicar totalmente por el reforzamiento del compuesto TC en los Grupos 1, 2 y 3 (en el que se reforzó al 100%, al 66% y el 33%, respectivamente).

Al hacer un ANOVA de medidas repetidas por grupos, el Grupo 1 (TC reforzado el 100% de las ocasiones) presentó un efecto significativo de los Días [$F_{(19,133)} = 2.91$; $p = 0.000$; $\eta^2_p = 0.294$]. Con respecto a la sesión 1, un contraste simple mostró diferencias significativas hasta la sesión 11, exceptuando las sesiones 2 y 10, que no fueron significativas. A partir de la sesión 12, las diferencias significativas desaparecieron, excepto en las sesiones 14, 15, 18 y 20, que presentaron diferencias significativas. Estos datos indican que en el Grupo 1 las respuestas al click aumentaron en los primeros ensayos, hasta la sesión 11, lo cual se puede interpretar como debido a la adquisición de propiedades excitatorias por parte del click, que desaparecieron a partir de la sesión 12. Esto es congruente con un fenómeno de aumentación en los primeros ensayos, que desapareció en los ensayos sucesivos, lo cual es congruente con el bloqueo.

En el Grupo 2, no se encontró un efecto significativo de los Días [$F_{(19,133)} = 1.614$; $p = 0.061$; $\eta^2_p = 0.187$]. Ocurre lo mismo para el Grupo 3 [$F_{(1,7)} = 1.313$; $p = 0.185$; $\eta^2_p = 0.158$]. Esto nos indica que el click no adquirió ninguna propiedad, ni excitatoria ni inhibitoria. Sin embargo, para poder determinar la adquisición de

propiedades inhibitorias se necesita aplicar una medida indirecta (pruebas de sumación y retraso), debido a su condición conductualmente silenciosa.

En el Grupo 4, se encontró un efecto significativo de los Días [$F_{(19,133)} = 2.118$; $p = 0.007$; $\eta^2 p = 0.232$]. Con un contraste simple y con respecto a la sesión 1, se encontraron diferencias significativas hasta la sesión 7, exceptuando la sesión 6 [$F_{(1,7)} = 1.253$; $p = 0.300$; $\eta^2 p = 0.152$]. A partir de la sesión 8 las diferencias con respecto a la primera sesión desaparecieron. Esto nos puede estar indicando que el click adquiere en un principio propiedades excitatorias, que desaparecen a partir de la sesión 8, y que se pueden explicar cómo condicionamiento de segundo orden, seguido por inhibición condicionada, aunque debemos recordar que para asegurar con toda certeza que se produce inhibición condicionada necesitamos realizar medidas indirectas.

El contraste simple realizado mostró que en todos los grupos se produjo un aumento de las respuestas en las primeras sesiones (hasta la sesión 9) y un decremento posterior (a partir de la sesión 10). Esto indica que el click adquirió propiedades excitatorias en las primeras sesiones que después desaparecieron. Para el Grupo 1 (TC reforzado al 100%), el resultado es el esperado: aumentación al comienzo del entrenamiento y bloqueo al final del mismo. En el caso del Grupo 4 (TC reforzado al 0%) el aumento inicial de respuestas al click indica CSO, mientras que su posterior descenso indica IC.

Como consideración final con respecto a los datos obtenidos mediante el análisis de las razones de elevación, cabe mencionar que las respuestas al pre-click y al pre-TC fueron en la mayoría de los ensayos 0 ó 1, con lo que las razones de elevación obtenidas son siempre muy altas. Debido a esto puede que la magnitud de la respuesta calculada mediante razones de elevación se haya sobredimensionado. Por ello se analizaron también las diferencias de respuesta entre pre-TC y TC, y entre pre-click y click.

3.1.4.- Diferencias PreTC-TC

Como se muestra en la Figura 4, los sujetos para los que el compuesto TC no iba seguido de reforzamiento (Grupo 4) mostraron un aumento de respuesta al TC durante las primeras sesiones (alcanzando la asíntota en la sesión 7). Esta tasa de respuesta disminuyó a partir de la Sesión 7. Los grupos para los que el compuesto TC era reforzado parcial o totalmente (100, 66, y 33% los grupos 1, 2 y 3, respectivamente) mostraron una mayor tasa de respuesta al TC conforme avanzaron las sesiones. También se puede apreciar que los Grupos 2 y 3 respondieron al compuesto ligeramente por encima del Grupo 1.

Un ANOVA de medidas repetidas mostró un efecto significativo de los Días [$F_{(3,724,104,729)} = 3.581$; $p = 0.010$; $\eta^2 p = 0.113$ (grados de libertad corregidos por Greenhouse-Geisser)], pero no de los Grupos [$F_{(3,532)} = 1.205$; $p = 0.326$; $\eta^2 p = 0.114$] ni de la Interacción [$F_{(11,173,104,279)} = 1.019$; $p = 0.435$; $\eta^2 p = 0.098$ (grados de libertad corregidos por Greenhouse-Geisser)]. Con un contraste simple (tomando como referencia la primera sesión) observamos que todas las sesiones diferían significativamente de la sesión 1.

Al realizar un ANOVA de medidas repetidas por grupos, el Grupo 1 (TC reforzado 100%) no presentó diferencias significativas debidas al factor Días [$F_{(19,133)} = 1,585$; $p = 0.069$; $\eta^2 p = 0.185$].

Se encontró un efecto de los Días en el Grupo 2 [$F_{(19,133)} = 2.001$; $p = 0.012$; $\eta^2 p = 0.222$]. Sin embargo, en un contraste simple sólo se encontraron diferencias significativas con respecto a la primera sesión para la sesión 2 [$F_{(1)} = 21.806$; $p = 0.002$; $\eta^2 p = 0.757$]. El Grupo 3 no presentó diferencias significativas debidas al factor Días [$F_{(19,133)} = 1.171$; $p = 0.291$; $\eta^2 p = 0.143$].

El Grupo 4 presentó diferencias significativas con respecto al factor Días [$F_{(19,133)} = 3.093$; $p = 0.000$; $\eta^2 p = 0.306$]. Realizando un contraste simple, se encuentran diferencias, con respecto a la sesión 1, para la sesión 2 [$F_{(1)} = 6.875$; $p = 0.032$; $\eta^2 p = 0.496$], para la sesión 7 [$F_{(1)} = 9.988$; $p = 0.016$; $\eta^2 p = 0.588$] y para la sesión 8 [$F_{(1)} = 7.121$; $p = 0.032$; $\eta^2 p = 0.508$].

El hecho de que el Grupo 4 (TC no reforzado) mostrara un aumento de las respuestas de entrada en el comedero en presencia del compuesto TC en las sesiones 7 y 8 muestra la presencia de condicionamiento de segundo orden, y su posterior desaparición, indicaría inhibición condicionada.

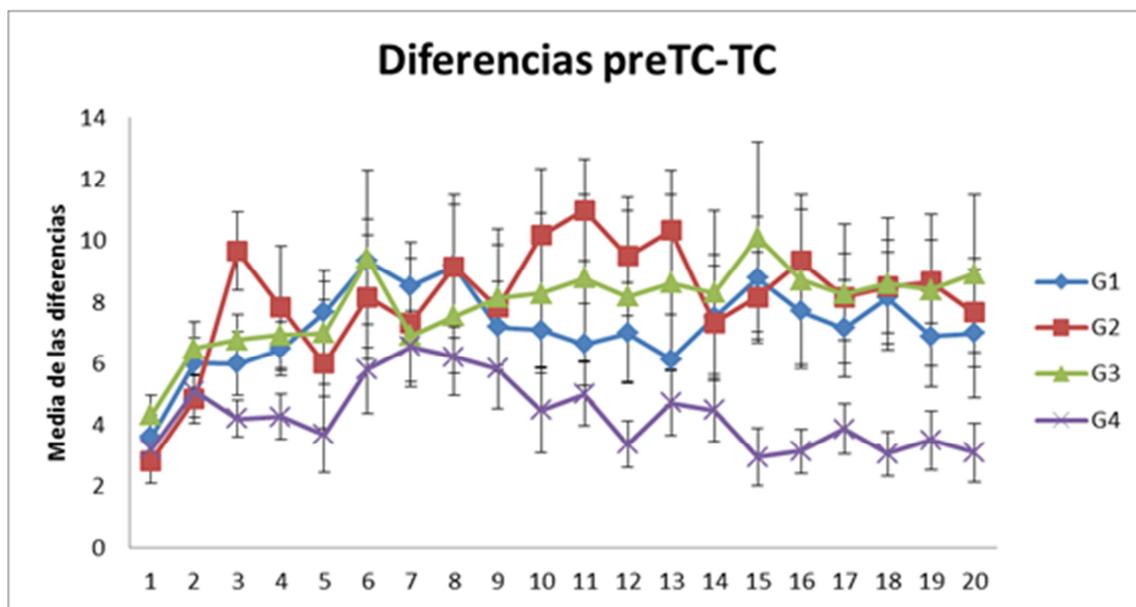


Figura 1. Medias de las diferencias de respuesta entre preTC y TC para cada grupo en cada sesión.

Los resultados obtenidos tras el análisis de esta variable (diferencias preTC-TC), de forma similar a lo que ocurre tras analizar las razones de elevación, proporciona datos menos claros que las razones del click por sí solo. Aun así, las diferencias encontradas encajan con la descripción de los datos obtenida con respecto al click.

3.1.5.- Diferencias PreClick-Click

Como se puede ver en la Figura 5, las respuestas al click aumentaron al principio y disminuyeron a partir de la sesión 5. A pesar de que, en el primer ensayo, la media de respuestas del Grupo 1 fue menor que la media de los grupos 2 y 3, en los ensayos siguientes el Grupo 1 muestra una media de respuesta igual e incluso superior. De esta manera se ve que en los ensayos iniciales, el Grupo 1 ejecutó más respuestas de entrada en el comedero, siendo el Grupo 2 el segundo que más respondió y el Grupo 3 el tercero. Hacia el final de las sesiones las respuestas de todos los grupos se fueron igualando alrededor de 0.

Un ANOVA de medidas repetidas mostró un efecto significativo tanto de los Días [$F_{(4,432,124,096)} = 22.087$; $p = 0.000$; $\eta^2 p = 0.441$ (grados de libertad corregidos por Greenhouse-Geisser)], como del Grupo [$F_{(3,532)} = 5.376$; $p = 0.005$; $\eta^2 p = 0.365$]. No hubo diferencias significativas para la interacción Días x Grupo [$F_{(13,296,124,096)} = 1.680$; $p = 0.072$; $\eta^2 p = 0.153$ (grados de libertad corregidos por Greenhouse-Geisser)]. Un contraste simple, tomando como referencia la primera sesión, mostró diferencias significativas hasta la sesión 6. De la sesión 7 a la 15, exceptuando la sesión 14 [$F_{(1,28)} = 4.612$; $p = 0.041$; $\eta^2 p = 0.141$] no se encontraron diferencias significativas. A partir de la

sesión 16 volvieron a aparecer diferencias significativas hasta la sesión 20, que no fue significativamente diferente de la sesión 1 [$F_{(1,28)}= 3.022$; $p= 0.093$; $\eta^2p = 0.097$]. En el contraste post-hoc de Games-Howell, las diferencias significativas se dieron entre los grupos 1 y 4 ($p= 0.022$) y entre los grupos 3 y 4 ($p= 0.004$).

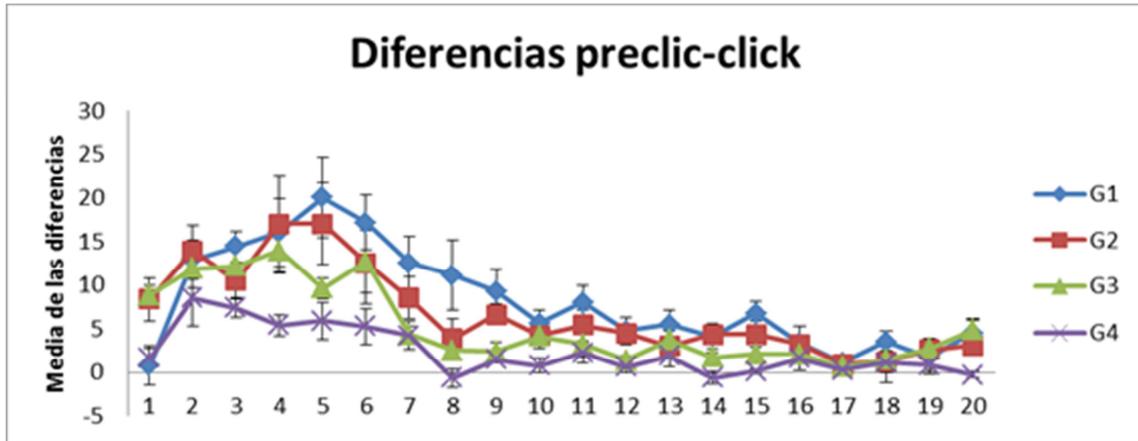


Figura 2. Medias de las diferencias de respuesta entre el pre-clic y el click para cada grupo en cada sesión.

Haciendo un ANOVA por grupos, el Grupo 1 presentó un efecto significativo de los Días [$F_{(19,133)}= 8.551$; $p= 0.000$; $\eta^2p = 0.550$]. Aplicando un contraste simple tomando como nivel de referencia la sesión 1, se encontraron diferencias significativas hasta la sesión 11, excepto en la sesión 10, que fue marginalmente significativa dado que el tamaño del efecto es alto [$F_{(1,7)}= 2.291$; $p= 0.174$; $\eta^2p = 0.247$]. A partir de la sesión 12 desaparecieron las diferencias significativas. Esto muestra que el click adquirió propiedades excitatorias en las primeras sesiones, y que estas diferencias desaparecieron después, lo que corresponde con un fenómeno de aumentación al principio, seguido por bloqueo.

El Grupo 2 también presentó un efecto significativo de los Días [$F_{(19,133)}= 5.560$; $p= 0.000$; $\eta^2p = 0.443$]. Con el contraste simple, se observó que las diferencias significativas aparecieron a partir de la sesión 16. Esto muestra que la media de respuestas al click después de esta sesión es menor que la media de respuestas observada en la sesión 1, lo que puede estar indicando condicionamiento inhibitorio.

El Grupo 3 presentó un efecto significativo de los Días [$F_{(19,133)}= 8.807$; $p= 0.000$; $\eta^2p = 0.557$]. Con el contraste simple las diferencias significativas aparecieron a partir de la Sesión 7.

El Grupo 4 también presentó un efecto significativo de los Días [$F_{(19,133)}= 3.826$; $p= 0.000$; $\eta^2p = 0.353$]. Con un contraste simple, se encontró que las sesiones 2 y 3 fueron significativamente diferentes de la sesión 1. A partir de ahí, ya no se encontraron diferencias significativas. Esto muestra que el click adquirió propiedades excitatorias en las primeras sesiones, que desaparecieron posteriormente, lo que se podría explicar como un fenómeno de condicionamiento de segundo orden, seguido por inhibición condicionada.

Estos resultados apoyan la información que nos proporcionaban las razones de elevación del click, dado que en los Grupos 1 y 4 se puede apreciar el mismo aumento al principio y decremento al final de las sesiones de todos los grupos, lo que revela que en un principio el click adquirió propiedades excitatorias, que desaparecieron en los últimos ensayos. Con respecto a los Grupos 2 y 3, las respuestas aumentaron en un principio, aunque no significativamente, lo que muestra que el click adquirió ciertas

propiedades excitatorias que disminuyeron significativamente pasados unos ensayos. Esto indicaría la adquisición de propiedades inhibitorias, aunque se deberían realizar las pruebas de sumación y de retraso para poder afirmar que efectivamente el click adquirió propiedades inhibitorias.

Finalmente, se observa que en los ensayos iniciales el Grupo 1 (18T+ 6TC+) mostró más respuestas al click, siendo el Grupo 2 (18T+ 4TC+) el segundo que más respondió, el Grupo 3 (18T+ 2TC+) el tercero, y el Grupo 4 (18T+ 0TC+) el que menos respondió, aunque las diferencias entre el Grupo 1, 2 y 3 no fueran significativas. Esto podría explicarse porque el Grupo 1 recibió mayor reforzamiento que el Grupo 2 y éste mayor reforzamiento que el Grupo 3. Esta diferencia en la cantidad de reforzamiento haría que el click adquiriese distintas magnitudes excitatorias dependiendo de la contingencia de reforzamiento del compuesto TC.

3.2.- Análisis de los resultados en términos de decisión

De la Teoría de Detección de Señales (TDS) han surgido dos grandes aportaciones: la separación entre sensibilidad y criterio de respuesta y el uso de las Curvas de Características Operativas del Receptor (o curvas COR). En los siguientes apartados se hace un análisis de acuerdo a estas dos aportaciones.

3.2.1.- Sensibilidad y detectabilidad

La respuesta condicionada se puede entender como resultado de dos procesos disociables: los que se corresponden con lo que en el campo de la percepción se llama sensibilidad y los que se corresponden con lo que en el campo de la percepción se denomina criterio de respuesta. En el presente experimento, la sensibilidad se referiría a la capacidad de discriminar los ensayos en los que se presenta el tono de los ensayos en los que se presenta el compuesto TC. La RC de los sujetos, sin embargo, reflejaría tanto esa capacidad como el efecto que sobre ésta tendrían los factores que afectan al criterio de respuesta, esto es, el número de ensayos y la tasa de reforzamiento (equivalente a la matriz de pagos en tareas de TDS).

Para poder ver gráficamente estos tres factores, se tomaron los promedios de las diferencias de respuesta entre el tono y el compuesto TC para las sesiones 1 a 6 y 7 a 20 para cada uno de los grupos o niveles de contingencia de reforzamiento y se acumularon dichas diferencias. Dichas diferencias se acumularon por grupo o nivel de reforzamiento. Tomando como el 100% de respuesta el valor más alto de los mencionados anteriormente, se recalcularon en relación a él todos los demás valores, para obtener una escala de 0 a 100. Dado que se toman diferencias en número de respuestas, cuanto mayor es el valor de la respuesta al TC menor es la diferencia. Por ello, dado que partíamos de una escala de 100, se hizo el inverso de las diferencias, restando el valor de ellas de 100.

De acuerdo al análisis que Siegel et al., (2009) realizaron de la evaluación de la contingencia en tareas de juicios con humanos, la inclinación de la recta es un índice de la sensibilidad: a mayor inclinación, mayor sensibilidad. Como se puede ver en la Figura 6, las líneas que describen las respuestas en las primeras sesiones y en las últimas son prácticamente paralelas, lo cual, indica que la sensibilidad para discriminar entre los ensayos T y los ensayos TC permanece constante a lo largo de las sesiones. Además, se puede observar que los datos correspondientes a las primeras sesiones se sitúan por encima de los datos correspondientes a las últimas. Esto nos muestra que las respuestas al TC fueron mayores en las primeras sesiones que en las últimas, lo cual nos indica que el criterio de respuesta fue más liberal en las primeras sesiones y más conservador en las últimas. Por último, se puede resaltar que el número de respuestas

fue mayor cuanto mayor era el reforzamiento, dado que en ambos casos, las curvas van ascendiendo a medida que aumenta la contingencia de reforzamiento.

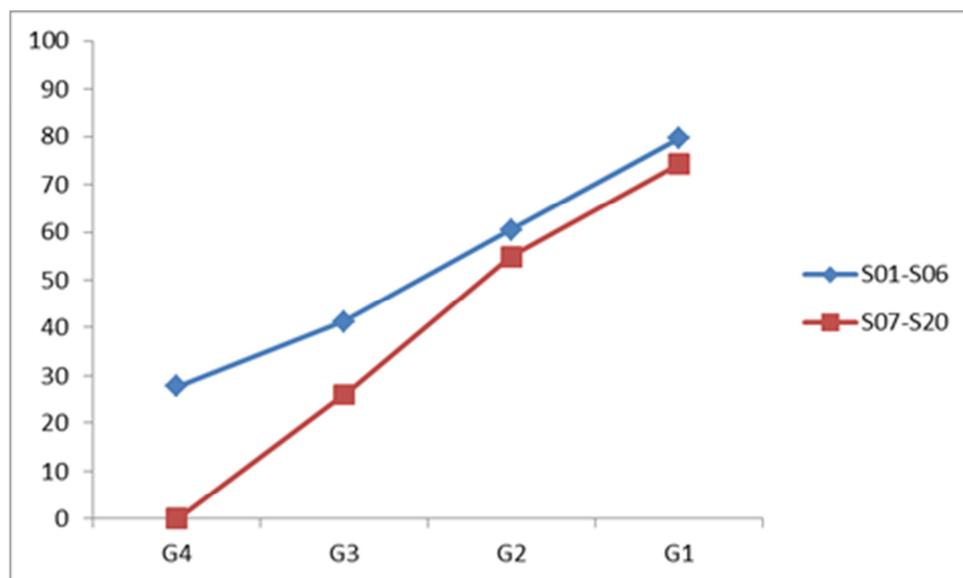


Figura 6. Inverso de los promedios acumulados de las diferencias de respuesta entre el tono y el compuesto tono-click para las sesiones 1 a 6 y 7 a 20 para cada uno de los grupos, recalculados en una escala de 0 a 100 tomando como el 100% de respuesta el valor más alto de ellos.

3.2.2.- Curvas COR

La curva COR (curva de Características Operativas del Receptor) es un gráfico que representa la relación entre los Aciertos (A) y las Falsas Alarmas (FA), cuando los factores que afectan a la sensibilidad permanecen constantes. Por ello, también se conocen como curvas de iso-sensibilidad. Cuanto más se acerca la curva al vértice superior izquierdo (por tanto, mayor área bajo la curva), mejor discrimina el sujeto. La diagonal positiva (del vértice inferior izquierdo al vértice superior derecho) representa una discriminación nula y sería la curva que obtendría un sujeto que responde al azar. En cambio, si encontramos una curva COR por debajo de esta diagonal, el sujeto tendría un nivel de discriminación más bajo que el esperado por azar (Blanco, 2000). Trasladando esto a nuestros datos, una curva por encima de la diagonal nos indicaría condicionamiento excitatorio, y una curva por debajo de la diagonal nos indicaría condicionamiento inhibitorio (Carnero, 2011). Como demostró Carnero (2011) en el Experimento 5, cuando el EC pasa las pruebas indirectas destinadas a medir el nivel de aprendizaje inhibitorio la curva COR muestra esta inhibición al estar por debajo de la diagonal, y con un área bajo la curva significativa.

Grupo 1 (1T+ 1TC+). Analizando los datos mediante curvas COR, encontramos para el Grupo 1, que el área bajo la curva fue significativa ($p=0.024$) sólo en la primera sesión. La curva correspondiente se muestra en la Figura 7.

Como se puede apreciar en la Figura 7, la función que describe los datos de la sesión 1 está por encima de la diagonal, lo que indica que en esta sesión ocurrió condicionamiento excitatorio. Dado que en este grupo el tratamiento era 1T+ 1TC+, el condicionamiento excitatorio observado sería congruente con el fenómeno de aumentación.

En el resto de sesiones, ninguna de las áreas bajo la curva resultó significativa, lo que se explica por un fenómeno de bloqueo.

Grupo 2 (1T+ 0.66TC+). En este grupo, ninguna de las áreas bajo la curva resultó significativa, lo que podría deberse bien a una falta de condicionamiento o bien a

una pronta adquisición de bloqueo, sin que se dé primero el fenómeno de aumentación. No puede haber inhibición condicionada porque ninguna de las curvas COR se sitúa significativamente por debajo de la diagonal.

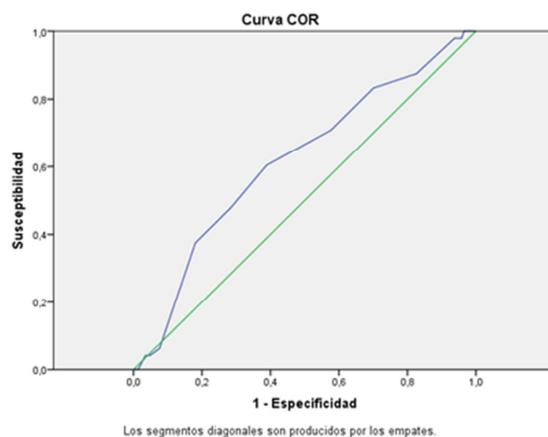
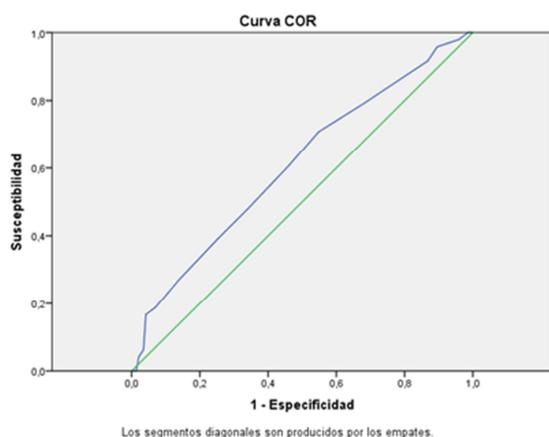


Figura 7. Curva COR para la sesión 1 del Grupo 1. **Figura 8.** Curva COR para la sesión 1 del Grupo 3

Grupo 3 (1T+ 0.33TC+). En este Grupo, sólo resultaron significativas las áreas bajo las curvas de la sesión 1 ($p= 0.015$) y de la sesión 2 ($p= 0.036$), que se muestran en la Figura 8 y en la Figura 9.

Como se puede observar, ambas curvas están por encima de la diagonal, mostrando que se produjo condicionamiento excitatorio. Dado que ninguna de las áreas debajo de la curva son significativas en las sesiones siguientes, es decir, no se observa ningún tipo de condicionamiento, este condicionamiento excitatorio se explica por un fenómeno de aumentación, más que por condicionamiento de segundo orden. Esto es así debido a que la ausencia de condicionamiento en las sesiones siguientes nos indica que se ha dado un fenómeno de bloqueo (el fenómeno que se produce tras la aumentación), pero no de inhibición condicionada (el fenómeno que se produce tras el condicionamiento de segundo orden).

Grupo 4 (1T+ 0TC+). En este grupo nos encontramos un área bajo la curva significativa en la sesión 1 ($p= 0.016$), cuya representación gráfica se muestra en la Figura 10.

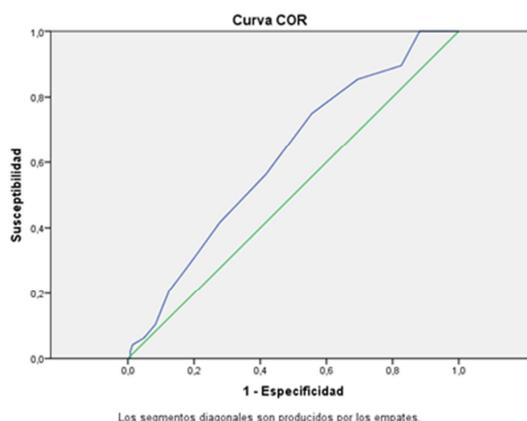
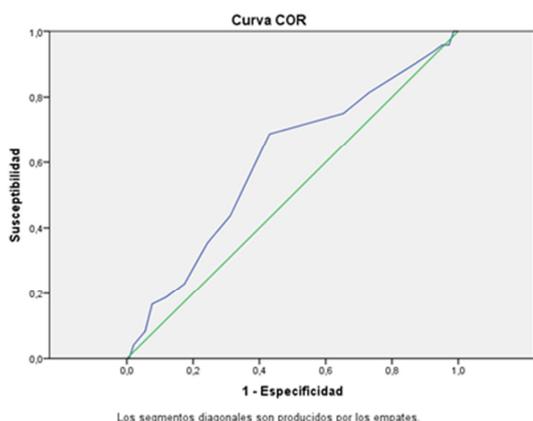


Figura 9. Curva COR para la sesión 2 del Grupo 3.

Figura 10. Curva COR para la sesión 1 del Grupo 4

Como se puede apreciar, la curva está por encima de la diagonal, lo que indica la existencia de condicionamiento excitatorio. Dado que en ningún momento el compuesto TC fue reforzado, esto sólo se puede atribuir a un fenómeno de condicionamiento de segundo orden.

Además, también se puede observar que a partir de la sesión 7 (incluida), vuelven a aparecer áreas significativas bajo la curva, a excepción de la sesión 8 y la 13, que no son significativas ($p= 0.062$ y $p= 0.085$, respectivamente).

Como ejemplo ilustrativo de las representaciones gráficas que encontramos para estas sesiones, se presenta la de la sesión 18 en la Figura 11. Como se puede observar, la curva se encuentra por debajo de la diagonal, lo que indica que los sujetos responden menos al TC que al T. Esto sería bastante similar a una prueba de sumación (como se muestra en Carnero, 2011) que sirve para medir la magnitud del condicionamiento inhibitorio. Dado el tratamiento aplicado a este Grupo (1T+ 0TC+), el condicionamiento inhibitorio observado sería el correspondiente al obtenido tras un entrenamiento típico en inhibición condicionada.

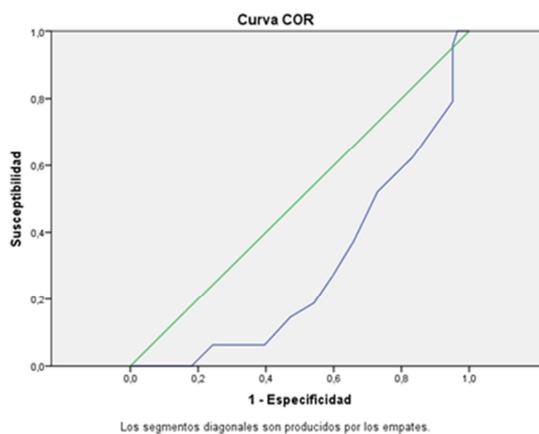


Figura 11. Curva COR para la sesión 18 del Grupo 4

4.- Discusión

El experimento presentado sugiere que el análisis TDS de los datos arroja conclusiones que concuerdan parcialmente con el análisis asociativo tradicional pero también algunos resultados divergentes. En concreto, la separación entre sensibilidad y criterio de respuesta nos permite ver cómo entrenamientos diferentes (por ejemplo T+/TC+ y T+/TC-) formarían parte de un continuo de detectabilidad atribuyendo las diferencias a la adopción por parte de los sujetos de criterios de respuesta diferentes en función de los niveles de reforzamiento. Por otra parte el análisis con curvas COR parece ser más exigente para mostrar condicionamiento excitatorio, pues muchas de las sesiones que resultaron significativas en el análisis tradicional no lo fueron con el análisis con curvas COR, sin embargo es más fácil mostrar la fuerza asociativa inhibitoria adquirida por los ECs sin necesidad de pruebas de sumación ni de pruebas de retraso, como ilustra el hecho de que en el Grupo 4 se encontró condicionamiento inhibitorio en la Curva COR, pero no en los análisis tradicionales.

Tomando todos los resultados en su conjunto, podemos concluir que en todos los grupos se produjo un aumento de las respuestas al tono-click en las primeras sesiones, que después desapareció. Esto nos indica que en todos los grupos, el click adquirió propiedades excitatorias, que luego desaparecieron. Teniendo en cuenta que el Grupo 1 recibió presentaciones reforzadas del compuesto TC, mientras que el Grupo 4 recibió

presentaciones no reforzadas del compuesto, la fuerza asociativa adquirida por el C en estos dos grupos debe atribuirse a procesos de aprendizaje diferentes. En el Grupo 1, la fuerza asociativa excitatoria de los primeros ensayos coincide con el fenómeno descrito por Batson & Batsell (2000) como *aumentación*. Este grupo no muestra indicios de *condicionamiento inhibitorio* en ninguno de los análisis realizados, lo cual coincidiría con el fenómeno conocido como *bloqueo* (Kamin, 1969).

Para el Grupo 4, para el cual el compuesto *tono-click* no se reforzó en ninguna ocasión, el aumento de respuestas al compuesto se encontró tanto en el análisis tradicional como en el análisis con curvas COR, y es coincidente con el fenómeno conocido como *condicionamiento de segundo orden*. El análisis con curvas COR mostró pruebas de *condicionamiento inhibitorio* hacia el final del entrenamiento.

En el caso de los Grupos 2 y 3 (*compuesto TC parcialmente reforzado*), en uno de los análisis, se encuentra una tasa de respuesta más baja de la esperada por *azar* en los ensayos finales, lo que nos puede estar indicando *condicionamiento inhibitorio*. Sin embargo, esto no coincide con los análisis con Curvas COR. Puede ser, que este *condicionamiento* no sea lo suficientemente fuerte para que las Curvas COR lo detecten. Se puede concluir que estos grupos presentan un nivel de *inhibición* menor que el Grupo 4, para el cual sí se encuentra *condicionamiento inhibitorio* en las curvas COR. Por tanto, los grupos donde el *reforzamiento* es parcial, aparece un fenómeno intermedio entre el *bloqueo* y la *inhibición condicionada*. Dado que estos fenómenos aparecen tras la *aumentación* y el *condicionamiento de segundo orden* respectivamente, el aumento de respuestas que se encuentra en estos grupos inicialmente se podría achacar a un fenómeno intermedio entre *aumentación* y *bloqueo*.

Las consecuencias teóricas de este tipo de análisis son tentativas y el mismo debería extenderse a todos los casos de *interacción entre claves* (véase Wheeler & Miller, 2008) pero resultan relevantes por el cambio de enfoque al que apuntan. Desde los modelos *asociativos*, el *bloqueo* se ha explicado tradicionalmente como una falta de atención al estímulo *bloqueado* (EC2), debido a que la información que esta clave aporta es redundante, pues el estímulo que lo acompaña (EC1), predice el EI de igual manera si aparece solo (Domjan, 2007). Sin embargo, los datos presentados muestran que *aumentación* y *bloqueo* se producen en distintos momentos del entrenamiento. Esto parece contradecir la idea de que al estímulo *bloqueado* no se le presta atención, pues no podría ocurrir que al principio se produjese *aumentación*. Desde la Teoría de Detección de Señales, este cambio en la tasa de respuesta se puede explicar como un cambio en el criterio de respuesta del individuo, que pasa de un criterio más liberal a uno más conservador debido a la experiencia con los estímulos.

En términos generales, estos datos indican que la metodología de la TDS es aplicable a los datos de *condicionamiento* y en concreto a la investigación sobre el problema que se ha venido denominado *interacción entre claves* (Wheeler & Miller, 2008). La TDS permite un análisis del aprendizaje sobre el C tras un entrenamiento T+/TC con diferentes niveles de *condicionamiento* del compuesto TC (1, 0.66, 0.33, 0) basado en los conceptos de *detectabilidad* y *criterio de respuesta*. Los cambios en el nivel de RC ante el C se atribuirían a cambios en el *criterio de respuesta*, que se irían modificando dentro de cada condición de *reforzamiento* a medida que avanza el entrenamiento. Por ejemplo, en el caso de T+/TC-, observaríamos un *criterio de respuesta* muy liberal al principio (alto nivel de RC ante el C, que la teoría tradicional del aprendizaje denominaría *condicionamiento de segundo orden*) que iría variando hacia un nivel de RC mucho más conservador al final del entrenamiento (bajo nivel de RC ante el C que la teoría tradicional del aprendizaje denominaría *inhibición latente*). En ambos casos asumiríamos que la *detectabilidad* sería equivalente. Análisis similares

podrían desarrollarse para todos los fenómenos conocidos como interacción entre claves o aprendizaje sobre claves ausentes. Por lo tanto este trabajo permite sentar las bases de un análisis del aprendizaje asociativo contemporáneo bajo la idea de considerar el aprendizaje como un proceso de toma de decisiones como alternativa a la consideración, más extendida actualmente, del aprendizaje como adquisición de asociaciones.

5.- Referencias

- Allan, L. G., Hannah, S. D., Crump, M. J. C., & Siegel, S. (2008). The psychophysics of contingency assessment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 226-243. DOI: 10.1037/0096-3445.137.2.226.
- Batson, J. D., & Batsell, W. R. Jr. (2000). Augmentation, not blocking, in an A+/AX+ flavor-conditioning procedure. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 466-471. DOI: 10.3758/BF03214358
- Blanco, M. J. (2000). *Psicofísica*. Madrid: Universitas.
- Blough, D. S. (1967). Stimulus generalization as signal detection in pigeons. *Science*, 158, 940-941. DOI: 10.1126/science.158.3803.940
- Boneau, C. A., & Cole, J.L. (1967). Decision theory, the pigeon and the psychophysical function. *Psychological Review*, 74, 123-135. DOI: 10.1037/h0024287
- Boynton, D. M., Smith, L. D., & Stubbs, D. A. (1997). Sensitivity and bias in covariation detection: A direct approach to a tangled issue. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 72, 79-98. DOI: 10.1006/obhd.1997.2731
- Carnero, S. (2011). *Percepción de la contingencia en el condicionamiento pavloviano desde una perspectiva psicofísica*. (Tesis doctoral inédita). Departamento de Psicología. Universidad de Oviedo.
- Carnero, S., Morís, J., Acebes, F., & Loy, I. (2009). Percepción de la contingencia en ratas: modulación fechneriana y metodología de la detección de señales. *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, 14, 14-37.
- Dickinson, A., Shanks, D. R., & Evenden, J. (1984). Judgment of act-outcome contingency: The role of selective attribution. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36A, 29-50. DOI: 10.1080/14640748408401502
- Domjan, M. (2009). *Principios de aprendizaje y conducta*. Madrid: Thomson
- Green, D.M. y Swets, J.A. (1973). *Signal detection theory and psychophysics*. New York: Wiley.
- Grice, G.R. (1972). Conditioning and decision theory of response evocation. En Bower G. H. y Spence K. W. (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation* (pp. 2-63). New York: Academic Press.

- Hack, M. H. (1963). Signal detection in the rat. *Science*, 139, 758-759. DOI: 10.1126/science.139.3556.758
- Hirsch, K. A. (1979). Signal detection analysis of conditioning data. *The Journal of General Psychology*, 101, 249-258. DOI: 10.1080/00221309.1979.9920078
- Kamin, L. J. (1969). Predictability, surprise, attention, and conditioning. In B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior* (pp. 279-296). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Mackintosh, N. J. (1983). *Conditioning and associative learning*. New York: Oxford University Press. Trad. cast. de M.V. Chamizo: Condicionamiento y aprendizaje asociativo. Madrid: Alhambra, 1987.
- Mason, C. R., Idrobo, F., Early, S. J., Abibi, A., Zheng, L., Harrison, J. M., & Carney, L. H. (2003). CS-dependent response probability in an auditory masked-detection task: Considerations based on models of Pavlovian conditioning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56B, 2, 193-205. DOI: 10.1080/02724990244000052
- Miller, R.R., & Matute, H. (1996). Biological significance in forward and backward blocking: Resolution of a discrepancy between animal conditioning and human causal judgment. *Journal of Experimental Psychology: General* 125, 370-386. DOI: 10.1037/0096-3445.125.4.370
- Miller, R. R. (2006). Challenges facing contemporary associative approaches acquired behavior. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, 1, 77-93. DOI: 10.3819/ccbr.2008.10005.
- Morrison, G. R., & Morrison, W. (1966). Taste detection in the rat. *Canadian Journal of Psychological Review*, 20, 208-217. DOI : 10.1037/h0082938.
- Nevin, J. A. (1964). A method for the determination of psychophysical function in the rat. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 7, 169.
- Pearce, J. M. (1987). A model for stimulus generalization in Pavlovian conditioning. *Psychological Review*, 94, 61-73. DOI: 10.1037/0033-295X.94.1.61
- Pearce, J. M., & Bouton, M. E. (2001). Theories of associative learning in animals. *Annual review of psychology*, 52, 111-139. DOI: 10.1146/annurev.psych.52.1.111
- Perales, J.C., Catena, A., Shanks, D. R., & González, J.A. (2005). Dissociation between judgments and outcome-expectancy measures in covariation learning: A signal detection theory approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 31, 1105-1120. DOI: 10.1037/0278-7393.31.5.1105

- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In A. H. Black & F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current research and theory* (pp. 64-99). New York: Appleton-Century- Crofts.
- Schmajuk, N. A. (1987). Classical conditioning, signal detection and evolution. *Behavioural Processes*, *14*, 277-289. DOI: 10.1016/0376-6357(87)90074-X.
- Siegel, S., Allan, L. G., Hannah, S. D., & Crump, M. J. C. (2009). Applying signal detection theory to contingency assessment. *Comparative Cognition & Behavior Reviews*, *4*, 116-134. DOI: 10.3819/ccbr.2009.40012.
- Wagner, A. R., & Rescorla, R. A. (1972). Inhibition in Pavlovian conditioning: Application to a theory. In R. A. Boakes & M. S. Halliday (Eds.), *Inhibition and learning* (pp. 301-336). London: Academic Press.
- Wheeler, D.S., & Miller, R.R. (2008). Determinants of cue interactions. *Behavioural Processes*, *78*, 191-203. DOI:10.1016/j.beproc.2008.02.002
- Yin, H., Barnet R. C., & Miller, R. R. (1994). Second-order conditioning and Pavlovian conditioned inhibition: Operational similarities and differences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *20*, 419-428. DOI:10.1037/0097-7403.20.4.419