



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

EFFECTOS MOTIVACIONALES EN EL
CONTROL TEMPORAL DEL
COMPORTAMIENTO: EL PAPEL DE LA PRE-
ALIMENTACIÓN.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:

MAYRA PATRICIA CRUZ FLORES

DIRECTOR: DR. OSCAR ZAMORA ARÉVALO

REVISOR: DR. OSCAR VLADIMIR ORDUÑA TRUJILLO

SINODALES: DRA. PATRICIA ROMERO SÁNCHEZ

DR. HUGO SÁNCHEZ CASTILLO

DR. ÁNGEL EUGENIO TOVAR Y ROMO



TESIS APOYADA POR EL PROYECTO DGAPA PAPIIT IN307716

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

En memoria de mi amada abuelita Felisa.

A mis padres.

“No estudio para saber más, sino para ignorar menos”

Sor Juana Inés de la Cruz.

Agradecimientos

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México por los recursos que desde la preparatoria he recibido de manera prácticamente gratuita, y mejor aún he recibido educación de la mejor calidad, es un orgullo y un privilegio pertenecer a una de las mejores universidades del mundo, un verdadero honor ser sangre azul y piel dorada.

Mamá, gracias por la estimulación temprana, con tu original método para favorecer el pensamiento divergente, es decir, tu famoso “resuélvelo” o “a ver cómo te las ingenias”, muchas gracias también por el fomento a la lectura. Papá, te agradezco mucho que siempre has inculcado el pensamiento crítico y la explicación más lógica a cualquier evento. Gracias a los dos por todos los cuidados y cariños que me han dado a lo largo de la vida, por el apoyo y paciencia, por la comprensión y por el gran ejemplo que me han dado con sus logros y esfuerzo, los admiro mucho.

A mi abuelita Felisa, quien me cuidó con mucha paciencia y cariño, a quien respeto tanto por ser una persona valiente y siempre alegre.

A la familia Flores Ortega y asociados; a mi abuelo José a quien admiro y respeto mucho por sus logros a pesar de parecer tener el mundo en contra. También agradezco a mi abuela Susana quien siempre me ha apoyado mucho y por quien también siento gran admiración. Gracias a mis tías, tíos y primos, gracias por escuchar mis anécdotas sobre ratas, aunque parezcan muy extrañas, como dice Aline “si volviera a nacer elegiría esta familia”.

Gracias a todos mis niños, quienes todos los días hacen mi vida más feliz e interesante, quienes me han mostrado lo compleja que es la conducta animal. Gracias a ustedes no me vuelvo loca, y desde que llegaron a mi vida creo que soy mejor persona, parafraseando a John Fante “abrazar a un perro es lo más cerca que se puede estar de Dios”, desde mi punto de vista también abrazando a un gato.

A mi Aron, tengo que agradecer que me has soportado en las buenas, en las malas y en las peores. Gracias por escuchar mis ñoñerías con tanto interés, por la ayuda y la retroalimentación, pero sobre todo por tanto amor, contigo soy mejor persona y más feliz.

Al Doctor Oscar Zamora, por permitirme estar en el bello “espacio compartido de investigación”, por el aprendizaje, el apoyo académico, y la paciencia, muchas gracias por ser mi tutor.

Al Laboratorio B20, donde he aprendido tanto, pero sobre todo he conocido personas magnificas, gracias a todos los integrantes por regalarme su atención en algún momento, por su valiosa retroalimentación, especialmente gracias a Mario, quien inició este proyecto y lo ha apoyado de diversas maneras, gracias por las lecturas y las enseñanzas.

Gracias a mis bellas y científicas empoderadas, y a los que se nos unen en un momento dado, es un placer contar con su amistad y su apoyo.

A Gaby, por su incondicional ayuda y apoyo académico y personal, por sus sabios consejos y por presionarme en un momento dado, es un gran gusto conocer a una buena persona como tú. A mi pequeño Elfo, por su ayuda en el experimento, de verdad lo valoro mucho, también agradezco tu amistad y los buenos momentos. A Analí, adoro regresar contigo y poder platicar de cualquier cosa, hiciste mi regreso a casa un buen momento del día y lo más importante pude conocer a una bella persona. Le Manu, has causado gran impacto en mi vida con tus recomendaciones literarias, no sabes cómo te lo agradezco, así como tus interesantes y divertidas pláticas. Gus Inge, tu amistad ha sido muy valiosa para mí, gracias por el apoyo en momentos de estrés.

Agradezco a los Doctores Vladimir Orduña, Patricia Romero, Hugo Sánchez y Ángel Tovar, que amablemente revisaron este trabajo y aportaron valiosas sugerencias.

Gracias a Felisa Chávez, por la ayuda con análisis de Detección de Señales, da gusto conocer personas tan amables como tú.

Gracias a Dios.

Índice general

Introducción	1
Método y materiales.....	21
Resultados	29
Discusión.....	43
Referencias.....	54

Resumen

La literatura indica que los cambios motivacionales generan cambios en la estimación temporal. En el presente trabajo se propone analizar los cambios que la pre-alimentación puede causar en el control temporal de conducta mediante una tarea de bisección temporal. Los sujetos experimentales fueron ocho ratas macho de la cepa Wistar, las cuales se entrenaron para llevar a cabo una tarea de bisección temporal. En la fase de generalización la manipulación consistió en pre-alimentar al sujeto veinte minutos antes de iniciar la sesión experimental con 12 g de alimento, el objetivo fue observar si se generaban cambios motivacionales en el organismo. Se utilizaron cuatro condiciones diferentes. Los resultados se analizaron bajo la Teoría psicofísica clásica comparando línea base contra las sesiones en las que se pre alimentó a los sujetos, además se complementó el análisis con Teoría de Detección de Señales. Los resultados en su mayoría no muestran diferencias en el factor sesión. Las condiciones 3.0-12.0 segundos (") y 0.5"-2.0" no cumplen algunos de los seis principios de la tarea de bisección temporal, sin embargo, las condiciones 1.0" – 4.0" y 2.0"- 8.0" si cumplen con la mayoría de dichos principios. En ninguna condición se halla un traslape de los ajustes psicofísicos en una escala semi- logarítmica. No se encontró algún efecto bajo el análisis de detección de señales, sin embargo, se observó que la sensibilidad de los sujetos no es modificada después de la manipulación experimental y no hubo sesgo a causa de la manipulación.

Palabras clave: Teoría psicofísica clásica, estimación temporal, motivación, pre-alimentación, Teoría de detección de señales

Introducción

Efectos motivacionales en el control temporal del comportamiento: El papel de la pre-alimentación.

Los organismos estiman el tiempo, cuentan con mecanismos para regular su conducta con base en ciertas señales internas del organismo y externas que el medio les brinda. Sin esta capacidad los organismos no podrían sobrevivir en su medio o presentar conductas adaptativas. Por ejemplo, un ciego puede leer a partir del tacto, pero sin un sentido temporal adecuado no sería capaz de hacerlo y comprender la lectura (Gruart, Escobar & Roblero, 2002). La percepción y estimación adecuada del tiempo es de fundamental importancia para una amplia variedad de procesos cognitivos y pueden estar detrás de numerosas acciones cognitivas y motoras (Carver, Elvevåg, Altamura, Weinberger, & Coppola, 2012). Por ejemplo, los seres humanos al tener la capacidad de estimar adecuadamente en un rango de segundos, pueden conducir un auto y detenerse a tiempo cuando el semáforo marca alto, pero si el tiempo objetivo se percibiera más lento (esto se ha encontrado en consumidores no frecuentes de THC, de acuerdo con Sewell et al., 2013), seguramente correrían peligro, pues su estimación acerca del tiempo con el que cuentan para detenerse antes del alto en un semáforo sería errónea. Como se ilustra en el ejemplo anterior, la estimación del tiempo es afectada por distintas variables, una de estas es la motivación de los organismos; se ha observado que el aumento de esta, cambia la percepción de la rapidez con la que transcurre el intervalo temporal (Balci, 2014)

El presente trabajo se enfoca en la estimación temporal en intervalos de segundos. Se busca conocer si la motivación es capaz de cambiar la estimación temporal de los organismos. Esto se pretende lograr disminuyendo la motivación al pre-alimentar a los sujetos en cuatro condiciones distintas que ocupan estímulos de diferentes duraciones

Marco teórico

Tiempo y conducta

La palabra *timing*, es un anglicismo que se refiere a la acción de detectar la organización temporal de eventos o su duración, o bien a la elección, juicio o control de cuando algo debe llevarse a cabo (Buriticá, 2014). El estudio de cómo los organismos actúan en función del tiempo se ha hecho desde distintas escalas temporales, a continuación, se mencionará una versión simplificada de la larga escala sobre la cual los organismos procesan el tiempo (Buonomano & Karmarkar, 2002; Merchant & de Lafuente, 2014):

- Escala de microsegundos. Se ha estudiado en escucha binaural, en esta escala tienen lugar las llamadas demoras interneurales gracias a las cuales es posible determinar el origen espacial del sonido. También se ha estudiado en ecolocalización, un proceso auditivo activo donde el animal emite un sonido que genera un eco, cuando el sonido regresa al animal este puede saber qué objetos están en el ambiente cercano.
- Rango de milisegundos. Es parte de timing intervalar, incluye conductas como el procesamiento visual y táctil del movimiento, así como la coordinación de movimientos finos; la habilidad de los organismos en esta escala de tiempo es muy flexible y el organismo tiene un gran control del inicio y término de la estimación temporal, dependiendo de las contingencias del ambiente.
- Escala de segundos a minutos. Es referido como timing intervalar. El procesamiento temporal en este rango regula conductas como forrajeo, toma de decisiones, desempeño secuencial motor y condicionamiento asociativo. En esta escala de tiempo son necesarios otros procesos como atención, memoria y toma de decisiones.

- Ritmos circadianos. Es el sistema biológico que organiza el ambiente con oscilaciones cada 24 horas, por ejemplo, ciclos vigilia-sueño.

En este trabajo es de interés la tercera escala de tiempo. A partir de diversos estudios se ha encontrado que el tiempo tiene una función peculiar en el comportamiento de los organismos; por ejemplo, Buriticá (2014) describe el tiempo desde una perspectiva conductual, como una propiedad de los estímulos a la que los organismos responden de manera similar a como lo harían ante otras propiedades tales como el brillo de una luz. También menciona que los organismos emiten respuestas ordenadas ante regularidades temporales, en otras palabras, este actúa como un estímulo discriminativo por sí mismo (Catania, 1970). Existe una amplia literatura que apoya este argumento, comenzando por Pavlov (1927, citado en Church, 2002) quien reportó en sus experimentos de condicionamiento clásico donde los procedimientos utilizados son descritos a partir del tipo de estímulo y de los intervalos de tiempo utilizados entre el inicio y la terminación del estímulo condicionado, así como la entrega del estímulo incondicionado (Church, 2002). Por ejemplo, en un procedimiento demorado en el que el estímulo condicionado comienza antes del estímulo incondicionado y la entrega de este es en presencia del estímulo condicionado, se encuentra que la respuesta condicionada comienza con más probabilidad en los segundos más cercanos a la aparición del estímulo incondicionado (Pavlov 1960, 1927, citado en Buriticá, 2014). Skinner (1938, citado Lejeune, Richelle & Wearden, 2006) también abordó el estudio del tiempo como un estímulo por sí mismo desde el condicionamiento operante, encontrando en el programa de intervalo fijo, resultados muy similares a los de Pavlov; en un procedimiento de intervalo fijo la entrega del reforzador depende de que el organismo cumpla con dos requisitos: un intervalo de tiempo y una respuesta operante; en este programa de reforzamiento se encuentra un patrón de festoneo, es decir, la conducta operante es más frecuente conforme se acerca el final

del intervalo (Reynolds, 1977). Otro ejemplo en condicionamiento operante lo dio Catania (1970), en el estudio de la conducta de discriminación temporal en un programa de reforzamiento diferencial de latencias largas, cuando la probabilidad de que ocurra una respuesta a un tiempo desde la última respuesta es más alta que la probabilidad a un tiempo distinto.

Además de estos procedimientos existen otros que denotan el papel del tiempo en la conducta de los organismos, como el procedimiento de pico y la tarea de bisección temporal que serán descritos con detalle más adelante.

Cómo estudiar el control temporal de la conducta

De acuerdo con Killen y Fetterman (1988) las tareas de timing se pueden clasificar como timing inmediato, retrospectivo y prospectivo. El primer tipo de tarea se refiere a aquellas donde la conducta del organismo está bajo el control del intervalo temporal que transcurre en ese momento. En las tareas de discriminación retrospectivas el sujeto debe discriminar entre distintas duraciones y emitir una respuesta en función del estímulo que ha sido presentado. Por último, en las tareas de estimación temporal prospectivas se requiere que las respuestas discriminativas anticipen el intervalo temporal.

Procedimiento de pico. El procedimiento de pico (PI) se deriva de los programas de intervalo fijo (IF), en los que la primera respuesta (por ejemplo, presionar una palanca) después de un tiempo t , que es determinado por la presentación de un estímulo (como una luz o tono), es reforzada y con la respuesta se termina el ensayo; este tipo de ensayos son de entrenamiento en un PI y una vez que el organismo ha adquirido el aprendizaje entonces son intercaladas con ensayos de no reforzamiento (Roberts, 1981). Los ensayos de no reforzamiento consisten en que la duración del estímulo puede ser hasta cuatro veces más larga que los ensayos de entrenamiento, no hay reforzamiento para las respuestas y el ensayo termina independientemente

de que haya respuesta o no. Esta tarea experimental se ubica dentro de la clasificación de timing inmediato.

Este método es descrito por primera vez por Catania (1970) con pichones, donde el 90% de los ensayos eran reforzados a los 10" del inicio del estímulo; los ensayos sin reforzamiento ocurrían solo el 10% del total de ensayos y duraban 38".

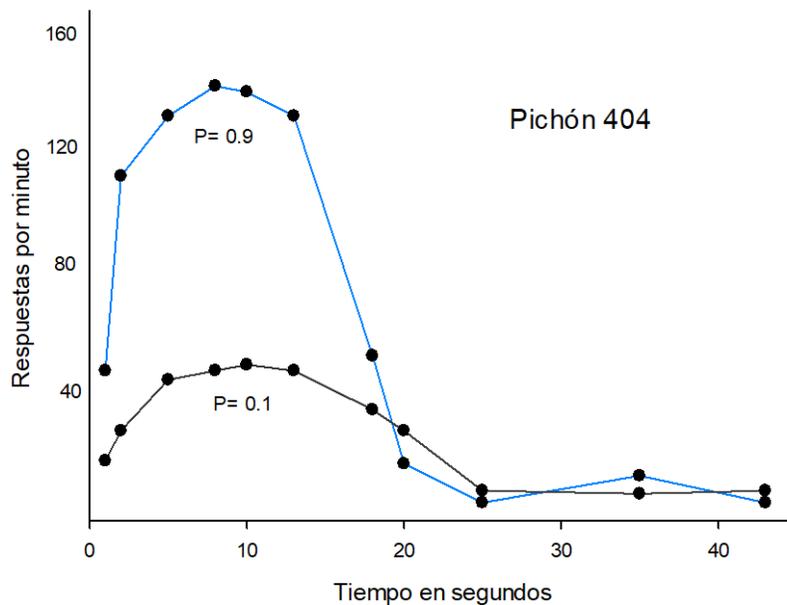


Figura 1. Resultados de un procedimiento de pico. Adaptado de Catania (1970).

En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos por Catania (1970), donde se observa que los ensayos donde se reduce la tasa de reforzamiento se reduce también la tasa de respuesta, sin embargo, el intervalo temporal donde el sujeto responde más es aquel donde se espera el reforzamiento. Posteriormente, Roberts (1981) modifica este método intercalando de manera aleatoria los ensayos de entrenamiento y los ciclos sin reforzamiento.

La estimación temporal que se ha encontrado en los organismos a través de este método muestra regularidades empíricas que se presentan a continuación (Church, 2002, 2003):

1. Simetría. La relación de la tasa de respuesta en función del tiempo transcurrido desde el inicio del estímulo (la función pico) está aproximadamente en una escala aritmética de tiempo, a menudo con sesgo positivo.
2. Tiempo pico. La tasa máxima de respuesta en los ensayos de no reforzamiento se encuentra cerca del intervalo en el que el organismo fue reforzado en los ensayos de entrenamiento.
3. Timing proporcional. El tiempo pico incrementa aproximadamente de manera lineal con el intervalo temporal al que es reforzado el organismo en los ensayos de entrenamiento.
4. Variabilidad escalar. La desviación estándar del tiempo pico incrementa aproximadamente de manera lineal con la duración del estímulo.
5. Ley de Weber. El coeficiente de variación (la desviación estándar dividida por la media) de la localización del pico es aproximadamente constante.
6. Superposición. La función pico en todos los rangos se superpone cuando la duración del estímulo es dividida por el tiempo del pico (que frecuentemente coincide con el tiempo de reforzamiento).

Bisección temporal. Otro de los métodos desarrollados para estudiar la estimación temporal, es la tarea de bisección temporal, desarrollada por Church y Deluty (1977). Este método consta de una parte de entrenamiento o discriminación y otra de prueba o generalización. La parte de discriminación consiste en que el organismo aprenda a discriminar entre dos señales, una duración corta y otra larga, en el experimento original de Church y Deluty se utilizaron tonos con los siguientes pares de duraciones: 1"vs 4", 2"vs 8", 3"vs 12" y 4"vs 16" en cuatro diferentes

condiciones; es importante destacar que las duraciones largas son 4 veces las duraciones cortas; el objetivo de este experimento fue encontrar el punto de igualdad subjetiva (PIS), el cual se describe como la duración en la que el organismo es indiferente a responder a la duración asociada a la palanca corta o larga (Church, 2002); en este experimento las respuestas ante las duraciones intermedias no fueron reforzadas con el objetivo de encontrar el PIS. Las sesiones experimentales se llevaban a cabo en una caja operante con dos palancas y una luz arriba de cada palanca. Durante esta fase el organismo aprendía a asociar una duración a una palanca (por ejemplo, la palanca derecha a la duración más corta 1.0” y la palanca izquierda a la duración más larga 4.0”) y ante una respuesta correcta la conducta era reforzada. Cabe destacar que este tipo de ensayos eran corregidos, es decir, si el organismo no respondía en la palanca correcta, entonces, se repetiría el ensayo hasta que se emitiera la respuesta esperada. Una vez que los organismos aprendieron a discriminar correctamente pasaban a la fase de prueba o generalización, en este experimento se utilizaron cinco duraciones intermedias, distribuidas geométricamente, la tarea consistía en que al presentar de manera aleatoria estos estímulos intermedios los sujetos clasificaban dicha duración como larga o corta, en esta parte de la tarea únicamente eran reforzadas las respuestas ante las duraciones extremas, y a su vez estas ya no son corregidas. Posteriormente, las respuestas de la fase de generalización fueron graficadas en proporción a las respuestas al tono largo en el eje de la ordenada y en el eje de las abscisas las siete duraciones, de lo que resulta una curva psicofísica, específicamente con forma sigmoidea. En la figura 2 se ilustran los resultados obtenidos que se obtienen en una tarea de bisección temporal.

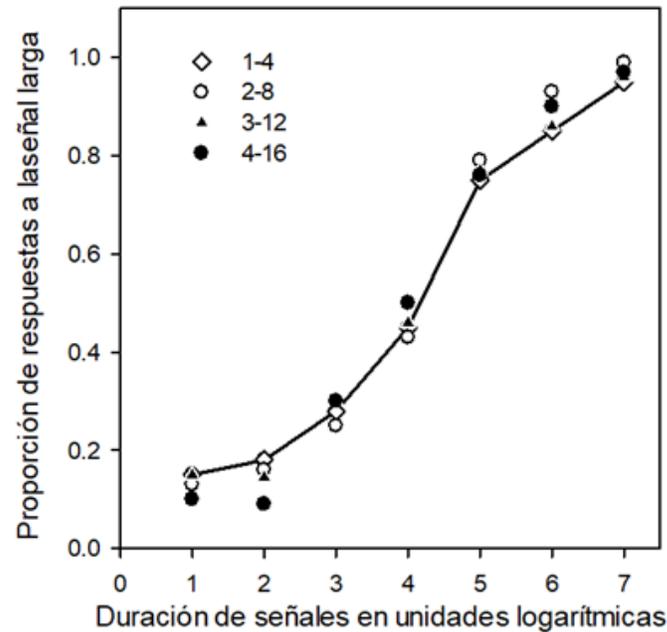


Figura 2. Resultados de una tarea de bisección temporal. Adaptación de Zamora y Pérez (2015).

En este experimento se encontró que el PIS es muy cercano a la media geométrica de las duraciones extremas. A partir de este método se han encontrado regularidades empíricas que se describen a continuación (Church, 2002, 2003):

1) Simetría. La función psicofísica asociada a las respuestas al tono largo es una ojiva que es aproximadamente simétrica en una escala logarítmica de tiempo.

2) Media geométrica. El punto de igualdad subjetiva es cercano a la media geométrica de la duración corta y de la duración larga. Por ejemplo, si las duraciones extremas fueron 1.0"-4.0" entonces se espera que el organismo responda con una probabilidad de .50 a la duración intermedia de 2".

3) Timing proporcional. El punto de igualdad subjetiva incrementa conforme lo hace la media geométrica de las duraciones extremas. Es decir, para la condición 1.0"-4.0" la media geométrica sería 2, para la condición 2.0"-8.0" es cuatro, para 3.0"-12.0" es seis y para 4.0"-16.0" es ocho. Se espera que el PIS incremente de manera similar.

4) Variabilidad escalar. La desviación estándar del punto de PIS incrementa linealmente con la duración del estímulo. Se espera más variabilidad en las respuestas de los organismos conforme las duraciones de las condiciones incrementan.

5) Ley de Weber. El coeficiente de variación (la desviación estándar dividida por la media) del punto de bisección es constante.

6) Superposición. Las funciones psicofísicas de todos los rangos de duración se superponen cuando son divididas por el punto de bisección.

Los resultados de este procedimiento normalmente al graficarse resultan en una curva psicofísica que particularmente se ajustan a una función sigmoidea. La variable independiente son las duraciones extremas e intermedias, y la variable dependiente es la probabilidad de respuestas al tono largo. Cabe mencionar que además del coeficiente de variación, se obtiene de las respuestas de la tarea de bisección temporal el limen diferencial o limen, un parámetro que indica la precisión de la discriminación temporal. Este parámetro se obtiene al restar la duración asociada al 75% de las respuestas a la señal larga menos la duración asociada al 25% de las respuestas a la duración corta, dividido entre dos. Este índice incrementa linealmente conforme lo hace el estímulo (Goldstein, 1999).

Modelos en timing

Con base a las regularidades empíricas reportadas en las tareas antes mencionadas en el estudio del control y la estimación temporal se han desarrollado teorías que intentan explicar los

mecanismos que subyacen a esta conducta utilizando modelamientos matemáticos. Algunas de estas serán descritas de manera breve en los siguientes párrafos.

Teoría de la Expectancia Escalar. El modelo de la Expectancia Escalar (SET, por sus siglas en inglés, Gibbon, 1977 citado en Church, 2003) surge en el contexto del aprendizaje animal, bajo la premisa de que los procesos de condicionamiento dependen del aprendizaje de los intervalos entre eventos (Correa, Lupiáñez, & Tudela, 2006). El modelo consiste en tres procesos: percepción, memoria y decisión.

El proceso de percepción está formado por un marcapasos, un interruptor y un acumulador. El marcapasos emite pulsos de acuerdo con una distribución simple con un flujo continuo, el inicio del estímulo cierra el interruptor e inicia el reloj, lo que permite el paso de los pulsos al acumulador. Cabe destacar que existe una latencia entre el estímulo físico y el inicio del reloj. Se asume que esa latencia es una variable con distribución normal, con una media y desviación estándar, t_1 . De manera similar al final del estímulo el interruptor se abre con una latencia, t_2 , entonces la duración del cierre del interruptor (y la duración del tiempo en que los pulsos fluyen dentro del acumulador) es $t_2 - t_1$.

Cuando el reforzamiento ocurre, el número de pulsos en el acumulador es guardado en la memoria, el valor en el acumulador es transformado por una multiplicación por la constante de la memoria de trabajo k^* que tiene una distribución normal. Esto provee una manera de separar el tiempo percibido (dentro del acumulador) del tiempo recordado (Church, 2003). De manera paralela en la memoria de referencia se elige un valor que haya generado reforzamiento para el organismo, entonces, tanto el valor obtenido en la memoria de trabajo como la de referencia se envían al proceso de decisión (Vanegas Chavarría, 2013).

La regla de decisión se basa en tres inputs: se basa en una comparación del tiempo percibido (del acumulador, valor a), el tiempo recordado (la muestra de la memoria m) y el criterio (muestra de la distribución del umbral b); la regla de proporción es si $(a - m)/m < b$; entonces, sólo si b es mayor que la regla de proporción se emite la respuesta, de otra manera no (Church, 2003).

Balsam, Sanchez-Castillo, Taylor, Van Volkinburg & Ward (2009) proponen a partir de los hallazgos empíricos en tareas que muestran conductas de anticipación alimentaria, la integración al modelo del reloj interno, procesos cognitivos tales como atención selectiva, aprendizaje asociativo y memoria de trabajo. Además, se consideran estados y factores motivacionales que afectan la precisión y la variabilidad de las respuestas en tareas que requieren de estimación de intervalos temporales; por ejemplo, en procedimientos de pico.

Teoría conductual de la estimación temporal. La teoría conductual de la estimación temporal (BeT, por sus siglas en inglés; Killen y Fetterman, 1988), surge bajo la premisa de que el estímulo que es señal de recompensa genera una respuesta. Killen y Fetterman (1988) utilizan el término conductas adjuntivas y señalan que estas actúan como señales para la emisión de la conducta que se está midiendo. La transición entre diferentes actividades adjuntivas (organizadas en estados conductuales) son controladas por los pulsos de un marcapasos, la velocidad depende de la tasa de reforzamiento en un contexto experimental (Lejeune et al., 2006). Cada estado conductual forma parte de una cadena, en la que la conducta anterior sirve como pista del paso del tiempo, como un estímulo discriminativo para la respuesta que se debe emitir según la historia de reforzamiento de ese estado (Aguilar & Carpio, 2014). Cada estado tiene una duración variable y las respuestas asociadas con este pueden ocurrir con diferentes velocidades, incluyendo cero. Los estados no son tomados como causa de la conducta, en este modelo la causa

eficiente del comportamiento es el estado $n+1$, donde se recibe un pulso mientras el animal está enganchado en un estado n . La causa material es la presencia del ambiente que justifica la conducta de un organismo motivado. Se omite una causa final y la causa formal es descrita por la teoría del modelo (Killeen & Fetterman, 1988).

BeT retoma del modelo clásico de SET el acumulador y el reloj interno que se describen a continuación:

- El acumulador es la habilidad del organismo para usar varios estados como estímulo condicionado en el cual basa su respuesta, se asume que el contador se encuentra en actividades o localizaciones físicas.
- El reloj. El marcapasos es por sí mismo un oscilador biológico, probablemente de tipo relacional. Se ha observado que puede ser afectado por el nivel de activación del organismo, temperatura, drogas, etc. Es un constructo que es proporcional a la tasa de reforzamiento. Bajo el contexto de BeT se espera que la tasa del marcapasos varíe con la tasa de reforzamiento en un contexto experimental, a diferencia de SET (Killen & Fetterman 1988). Se ha descrito que este reloj se puede detener en programas de pico (Roberts, 1981).

Motivación

A lo largo del estudio del condicionamiento operante en animales se ha hablado de aquellas variables que desvían al organismo del punto de homeostasis y dan paso a estados motivacionales tales como sed y hambre; además se han identificado otras variables motivacionales tales como la saciedad, magnitud del reforzamiento, miedo, cambios en el peso del sujeto, condiciones ambientales y la historia del reforzamiento (Buriticá, 2014; Skinner, 1938, citado en Laraway, Snycerski, Olson, Becker, & Poling, 2014).

La conducta operante es aquella que se lleva a cabo debido a que sus consecuencias dan acceso a recursos valiosos, su valor adaptativo radica en el hecho de que los organismos son capaces de controlar su ambiente con base a sus necesidades, más que simplemente reaccionar a éste. Los procesos motivacionales son los que determinan si la respuesta es la meta deseada que se seguirá, o, en otras palabras, si la respuesta tiene valor incentivo (Dickinson & Balleine, 1995). Para poder entender cómo afectan las variables motivacionales en la conducta operante, se deben hacer las preguntas: ¿Por qué y cuándo es efectivo un reforzador? Por ejemplo, en las ratas que han sido entrenadas para llevar a cabo una conducta operante como presionar una palanca a cambio de comida, previamente han sido privadas de alimento, es por esto que resulta efectivo el reforzador (Reynolds, 1977).

Killeen y Jacobs (2016) hablan sobre la importancia de tomar en cuenta en la contingencia de tres términos (estímulo discriminativo – respuesta – consecuencia) un cuarto término que haga referencia al estado del organismo en el momento en que se lleva a cabo la respuesta operante, los autores lo denominan término “O”, el cual alude al interés del organismo para percibir el estímulo discriminativo por la consecuencia que causará la conducta instrumental. Por ejemplo, después de un largo día de trabajo, una cena abundante sería muy reforzante, sin embargo, la misma cena abundante no sería agradable para esa persona después de haber comido (Killen & Jacobs, 2016), es decir “O” se refiere a ese estado de saciedad o hambre (en el caso de este ejemplo). “O” tiene componentes fisiológicos porque es necesario el vínculo entre el estímulo y las respuestas, entre el pasado y el futuro; disposicional porque incrementa o disminuye la probabilidad de que el animal vuelva a emitir una conducta en presencia de ese estímulo; motivacional cuando esas disposiciones son asociadas con la eficacia de los reforzadores. Laraway et al., (2014) retoma el concepto de operaciones motivadoras (MO, por sus siglas en

inglés), las cuales siguiendo la lógica de Killen (2016) son una manera de poner en marcha las operantes. Las MOs tienen dos efectos primarios: a) influyen la capacidad de las consecuencias operantes para alterar la fuerza de la conducta futura y b) cambian la fuerza de la conducta relacionada a las consecuencias que afectan las MO. Laraway et al., (2014) distingue dos tipos de variables motivacionales: Operaciones establecedoras (EO) y operaciones de abolición (AO); la primera hace las consecuencias más efectivas, mientras que AOs menos efectiva, un ejemplo de EO sería aumentar el salario de una persona por su trabajo; el ejemplo de una AO dejar que un niño después de haber comido todos los dulces que quisiera, se le ofreciera su dulce favorito a cambio de hacer sus tareas. Las MOs influyen la fuerza de la conducta discriminativa. Cabe destacar que las MOs hacen las consecuencias más o menos efectivas al cambiar las conductas que siguen, a esto se le llama efectos alteradores del valor.

Dickinson y Balleine (1995) a partir de su trabajo con animales saciados vs animales privados, tomando en cuenta el número de reforzadores, concluyen que el control motivacional de las acciones instrumentales dirigidas a metas es al menos en parte indirecto y mediado por el aprendizaje del valor del incentivo (Dickinson & Balleine, 1995). El concepto de motivación resume por qué la historia pasada y el estado actual de un individuo interactúan para modular la actividad dirigida a una meta.

Motivación y estimación temporal. Existe numerosa investigación que se ha enfocado en el estudio de las variables que pueden cambiar la estimación temporal, parte de estas son las variables motivacionales; a continuación, se mencionan algunas manipulaciones experimentales que se han llevado a cabo.

Roberts (1981) mediante procedimiento de pico, exploró el supuesto reloj interno; específicamente en su tercer experimento trató de mostrar si la tasa de respuesta es independiente

del tiempo de pico cambiando la motivación de los sujetos, es decir, tomó la variable motivacional como independiente al reloj interno. Manipuló la motivación pre-alimentándolos con quince mililitros de agua más quince gramos de alimento molido, 40 minutos antes de iniciar la sesión experimental. La hipótesis de este investigador fue que la tasa de respuesta iba a disminuir, sin embargo, se encontró que contrario a las expectativas se alargó el tiempo del pico y bajaron las tasas de respuestas, además de cambiar la curva de distribución a la derecha. Sin embargo, este efecto es transitorio y la segunda mitad de las sesiones ya no se encontró dicho efecto, por lo tanto, fue tomado como un artefacto (Roberts, 1981).

Por otra parte, otros investigadores han encontrado que la motivación sí tiene un impacto en la estimación temporal. Por ejemplo, Ward y Odum (2006), utilizaron una tarea de discriminación temporal en la que se estimaban duraciones y se tenía que discriminar si este había sido una duración corta o larga; la manipulación consistió en la devaluación de los reforzadores con pre-alimentación a los sujetos con treinta gramos de alimento, treinta minutos antes de comenzar la sesión experimental; un inter componente en el intervalo, donde liberaba comida sin ninguna conducta instrumental; también se llevó a los sujetos a la extinción de la conducta. Se encontró que todos los componentes causan el aplanamiento de las curvas psicofísicas y se sugiere la alteración de la velocidad del posible reloj interno, posteriormente hacen un experimento similar estos mismos investigadores con resultados parecidos (Ward & Odum, 2007). McClure, Saulsgiver y Wynne (2009) utilizan métodos similares a los de Ward y Odum (2006) para disminuir la motivación, añadiendo otra cantidad de alimento para la pre-alimentación aún más grande, de 40 g de alimento; la tarea que ellos usan es bisección temporal. Sus resultados mostraron que la doble pre-alimentación y la extinción aumentaron el PIS y movieron la curva psicofísica a la derecha, mientras que los demás componentes no mostraron

ninguna interrupción en el control de los estímulos. Estos resultados son similares a aquellos encontrados por Buriticá y dos Santos (2017) en un programa IF, dando como reforzador agua; los resultados que mostraron cambios en la vida intercuartilar ante las devaluaciones en las que los sujetos obtuvieron más pre-alimentación (7 ml de agua o 5 minutos de acceso al comedero). Además, estos investigadores en un segundo experimento utilizaron demoras como método de devaluación del reforzador, encontrando que también es efectiva disminuyendo la tasa de respuesta. Otros investigadores como Galtres y Kirkpatrick (2009) han comparado los efectos aumentando y disminuyendo la motivación, la aumentaron a través del incremento de la cantidad de reforzador y después volvieron a disminuirlo, posteriormente, se disminuyó mediante saciedad o devaluación del reforzador con cloruro de litio; se encontró que el aumento del reforzador cambia el tiempo pico a la izquierda, mientras que ambas maneras de disminución de la motivación cambiaron el pico a la derecha. Por otra parte, Ludvig, Conover y Shizgal (2007) reforzaron mediante estimulación eléctrica cerebral el hipotálamo en un procedimiento de pico, y encontraron que los cambios son exclusivamente en el inicio de la respuesta, cuando la estimulación cerebral era baja este inicio ocurría después; no se encontraron cambios en el momento donde la rata detenía sus respuestas. En otro experimento de Galtres y Kirkpatrick (2010), mediante una tarea de bisección temporal, manipularon la motivación de los sujetos al reforzar más una de las duraciones extremas con cuatro pellets, mientras que la otra duración sólo daba un pellet. No se encontró un patrón de respuesta, el hallazgo más robusto fue que el limen diferencial (DL) incrementó, lo que aplanó la curva psicofísica. Finalmente, Pérez Calzada (2017) utilizó cuatro diferentes pares de duraciones, siguiendo el mismo diseño experimental que Galtres y Kirkpatrick (2010) para manipular variables motivacionales, en este experimento se encontraron cambios en las curvas psicofísicas ante la manipulación de la magnitud del

reforzamiento; cuando la duración larga otorgaba cuatro reforzadores en comparación con la duración corta que solamente liberaba un reforzador, los sujetos incrementaron sus índices de discriminación para las duraciones largas, mientras que cuando se otorgaba más reforzador para las duraciones cortas, estas obtenían mayores índices de discriminación, dichos cambios se pudieron observar en las curvas psicofísicas, en el primer caso la curva se desplazó a la izquierda y en el segundo a la derecha. En cuanto al PIS en la primera manipulación disminuyó y en la otra incrementó respecto a la línea base (Zamora & Pérez, 2015).

Por otro lado, diversos estudios han encontrado resultados muy similares utilizando fármacos en procedimiento de pico, encontrando que tanto la respuesta de organismos humanos, como no humanos inician antes cuando se incrementa la magnitud del reforzador, o inician después cuando el reforzador se devalúa (Roberts, 1981; Ludvig et al., 2007; Taylor, Horvitz & Balsam, 2007; Ludvig, Balci & Spetch, 2011; Balci, 2014). Taylor, Horvitz y Balsam (2007), encuentran en su análisis en procedimiento de pico que, ante la administración de anfetamina, el momento de inicio de la respuesta es lo que causa que la tasa de respuesta más alta o el momento donde se espera el reforzador, cambie hacia la izquierda, a pesar de que el momento en que se deja de responder no cambie de manera sistemática. De acuerdo con SET, la causa de los cambios en la curva de pico tiene que ver con cambios en la rapidez del supuesto reloj interno, sin embargo, el hecho de no cambiar tanto el inicio como la terminación de la respuesta indica que dichos cambios no son atribuibles a procesos perceptuales o a cambios en la velocidad del reloj interno (Taylor, Horvitz & Balsam, 2007).

De acuerdo con Basak y Balci (2016), la estimación temporal es susceptible de ser manipulada cambiando la motivación del sujeto mediante cambios en las matrices de pago, el objetivo de su estudio fue conocer los cambios en la discriminación temporal en humanos ante

la penalización o recompensa atribuido a las respuestas correctas o incorrectas en una tarea de bisección temporal. Como método se aumentaron las ganancias para las categorizaciones correctas de las duraciones de referencia; para otro grupo se aumentaron las penalizaciones para las categorizaciones incorrectas. Bajo el enfoque de Teoría de Detección de Señales se esperaba que los cambios en las contingencias de pago pudieran alterar la estrategia del participante para responder, de manera que se maximizarían las ganancias y se evitarían las pérdidas. Como la tarea de bisección temporal no es una tarea clásica de detección de señales, el análisis de datos se tuvo que adaptar, tomando las respuestas correctas a la duración corta, así como las primeras tres duraciones intermedias como señal, la quinta duración (PSE) no se tomó en cuenta; las respuestas incorrectas de la duración más larga y las tres anteriores se tomaron como ruido. Se encontró que cuando se incrementó la magnitud del reforzador en humanos el punto de bisección disminuyó, es decir, la curva psicofísica se movió a la izquierda, resultados consistentes con lo reportando con Pérez Calzada (2017), sin embargo, al hacer un análisis distinto con detección de señales se encontró que el parámetro de sesgo fue mayor para las duraciones cortas, es decir, las respuestas estuvieron sesgadas a la duración que en ese momento está asociada a una mayor ganancia, mientras que el parámetro de sensibilidad no se modificó, es decir, sin importar la matriz de pago los participantes fueron igual de sensibles para discriminar las duraciones; estos resultados no son atribuibles a variables relacionadas con la rapidez del reloj interno; bajo teoría de detección de señales es explicado por cambios en el criterio de decisión en favor de aquella matriz de pago que deje mayores ganancias (Basak & Balci, 2016).

Propuesta experimental

Con base en la información descrita, podemos argumentar que la motivación del organismo influye sobre su estimación temporal, y a pesar de la amplia literatura que aborda el tema, no existe un consenso sobre los efectos de la motivación en la percepción temporal y la mayoría de los estudios que tratan de abordar la motivación como parte fundamental de la estimación temporal utilizan solamente un par de duraciones (Galtress & Kirkpatrick, 2009; López & Menez, 2008; Roberts, 1981; McClure et al., 2009; Buriticá, Vilchez, Santos, 2016; Ludvig et al., 2007) lo cual priva de generalidad y validez ecológica el estudio de la percepción temporal, mientras que los estudios que toman en cuenta más de un solo estímulo durante la sesión experimental (Galtress & Kirkpatrick, 2010) no exploran más duraciones como en el experimento pionero de Church y Deluty (1977). Así mismo, como mostró el experimento de Basak y Balci (2016) es necesario recurrir a otro método de análisis para complementar los análisis psicofísicos y tener una visión más amplia del control temporal de los organismos debido a que, de acuerdo con Ward y Odum (2007), se ha observado que los métodos tradicionales para analizar los datos de procedimientos de discriminación temporal, como el ajuste a funciones logísticas con dos parámetros (punto medio y pendiente), pueden dejar conclusiones inadecuadas acerca de los cambios en la estimación de sesgo y sensibilidad.

El propósito del presente trabajo es observar cómo la disminución de la motivación influye en la estimación temporal. Para este fin se usó una tarea de bisección temporal, utilizando cuatro pares de duraciones diferentes; las primeras tres que utilizó Church y Deluty (1977), más un par adicional utilizada por Zamora y Pérez (2015).

Los objetivos son:

1. Encontrar las regularidades empíricas en línea base de acuerdo con Church (2002) (véase en tareas para estudiar timing, procedimiento de bisección temporal), especialmente se buscó el ajuste de los datos de la condición 0.5"-2.0" debido a que es una duración escasamente estudiada, además, es menor a 1 segundo y no se conoce bien si los organismos bajo estas condiciones estiman el tiempo de igual manera que en duraciones mayores a 1 segundo.
2. Observar si a causa de la manipulación experimental, en este caso la pre-alimentación de los organismos en distintas condiciones, se obtienen cambios en las curvas psicofísicas respecto a la línea base.
3. Analizar los parámetros psicofísicos fracción de Weber, limen diferencial, variabilidad escalar, y PIS contrastando estos en línea base vs manipulación bajo los supuestos de SET. De acuerdo con este modelo, debido a la manipulación se debería encontrar que el PIS aumenta en todas las condiciones y que las curvas psicofísicas tuvieran un desplazamiento a la derecha debido a que los sujetos percibirían el paso del tiempo más lento, pues el marcapasos emitiría un menor número de pulsos.
4. Realizar un análisis complementario de detección de señales como el propuesto por Basak y Balci (2016) para una tarea de bisección temporal. El objetivo de este análisis fue observar si la manipulación experimental sesga los resultados hacia una duración u otra. También para obtener un indicador sobre la sensibilidad de los organismos para discriminar la duración larga de la corta.

Método y materiales

Sujetos

Ocho ratas machos de la cepa Wistar, procedentes del bioterio de la Facultad de Psicología de la UNAM, de aproximadamente 13 meses y un peso aproximado de 300 gramos al inicio del experimento. Todos los animales eran experimentalmente ingenuos y fueron alojados en cajas hogar individuales. Se mantuvo a los sujetos al 80% de su peso ad libitum durante todo el experimento. Se mantuvo un ciclo de luz oscuridad de 12 por 12 horas, a temperatura de $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$, y condiciones estándar de laboratorio.

El experimento se llevó a cabo bajo los lineamientos del comité de ética de la facultad y la Norma Oficial Mexicana para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio (NOM-062- Z00-1999).

Aparatos

Se utilizaron ocho cajas de condicionamiento operante estandarizadas Med PC Associates, de 28 cm de largo, 21.5 de ancho, 21 cm de alto. Dichas cajas cuentan con dos palancas al frente de la caja para registrar respuestas, a 13.5 cm de altura, separadas de las paredes por 2 cm, la separación entre las palancas es de 8 cm. Otra característica importante son las dos luces circulares, colocadas cada una a 4 cm arriba de una palanca. La luz que se encuentra a la derecha es de color amarillo y la izquierda blanca, a una intensidad de 100 miliamperios y 20 miliamperios, respectivamente. Debajo y en medio de las palancas se encuentra el comedero; la luz general se encuentra en la pared trasera a 16.5 cm de la rejilla, dicha luz cuenta con 100 miliamperios. El tono utilizado para todas las duraciones es de 4 KHz aproximadamente a 70

decibeles. Se registraron las respuestas y se emitieron los estímulos con el programa MED-PC (Med Associates, St. Albans, VT), en una computadora personal Pentium II.

Procedimiento experimental

Pre entrenamiento. Se moldeó a las ratas mediante aproximaciones sucesivas al estímulo, en este caso a las palancas de la caja operante que otorgaban reforzador al ser presionadas. Se utilizó un programa de razón fija 1; como reforzador se usaron pellets regulares. La sesión finalizaba a la entrega de 40 reforzadores o al transcurrir 20 minutos; el criterio para pasar al siguiente programa fue obtener el número máximo de reforzadores. Posteriormente, se utilizó un moldeamiento alterno 1, es decir, el sujeto tuvo que alternar su respuesta de una palanca a otra para obtener el reforzador a diferencia del primer procedimiento donde indiferentemente a que palanca se responda se otorgará reforzador. La palanca en la cual tuvieron que responder era señalada cuando la luz de dicha palanca se encendía. Este estímulo se presentó de manera semi-aleatoria; se utilizó el mismo criterio para pasar al siguiente programa, además, no debía existir una diferencia mayor al 15% entre las respuestas de ambas palancas. Posteriormente, se utilizaron otros programas de moldeamiento alterno (5, 10 y 20).

Entrenamiento con probabilidad de reforzamiento de 1.0. En esta fase los sujetos aprendieron a discriminar un tono corto de uno largo. Se utilizaron cuatro duraciones diferentes que se muestran en la Tabla 1, también se muestran los sujetos que pertenecieron a cada grupo.

Se realizó la agrupación mostrada con base en la literatura previa, las dos condiciones más usadas en investigaciones previas (Church & Deluty, 1977; Orduña et al., 2007; Galtress y Kirkpatrick, 2010; Pérez, 2017) (1.0''- 4.0'' y 2.0''- 8.0'') y las dos restantes que no han sido ampliamente reportadas.

La sesión constó de 60 ensayos, la mitad de estos para la señal corta y la otra para la larga. Cada una fue asociada a una probabilidad de ocurrencia de 0.5 dentro de la siguiente dinámica: Aparecía uno de los intervalos cortos o largos, y el sujeto debía presionar la palanca asociada a dicho tono (izquierda o derecha. Las palancas fueron contrabalanceadas para tonos cortos y largos, ver Tabla 1). Dentro de los siguientes 20", si el organismo respondía de manera correcta, entonces se entregaba un pellet e iniciaba el intervalo entre ensayos (IEE) de 5, 10, 15", 20" o 25". Durante los IEE todas las luces se apagaban al igual que los tonos dentro de la caja operante, éstos se presentaron de forma aleatoria a lo largo de cada sesión. Cabe destacar que en esta parte del entrenamiento todas las respuestas correctas fueron reforzadas. Una vez terminado un ensayo correcto, de manera aleatoria se decidía si el siguiente ensayo sería corto o largo, siguiendo así con la misma dinámica para cualquier tipo de ensayo que se ejecutó. En los casos donde el sujeto no respondía o no lo hacía de manera correcta, se iniciaba el IEE; los siguientes ensayos tenían el mismo tipo de intervalo (corto o largo) que en el ensayo anterior hasta que el sujeto respondió de manera correcta.

Para cada sesión se calculó el índice de discriminación (número de respuestas correctas/número total de ensayos), cuando este índice fue mayor o igual a 0.75 durante cinco sesiones seguidas, o igual o mayor a 0.80 tres días seguidos, se dio por concluida la fase de entrenamiento con corrección.

Tabla 1. *Grupos y duraciones utilizadas*

Grupo	Duración 1	Sujetos (n)	Duración 2
1	0.5"-2.0"	1	3.0"-12.0"
	2.0"-0.5"	1	12.0"-3.0"
2	1.0"-4.0"	2	2.0"-8.0"
	4.0"-1.0	2	8.0"-2.0"
3	2.0"-8.0"	1	1.0"-4.0"
	8.0"-2.0"	1	4.0"-1.0"

Nota. La duración que se menciona primero corresponde a la palanca izquierda.

Entrenamiento con disminución de la probabilidad de reforzamiento. En esta parte del entrenamiento, de los 60 ensayos el 0.75 de las respuestas correctas fueron reforzadas; se mantuvo el mismo criterio para los índices de discriminación. Los ensayos tuvieron las mismas características que el entrenamiento con 1.0 de probabilidad de reforzamiento.

Generalización línea base. Esta fase constó de ensayos de generalización, donde los sujetos indicaban si la duración era corta o larga. En este caso todas las respuestas correctas de las duraciones extremas fueron reforzadas. Los ensayos de generalización estuvieron conformados por alguna de las cinco duraciones intermedias, cada par de duraciones tuvo cinco duraciones intermedias espaciadas semi-logarítmicamente (véase Tabla 2). Dichos ensayos de generalización no otorgaron reforzador. El 75% del total de los ensayos fueron de entrenamiento, mientras que el otro 25% de generalización. Cada sesión tuvo 80 ensayos aproximadamente. Cada sujeto realizó 10 sesiones en generalización.

Tabla 2. *Duraciones intermedias*

Condición	Duraciones intermedias
0.5"- 2.0"	0.63", 0.80", 1.01", 1.28", 1.60"
1.0"- 4.0"	1.25", 1.58", 2.00", 2.54", 3.20"
2.0"- 8.0"	2.52", 3.17", 4.00", 5.04", 6.35"
3.0"- 12.0"	3.78", 4.76", 6.00", 7.56", 9.52"

Generalización con pre-alimentación. Veinte minutos antes del inicio de la sesión experimental se alimentó con 7 g de pellets regulares molidos y 5 g de agua. Posteriormente, los sujetos iniciaron la sesión experimental, las condiciones fueron las mismas descritas en generalización de línea base. De igual manera se llevaron a cabo 10 sesiones.

Sesiones de re-entrenamiento. Después de cada cinco sesiones en generalización, línea base o pre-alimentación los sujetos fueron sometidos a sesiones de re-entrenamiento, las cuales tuvieron las mismas características que los ensayos de entrenamiento con 1.0 de probabilidad de reforzamiento. Dichos re-entrenamientos se llevaron a cabo con la finalidad de asegurarse que el organismo recordara las discriminaciones y evitar la extinción debido a los ensayos no reforzados (aquellos que pertenecen a las duraciones intermedias durante la generalización). El sujeto continuó con las demás sesiones de generalización una vez alcanzados los índices de discriminación arriba de .75 cinco días seguidos o .80 tres días continuos.

Análisis de datos

Se graficaron los índices de discriminación de las duraciones cortas y largas (respuestas correctas/ número total de ensayos) en la fase de entrenamiento al 1.0 de probabilidad de reforzamiento para cada sujeto, para obtener un análisis visual de los días que tomó a los sujetos aprender. Dentro de esta misma gráfica se incluyó la parte del entrenamiento en la que la probabilidad de reforzamiento fue igual a 0.75.

Los resultados de la fase de generalización en línea base y pre-alimentación se analizaron bajo el enfoque de psicofísica clásica, obteniendo los parámetros psicofísicos: Punto de igualdad subjetiva, Fracción de Weber, Limen, variabilidad escalar. Todos los parámetros fueron graficados. También se obtuvieron las curvas psicofísicas ajustando los datos a una función sigmoide de tres parámetros:

$$f = a / (1 + \exp(-(x - x_0)/b)) \quad (1)$$

Donde la duración del estímulo está representada por x , a es el valor máximo de la función, x_0 es PIS, b representa la pendiente de la función. Estos análisis se realizaron con el objetivo de verificar si se ajustaron a los supuestos que se han encontrado a partir del método de bisección temporal (Church, 2002), además de inspeccionar si visualmente se pueden apreciar diferencias entre la línea base y la manipulación.

Posteriormente, se realizaron análisis estadísticos para cada uno de los parámetros psicofísicos, específicamente un análisis de varianza con un factor, el parámetro psicofísico a comparar con dos niveles (línea base y pre-alimentación), esto con el objetivo de verificar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los parámetros correspondientes a la línea base y la manipulación experimental ($p < 0.05$).

Como análisis complementario los resultados de la fase de generalización en línea base y pre-alimentación, también se compararon siguiendo el análisis de Detección de señales realizado por Basak y Balci (2016) quienes arbitrariamente asignaron qué estímulo era señal y ruido. Las primeras tres duraciones cortas fueron consideradas señal, la cuarta duración no se tomó en cuenta por ser la más cercana al PIS, y fueron consideradas ruido las últimas tres duraciones (los estímulos más largos). Las respuestas a la palanca asociada a la duración corta (ver tabla 1) cuando se presentó alguno de los tres estímulos considerados señal son hits o aciertos; las respuestas a la palanca asociada a la duración corta cuando se presentaron estímulos clasificados como ruido o estímulos largos fueron consideradas falsas alarmas; una respuesta a la palanca asociada a los estímulos largos después de la presentación de un estímulo corto o señal se tomó como omisión; una respuesta a la palanca asociada a las duraciones largas ante la presentación de ruido o estímulos largos fue un rechazo correcto (ver tabla 3).

Tabla 3. *Matriz de contingencia*

	Señal/corto	Ruido/ largo
Respuesta corto	Acierto	Falsa alarma
Respuesta largo	Omisión	Rechazo correcto

Nota: Matriz de contingencia para el análisis de Teoría de detección de señales de acuerdo con Basak y Balci (2016)

Una vez recolectados las respuestas se cuantificó la tasa de aciertos o hits (no. respuestas correctas a los estímulos cortos/ no. ensayos cortos) y de falsas alarmas (no. respuestas incorrectas a los estímulos cortos/ no. ensayos largos), posteriormente se obtuvieron los índices no paramétricos de sensibilidad (A') y sesgo (B'') (Stanislaw & Todorov, 1999 citado en Basak y Balci, 2016) mediante las siguientes ecuaciones donde la tasa de aciertos es mayor a la de falsas alarmas:

$$A' = .5 + [(HR - FAR) (1 + HR - FAR) / 4HR (1 - FAR)] \quad (2)$$

$$B'' = [HR (1 - HR) - FAR (1 - FAR)] / [HR (1 - HR) + FAR (1 - FAR)] \quad (3)$$

Se realizaron análisis estadísticos para los índices no paramétricos A' (sensibilidad) y B'' (sesgo). Se llevó a cabo una prueba de Wilcoxon comparando los resultados del sesgo A' o B'' en la línea base contra la manipulación.

Resultados

Entrenamiento

El entrenamiento en la discriminación del par de duraciones que realizaron los sujetos en sus dos condiciones correspondientes, se muestra en las figuras 2 y 3. Con base en el apoyo de las gráficas, podemos mencionar que la condición donde los sujetos pasan del par de duraciones de 0.5"-2.0" a 3"-12" tuvieron más dificultad para aprender la segunda duración, al mostrar un mayor número de sesiones de entrenamiento, mientras que la mayoría de los otros sujetos en las demás condiciones les llevó un menor número de sesiones adquirir las discriminaciones en su segunda condición. También se puede apreciar que la mayoría de los sujetos a pesar de la disminución de la probabilidad de reforzamiento a .75 no mostraron extinción de la respuesta, además de llevarles menos días obtener los índices de discriminación para terminar el entrenamiento en comparación con la probabilidad de reforzamiento de 1.0.

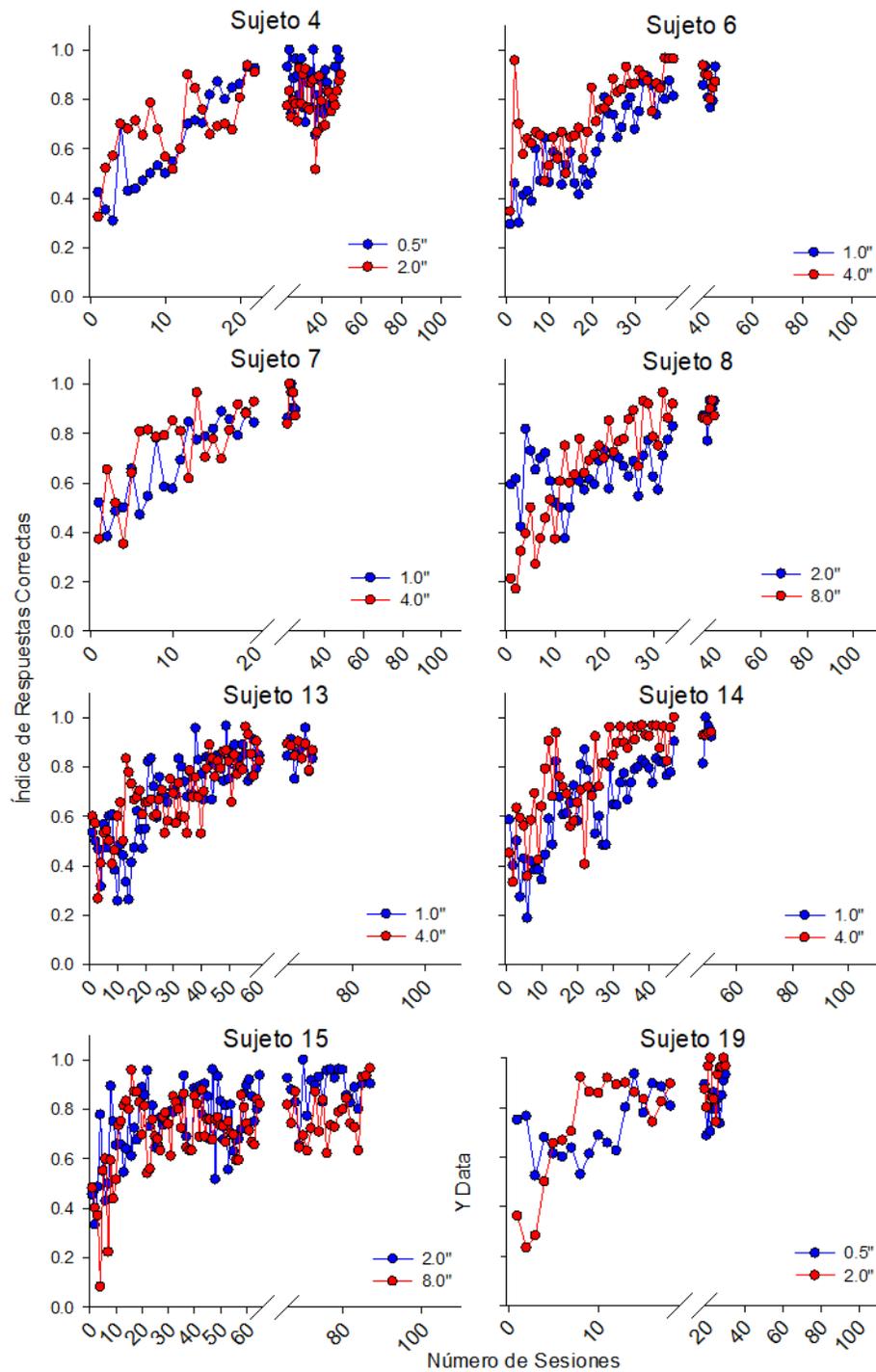


Figura 3. Sesiones de entrenamiento primera condición. Se muestran las sesiones bajo probabilidad de 1.0 y 0.75 por sujeto (marcado por abertura en eje de las abscisas).

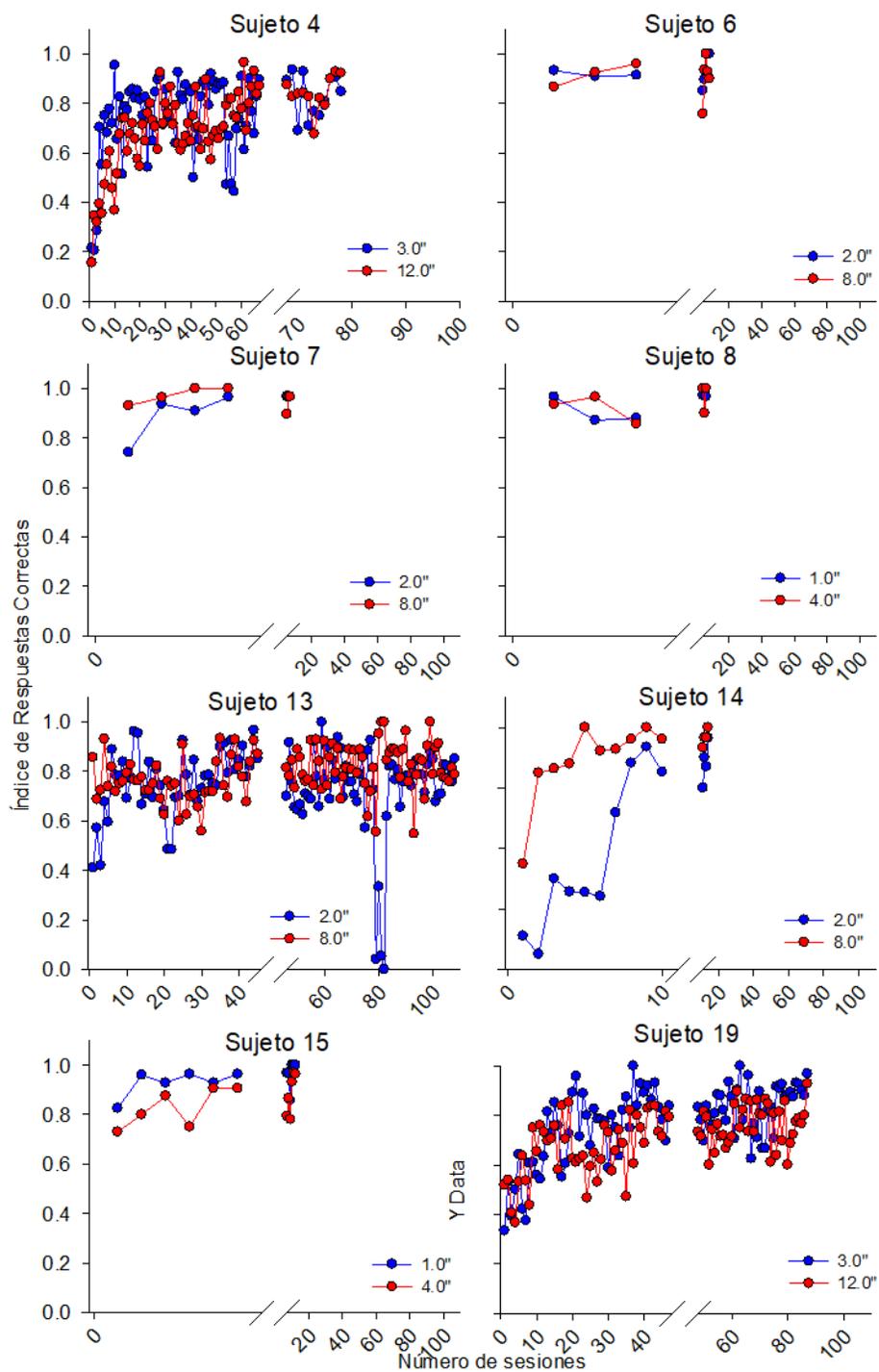


Figura 4. Sesiones de entrenamiento segunda condiciones. Adquisiciones con las mismas características que la figura anterior.

En la tabla 4 se muestra el número de sesiones que a cada sujeto en ambas condiciones le tomó alcanzar los índices de discriminación tanto en entrenamiento con corrección (CC) al 1.0 de probabilidad de reforzamiento, como en CC con la disminución de reforzamiento para las dos condiciones que pasó cada sujeto.

Tabla 4. *Número de sesiones por condición*

Condición 1	Sujeto	CC 1.0	CC 0.75	Condición 2	CC 1.0	CC 0.75
0.5"-2.0"	4	22	28	3.0"-12.0"	68	10
	19	19	11		47	40
	6	40	5		3	5
1.0"-4.0"	7	21	4	2.0"-8.0"	4	3
	13	62	7		45	62
	14	48	3		10	4
2.0"-8.0"	8	35	5	1.0"-4.0"	3	3
	15	66	21		6	6

Generalización de los estímulos

Con la finalidad de comparar el desempeño de los sujetos según el tipo de sesión y en las distintas duraciones se llevó a cabo la prueba estadística ANOVA de medidas repetidas¹ para cada una de las cuatro condiciones (debido a la diferencia en el número de sujetos en cada condición), las cuales consistieron en dos factores, el primero con dos niveles (línea base y pre-alimentación) y el segundo con siete niveles (dos duraciones extremas y cinco intermedias). También se realizaron gráficas de generalización y los ajustes psicofísicos (Figura 5). La inspección visual de las curvas psicofísicas y las gráficas sugieren que no hubieron cambios debido a la manipulación, lo cual se corroboró con los análisis estadísticos en tres de las cuatro condiciones (para la condición 0.5"- 2.0" $F(1,19) = 3.66$; $p = 0.07$; condición 1.0"-4.0" $F(1,59) = 1.96$; $p = 0.16$ condición 3.0"-12.0" $F(1,19) = 2.43$; $p = 0.13$); el único resultado que mostró un

¹ Cuando no se cumple el supuesto de esfericidad, $p < 0.05$, se sugiere hacer uso del modelo multivariado cuyos valores no se ven afectados por el supuesto de esfericidad

cambio significativo a causa de la manipulación fue en la condición 2.0"-8.0" $F(1,59) = 4.36$; $p = 0.41$ mostrando un ligero desplazamiento hacia la derecha luego de pasar a la manipulación.

Ninguno de los demás factores analizados resultó significativo en ninguna de las condiciones.

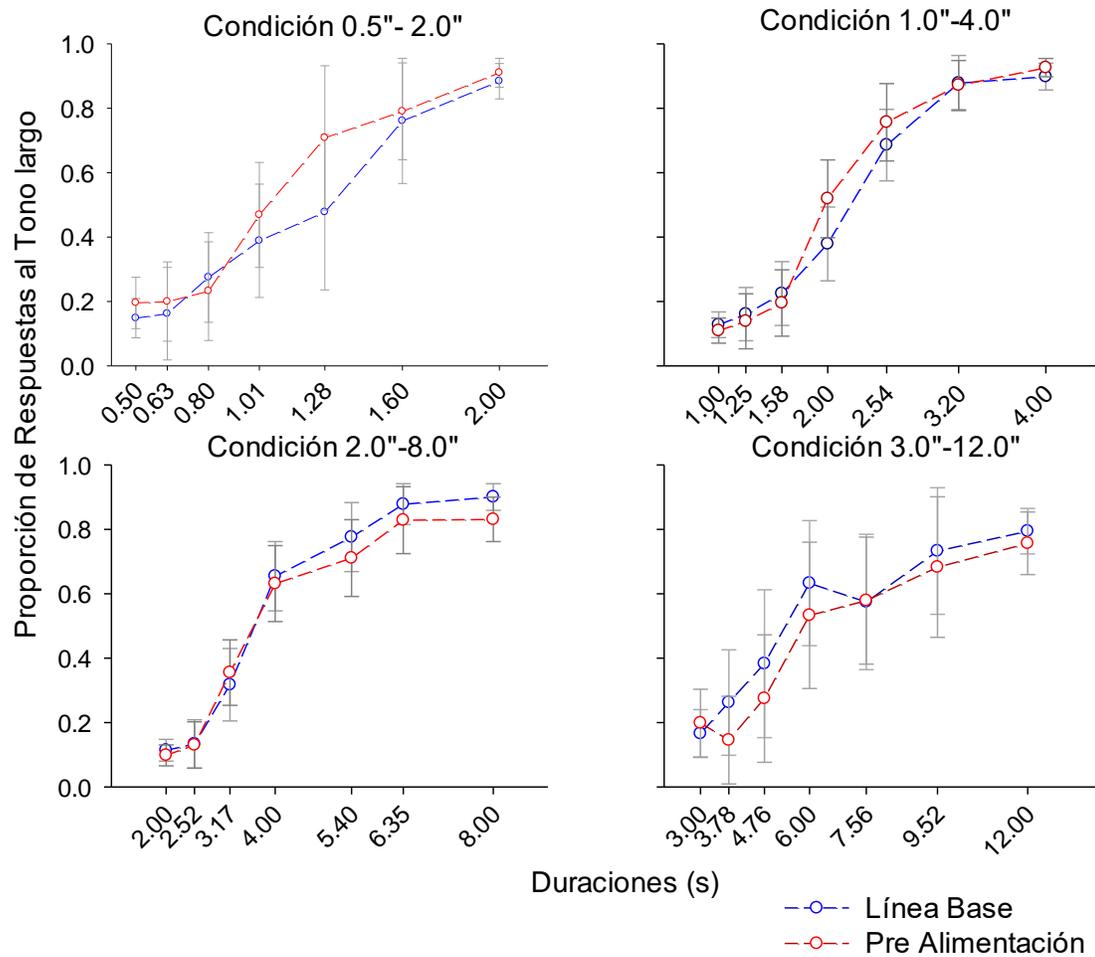


Figura 5. Gráficas de generalización. En el eje de la x las siete duraciones para cada una de las condiciones y el eje de la y la proporción de respuestas al tono largo. De color azul línea base y de rojo la manipulación implementada. Se muestran cada una de las cuatro condiciones, en cada duración las barras de error.

Todas las condiciones mostraron diferencias entre duraciones en proporción de respuestas al tono largo, es decir, el índice de discriminación cambió de una duración a otra independientemente de la manipulación o condición a la que estaban expuestas.

A continuación, se presentan los ajustes sigmoideos, los cuales son el promedio de 10 sesiones (al igual que la Figura 5) en línea base y 10 en pre-alimentación por cada sujeto en una sola condición. Los ajustes de la siguiente figura se obtuvieron de la Ecuación 1. También se muestra la bondad de ajuste de cada condición en línea base y en pre-alimentación (ver Tabla 5).

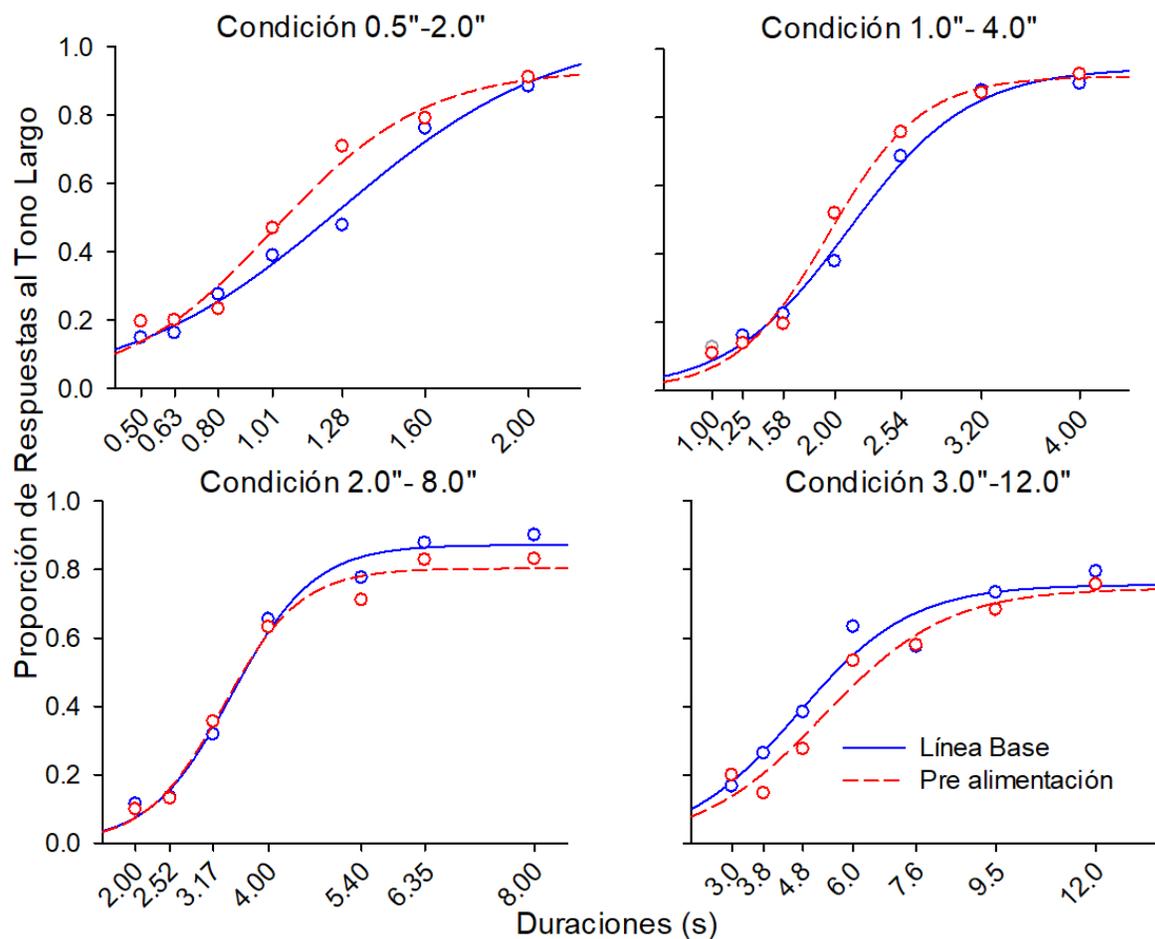


Figura 6. Ajustes sigmoideos. Cada recuadro muestra una de las condiciones por promedios, con su respectiva línea base en azul y la manipulación en rojo. En el eje de las abscisas las siete duraciones correspondientes y las ordenadas muestran la proporción de respuestas al tono largo.

Tabla 5. *Bondad de ajuste*

Condición	Línea base	Pre-alimentación
0.5"-2.0"	.98 ± .03	.96 ± .05
1.0"-4.0"	.99 ± .03	.99 ± .03
2.0"-8.0"	.98 ± .04	.98 ± .04
3.0"-12.0"	.94 ± .06	.95 ± .06

Nota: Se muestran los promedios de cada condición con su respectivo Error Estándar de la Media

Parámetros psicofísicos

Con la finalidad de conocer si la manipulación (pre-alimentación) tuvo algún efecto en los parámetros psicofísicos se realizaron ANOVAS de medidas repetidas de dos factores, el primero con dos niveles (línea base y pre-alimentación), el segundo con dos niveles (0.5"-2.0" y 3.0"-12" o 1.0"-4.0" y 2.0"-8.0"); dependiendo del sujeto para cada uno de los parámetros psicofísicos que se mostraron en la sección anterior (PIS, limen, FW). Para complementar la inspección de los datos se muestran los parámetros psicofísicos punto de igualdad, subjetivo (PIS), limen y fracción de Weber (FW) graficados por promedios en cada condición. También se muestran en la Tabla 6 los valores obtenidos según el tipo de sesión; línea base o pre-alimentación.

Tabla 6. Promedio de los parámetros psicofísicos

Promedios	Línea base	Pre-alimentación
Condición 0.5-2s		
Punto de bisección	1.2 \pm 0.15	1.0 \pm 0.13
Limén	0.3 \pm 0.16	0.28 \pm 0.12
Fracción de Weber	0.2 \pm 0.12	0.2 \pm 0.10
Condición 1-4s		
Punto de bisección	2.1 \pm 0.1	2.0 \pm 0.12
Limén	0.4 \pm 0.05	0.2 \pm 0.04
Fracción de Weber	0.1 \pm 0.02	0.13 \pm 0.03
Condición 2-8s		
Punto de bisección	3.7 \pm 0.24	3.7 \pm 0.02
Limén	0.7 \pm 0.34	0.5 \pm 0.10
Fracción de Weber	0.1 \pm 0.06	0.13 \pm 0.02
Condición 3-12s		
Punto de bisección	5.5 \pm 0.98	5.8 \pm 0.72
Limén	2.0 \pm 0.75	1.6 \pm 0.65
Fracción de Weber	0.3 \pm 0.09	0.2 \pm 0.15

Nota: Se muestran los promedios de cada condición con su respectivo Error Estándar de la Media

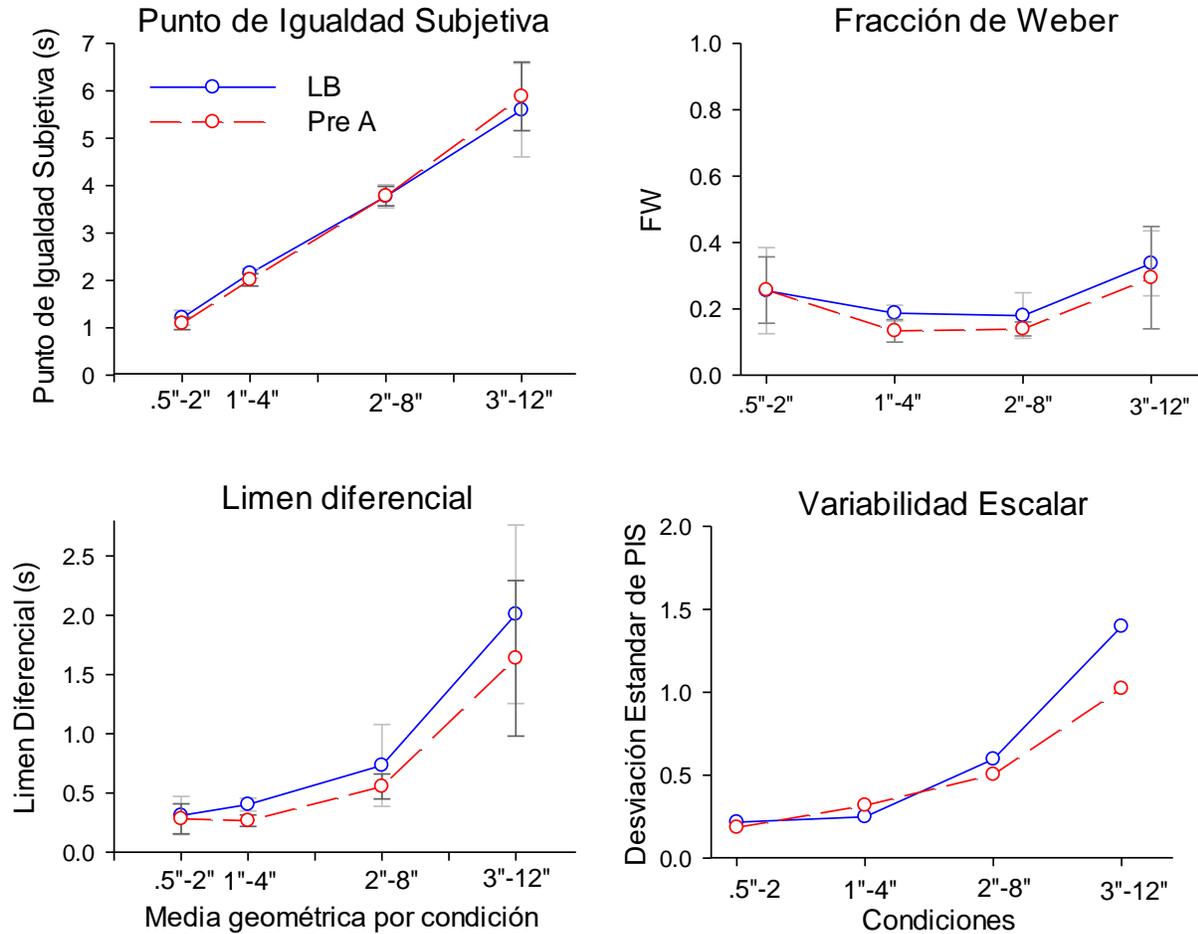


Figura 7. Parámetros psicofísicos. La línea base está marcada por la línea azul, mientras que la pre-alimentación por la línea roja. También se muestran las barras de error para cada condición en cada uno de los parámetros. Panel superior izquierdo PIS, panel superior derecho FW, panel inferior izquierdo limen diferencial y panel inferior derecho variabilidad escalar.

En la figura 7, la gráfica que se observa en la parte superior izquierda corresponde al Punto de Igualdad Subjetiva, (dónde de las siete duraciones presentadas responde con probabilidad de 0.50), que corresponde al eje y , mientras que el eje x muestra los valores correspondientes a la media geométrica del par de duraciones extremas de cada condición (0.5"-2.0", 1.0"-2.0", 2.0"-8.0" y 3.0"-12"). Se puede observar que el PIS incrementó conforme las duraciones de la condición incrementaron. También se observa que la manipulación no causó

cambios en la gráfica. Los análisis estadísticos revelan que sólo se encontraron efectos por condición para 1.0"-4.0" y 2.0"-8.0" $F(1,5) = 42.7$; $p = 0.001$; no hubo ningún efecto por manipulación $F(1,5) = 0.17$; $p = 0.69$. Para las condiciones 0.5"-2.0" y 3.0"-12" no se encontró ningún efecto (por condición $F(1,1) = 47.4$; $p = 0.09$, por manipulación $F(1,1) = 0.06$; $p = 0.83$)².

El panel inferior izquierdo de la figura 7 muestra el índice obtenido en cada condición por promedios del umbral diferencial en el eje y; en el eje x se encuentra la media geométrica por cada condición. La tendencia de la gráfica indica que conforme la condición incrementó también lo hizo el valor del umbral diferencial y para las últimas dos condiciones se observa que disminuyó el valor del umbral diferencial en la manipulación. El análisis en las condiciones 1.0"-4.0" y 2.0"-8.0" no mostró ningún efecto por manipulación $F(1,5) = 1.17$; $p = 0.32$, condición $F(1,5) = 3.18$; $p = 0.13$ o alguna interacción; para las condiciones 0.5"-2.0" y 3.0"-12" tampoco hubo alguna diferencia por manipulación experimental $F(1,1) = 0.27$; $p = 0.69$, condición $F(1,1) = 131$; $p = 0.55$ o alguna interacción estadísticamente significativa.

En la parte superior derecha se encuentra en el eje de las abscisas las cuatro condiciones; en el eje y, el índice que se obtuvo por cada una de las condiciones para la fracción de Weber ($FW = \text{Limen}/\text{PIS}$). En ninguna condición se pueden apreciar diferencias por tipo de sesión lo cual se corroboró con los análisis estadísticos en la condición 1.0"-4.0" y 2.0"-8.0" $F(1,5) = 4.26$; $p = 0.09$ al igual que en las condiciones 0.5"-2.0" y 3.0"-12" $F(1,1) = 0.05$; $p = 0.85$. También se puede observar en esta gráfica que entre condiciones el valor de FW no difiere, esta observación es acorde con los análisis estadísticos (condiciones 1.0"-4.0" y 2.0"-8.0" $F(1,5) = 0.001$; $p = 0.97$; condiciones 0.5"-2.0" y 3.0"-12" $F(1,1) = 2.44$; $p = 0.36$

² No se pasó la prueba de esfericidad en ninguno de los factores, sin embargo, el análisis multivariado tampoco muestra diferencias estadísticamente significativas en ningún factor

Por último, en el panel inferior derecho de la misma gráfica se muestra la variabilidad escalar (VE=Desviación estándar del PIS); en el eje de las x, se muestran las cuatro condiciones, en el eje de las y la variabilidad escalar. La gráfica muestra que la VE incrementó conforme lo hicieron las duraciones en las condiciones. Solo se observaron cambios en la variabilidad del PIS según el tipo de sesión para la condición 3.0"-12.0".

Superposición. En la siguiente figura se muestran las superposiciones de los ajustes sigmoidales de las condiciones en una escala logarítmica (ver Figura 8).

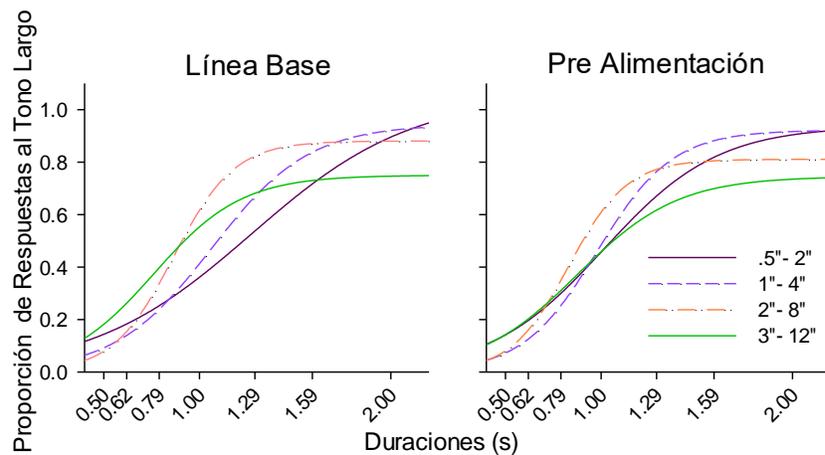


Figura 8. La gráfica del lado izquierdo muestra las superposiciones que corresponden a la línea base, mientras que la gráfica del lado derecho las superposiciones de pre-alimentación. En el eje de las abscisas se encuentra la escala logarítmica (cada duración dividida por su PIS) y en el eje de las ordenadas la proporción de respuestas al tono largo. En ambas gráficas la línea punteada de color azul hace referencia a la condición 0.5"-2.0", la línea morada a la condición 1.0"-4", la línea color naranja a la 2.0"-8.0" y por último la línea verde a la condición 3.0"-12.0".

En la Figura 8 se pueden observar las superposiciones de las curvas sigmoides de las cuatro diferentes condiciones al estar el eje x en una escala logarítmica, la cual se obtuvo dividiendo cada una de las siete duraciones (dos extremas y cinco intermedias, para conocer las duraciones intermedias por condición ver tabla 2) entre la media geométrica de su par de

duraciones extremas (1, 2, 4 y 6). Esta operación se hizo con las cuatro duraciones (0.5"-2.0", 3.0"-12", 1.0"- 4.0" y 2.0"- 8.0"). En el eje de las ordenadas se encuentra la proporción de respuestas al tono largo. También se pudo observar la manipulación y la línea base por condición. Se realizaron dos ANOVA de medidas repetidas para cada una de las gráficas (para el grupo que pasó por las condiciones 0.5"-2.0" y 3.0"-12" o para el grupo que paso por las condiciones 1.0"-4.0" y 2.0"-8.0"); cada ANOVA tuvo dos factores, condición (con dos niveles) y duraciones con siete niveles (cada una de las siete duraciones, dos de discriminación y cinco intermedias); para las condiciones 0.5"-2.0" y 3.0"-12" en línea base no se encontraron diferencias significativas por condición $F(1,19) = 3.65$; $p = 0.07$; en estas mismas condiciones en pre-alimentación no se encontraron diferencias estadísticamente significativas $F(1,19) = 1.18$; $p = 0.29$; para la condición 1.0"-4.0" y 2.0"-8.0" se encontró un efecto por condición $F(1,59) = 13.3$; $p = .00$ en las sesiones de línea base mientras que para las sesiones de pre-alimentación no se obtuvieron resultados significativos $F(1,59) = 1.15$; $p = 0.69$ ³.

Análisis de Detección de Señales

A continuación, se muestran por promedios los índices de sensibilidad (A') y sesgo (B'') para cada condición (ver Tabla 7).

³No se pasó la prueba de esfericidad en ninguno de los factores, sin embargo, el análisis multivariado tampoco muestra diferencias estadísticamente significativas en ningún factor

Tabla 7. Índices de sensibilidad y sesgo por condición

Condición	Línea base		Pre-alimentación	
	A'	B''	A'	B''
0.5"-2.0"	.90 ±.03	-.02± .04	.90 ±.02	.23± .16
1.0"-4.0"	.92 ±.01	-.08± .11	.94 ±.01	.06 ±.08
2.0"-8.0"	.92 ±.02	.06± .10	.90 ±.03	-.04 ±.09
3.0"-12.0"	.86 ±.01	-.03± .10	.85 ±.01	-.15± .34

Nota: Se muestran los promedios de cada condición con su respectivo Error Estándar de la Media

En las figuras que se muestran a continuación se observan las gráficas de cada índice A' y B'' por condición y por tipo de sesión en promedio, tomando el tono corto como señal y el más largo como ruido (ver figura 9).

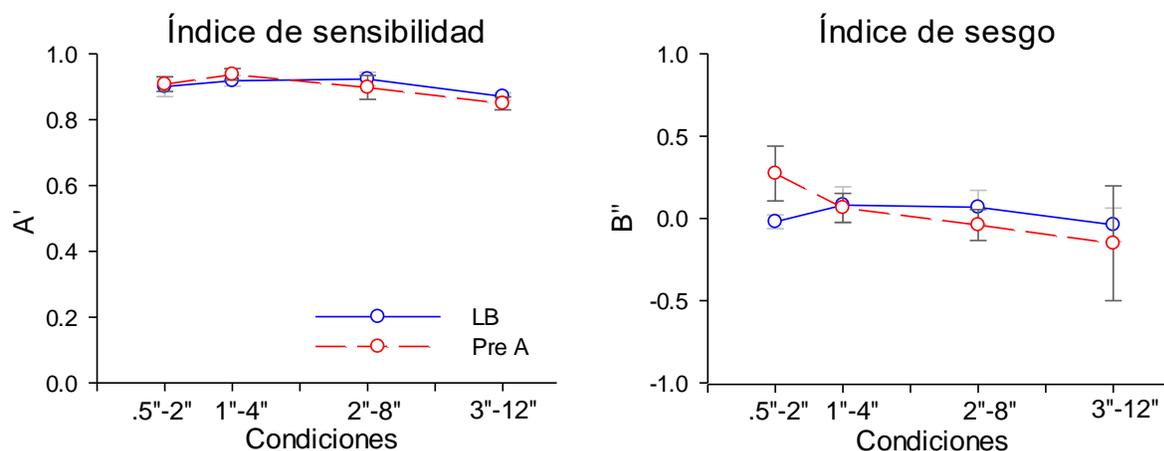


Figura 9. Índices de sensibilidad y sesgo. Los círculos azules muestran la línea base, los rojos la manipulación que se hizo. Las barras representan el error estándar de la media. El eje de las x son las cuatro condiciones y el eje de las ordenadas el índice de sensibilidad en la gráfica de la izquierda, mientras que en la gráfica de la derecha el índice de sesgo.

En el caso de estas gráficas (Figura 9) las respuestas a la palanca asociada al tono corto para la duración corta y para las dos siguientes duraciones intermedias fueron consideradas aciertos, mientras que las respuestas a la palanca asociada al tono corto cuando se presenta la duración larga y la quinta y sexta se tomaron como falsas alarmas.

En la figura 9 se observan los índices no paramétricos A' (sensibilidad) y B'' (sesgo) (ver ecuaciones 2 y 3).

A' tiene un rango de 0 a 1, donde 1 corresponde a una perfecta discriminación entre largo y corto. B'' va de -1 a 1, los valores negativos indican una tendencia del sujeto a contestar como si la duración fuera corta.

La gráfica de sensibilidad (figura 9) muestra que la sensibilidad en ambos tipos de sesiones fue muy cercana a 1.0, lo cual indica que tanto en línea base como en pre-alimentación e independientemente de la condición, los sujetos fueron capaces de discriminar adecuadamente las distintas duraciones; el análisis estadístico indica que no hubo efecto cuando se cambia de tipo de sesión (ver tabla 8).

En la gráfica que representa el índice de sesgo en la misma figura 9 se observa que en la línea base el índice se mantuvo estable y cerca del 0, mientras que en las sesiones de pre-alimentación para la condición 0.5''-2.0'' el índice se volvió positivo, la siguiente condición se mantuvo cercana al cero (al igual que su línea base), las siguientes dos condiciones se alejaron de la línea base y fueron negativas. Sin embargo, los análisis estadísticos no mostraron ningún efecto por condición o por tipo de sesión (ver tabla 8).

Tabla 8. *Análisis estadísticos*

Condición	A'	B''
0.5''-2.0''	Z= 3.0; p>0.5	Z= 2.0; p>0.05
1.0''-4.0''	Z= 2.0; p>0.5	Z= 11.0; p>0.05
2.0''-8.0''	Z=16.0; p>0.05	Z= 15.0; p>0.5
3.0''-12.0''	Z=3.0; p>0.05	Z= 2.0; p>0.05

Discusión

El presente trabajo de investigación utilizó una tarea de bisección temporal para conocer si pre-alimentación causa cambios en las curvas psicofísicas y en los parámetros psicofísicos; se buscó conocer si la condición 0.5"-2.0" también se ajusta a las regularidades empíricas encontradas en otras condiciones en la tarea de bisección temporal. Por último, se comparan los resultados obtenidos con una propuesta de análisis basada en Teoría de Detección de Señales presentada por Basak y Balci (2016).

Discriminaciones

La adquisición de la discriminación en las condiciones 1.0"-4.0" y 2.0"-8.0" requirieron un menor número de sesiones cuando estas fueron la segunda condición por la que pasaron, a diferencia de la condición 3.0"- 12.0" la cual requirió más sesiones para alcanzar los índices de discriminación adecuados.

A diferencia de las demás condiciones, donde los organismos aprendieron en menos sesiones, los sujetos que pasaron de 0.5"-2.0" a 3.0"- 12.0" mostraron más dificultad para aprender la segunda condición. Estos resultados no son esperados, pues Pérez Calzada (2017) encuentra que la condición 0.5"- 2.0" es más difícil de discriminar que la condición 3.0"- 12.0", además se encuentra que los grupos que inician la primera condición mencionada requieren menos sesiones para alcanzar los índices de discriminación requeridos cuando pasan a cualquier otra condición, resultados contrarios a los obtenidos en el presente estudio. No obstante, estos resultados son similares a los obtenidos por Buriticá, Vilchez y dos Santos (2016) quienes encontraron adquisiciones similares entre el grupo con demora al reforzador y entrega inmediata en discriminaciones de pares de duraciones; ambos grupos tenían una proporción corto/largo igual, es decir, aunque la duración del estímulo era más corta en el grupo con demora al

reforzador y el grupo sin demora tenía estímulos más largos, en ambos grupos el sujeto debía esperar el mismo tiempo para recibir el reforzador; este hallazgo fue interpretado como que la conducta es controlada por el paso del tiempo desde el inicio del estímulo hasta la entrega del reforzador, no por la duración del estímulo en sí (Buriticá et al., 2016). Estos hallazgos pueden ser explicados por el *efecto de elección al corto*, esto es, ante demoras relativamente largas el organismo responde casi exclusivamente a la muestra corta; este efecto se ha atribuido al decaimiento de la memoria ante el paso del tiempo, es decir, la duración subjetiva es más parecida a la muestra corta (Spetch & Wilkie, 1983 citado en Zentall, 2007). A pesar de que el presente procedimiento no utiliza demoras al reforzador como manipulación experimental, el estímulo más largo de esta condición (12") implica que el tiempo de espera entre el inicio del estímulo y la entrega del reforzador fue mayor que el resto de las condiciones, lo cual podría explicar la dificultad de los sujetos para aprender esta duración. Cabe destacar que ante una inspección visual de dicha condición (ver Figura 4) los índices de discriminación para la duración corta 3.0" fueron altos desde los primeros días, pero los índices para la duración larga estuvieron por debajo del .80 la mayoría de las sesiones, lo cual apoya los argumentos presentados.

Otra explicación es que el retraso de la entrega del reforzador actúa como un devaluador de éste, disminuyendo su efectividad al alejarse temporalmente y romperse la contigüidad respuesta-consecuencia (Buriticá, 2014). En este caso el reforzador estuvo separado 12", dificultando probablemente el aprendizaje de la contingencia.

Los ensayos de entrenamiento con disminución de probabilidad de reforzamiento no mostraron en su mayoría disminución de la discriminación de la adquisición en ninguna de las condiciones. La mayoría de los sujetos necesitaron el mínimo de días para alcanzar los índices de discriminación pertinentes; estos resultados son similares a los de Pérez-Calzada (2017) y

Dayan, Averbeck, Richmond, y Cohen (2014). Es probable que, al disminuir la probabilidad de reforzamiento, los organismos tienen que estar más alerta y así mejoran su desempeño. Podemos destacar que este tipo de diseño experimental cuenta con una mayor validez ecológica al disminuir la probabilidad de reforzamiento, pues el ambiente al que se enfrentan los organismos, no en todos los ensayos se recibe algún tipo de reforzamiento (Dayan et al., 2014).

Generalización

Los resultados de las generalizaciones son acordes a la mayoría de las regularidades empíricas en la tarea de bisección temporal (Church & Deluty, 1977; Church 2002, 2003).

Las curvas psicofísicas mostraron un buen ajuste y las gráficas de la proporción de respuestas al tono largo son parecidas a una ojiva en el caso de las condiciones 2.0"-8.0" y 1.0"-4.0"; sin embargo en las condiciones restantes 0.5"-2.0" y 3.0"-12.0" las gráficas no mostraron dichas regularidades y los ajustes se observan aplanados, especialmente en la condición 3.0"-12.0" es más evidente dicho aplanamiento. Estos resultados son similares en línea base y en la pre-alimentación, además de no mostrar diferencias estadísticamente significativas, lo cual muestra que la manipulación no ejerció efecto, excepto en la condición 2.0"-8.0", que mostró un ligero desplazamiento a la derecha. Sin embargo, los otros parámetros y el análisis de detección de señales no sugieren cambios debido a la manipulación. En el caso de la pre-alimentación y otros devaluadores del reforzador el hallazgo más común es el aplanamiento de la curva psicofísica (Ward & Odum 2006, 2007; Galtress & Kirkpatrick 2009) en contraste con los hallazgos que se mencionan en esta investigación. En el caso de la duración 2.0"-8.0" la curva se desplazó a la derecha al igual que el estudio de Galtress y Kirkpatrick (2010), McClure, Saulsgiver, y Wynne, (2009), Basak y Balci (2016) y Pérez Calzada (2017). Cabe destacar que este resultado sólo es similar en el sentido del desplazamiento de la curva psicofísica a causa de

la disminución de la motivación, pues dichas investigaciones utilizan duraciones distintas, incluso el estudio de Galtress y Kirkpatrick (2010) únicamente obtiene este resultado en la duración 1.0"-4.0" pero no en la 2.0"-8.0".

El resto de las condiciones replican los hallazgos empíricos de Buriticá et al., (2016), quienes devalúan el reforzador introduciendo demoras, sin encontrar desplazamientos o aplanamientos en las curvas psicofísicas; parcialmente los de Galtress y Kirkpatrick (2010) (en su condición 2.0"-8.0"), McClure et al., (2009) (exclusivamente en la pre-alimentación que ofrecía menor cantidad de alimento) y Roberts (1981), aunque en un procedimiento de pico y cuando el número de sesiones ya era avanzado.

En cuanto a los parámetros psicofísicos y los principios que menciona Church (2002, 2003): El PIS aumentó de manera lineal conforme lo hicieron las medias geométricas de las duraciones extremas de las condiciones cumpliendo el principio de timing proporcional tanto en línea base como en la manipulación experimental; fracción de Weber se mantuvo constante en las condiciones 2.0"-8.0" y 1.0"-4.0"; no obstante, en las condiciones 0.5"-2.0" y 3.0"-12.0" FW fue mayor en comparación de las otras condiciones; este valor no difirió significativamente entre línea base y manipulación. El aumento de FW para la condición 0.5"-2.0" es consistente con lo reportado por Pérez Calzada (2017), que reporta un valor para FW mayor que el resto de las condiciones en línea base. De acuerdo con Grondin (2014) otras investigaciones muestran que no en todos los reportes con intervalos menores a 1s se mantiene constante la FW.

El limen diferencial aumentó de manera constante en la mayoría de las condiciones, y la variabilidad de las respuestas del PIS fue mayor conforme las duraciones crecieron, esto es similar en el principio de variabilidad escalar. Cabe destacar que la condición 0.5"- 2.0" en los parámetros de limen diferencial y variabilidad escalar se esperaría encontrar un valor más

pequeño que el de la condición 1.0"-4.0" debido a que al igual que el resto de las condiciones se guarda la misma proporción entre las duraciones y entre las condiciones, se espera un aumento lineal de este de acuerdo al principio de variabilidad escalar; este resultado es similar al de Pérez Calzada (2017) quien también explora la condición 0.5"- 2.0". La única condición que muestra cambios en variabilidad escalar asociados a la manipulación experimental es la condición 3.0"-12.0", al parecer la manipulación disminuyó la variabilidad de las respuestas en comparación de la línea base.

En cuanto a las superposiciones a pesar de ser ajustes psicofísicos no se encontró un traslape de las curvas en una escala semi-logarítmica como es estipulado por Church (2002).

Los hallazgos para la condición 3.0"-12.0" en particular no son consistentes con la literatura previa que ha utilizado esta condición (Orduña, Hong, & Bouzas, 2007; Church & Deluty, 1977), este resultado se podría deber a que la muestra es más pequeña que aquella utilizada por la literatura previa.

Estas regularidades encontradas en línea base satisfacen la mayoría de las predicciones de SET pero los hallazgos de este experimento bajo la manipulación no son explicadas por las predicciones de SET, salvo en la condición 2.0"-8.0", en la que se encontró una diferencia estadísticamente significativa en las gráficas de la proporción de respuestas al tono largo, se observa que la curva tuvo un cambio a la derecha atribuible a la pre-alimentación y de acuerdo con SET esto se podía deber a que la manipulación causó cambios en el marcapasos, el cual a causa de una disminución motivacional redujo el número de pulsos en el supuesto reloj interno, causando así una subestimación temporal. Sin embargo, se esperaría también un aumento en el valor de PIS (Galtress & Kirkpatrick, 2010), pero los resultados no muestran cambios estadísticamente significativos entre la línea base y la pre-alimentación.

Desde el marco teórico de BeT pre-alimentación debería disminuir el nivel de alerta⁴ y debería disminuir los interpulsos del marcapasos. No obstante, BeT no predice cambios en las curvas psicofísicas (Ward & Odum, 2006); el PIS debería moverse a la derecha. Estos cambios serían transitorios y la experiencia repetida ante la disminución de la motivación causaría que las respuestas regresaran a la normalidad al volver el nivel de alerta a la normalidad. LeT hace predicciones similares (Buriticá et al., 2016; Galtress & Kirkpatrick, 2009). Esta explicación podría dar cuenta de lo encontrado en este experimento, tal vez los análisis realizados no fueron sensibles para detectar los cambios en las curvas psicofísicas y en los parámetros reportados, en el sentido de que los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el promedio del total de los días de generalización de los días bajo manipulación experimental. Bajo esta hipótesis los resultados replicarían de alguna manera lo reportado por Roberts (1981) quien encuentra un desplazamiento del pico hacia la derecha solamente en la primera mitad de su experimento. También es congruente con el experimento de Buriticá et al., (2016) en el que la prueba se prolongó durante 15 sesiones y la devaluación del reforzador no mostró efecto en su experimento.

Dickinson y Balleine (1995) exploran el efecto de la privación de alimento en una tarea de razón fija en la parte de entrenamiento; para la prueba de la tarea no eran reforzadas las respuestas. Los animales que estaban privados tardaron más tiempo en extinguir su conducta en comparación con aquellos que siempre estuvieron saciados, lo que sugiere que la acción instrumental fue controlada por el valor incentivo alto, cuando estaban hambrientos. Es importante mencionar que en un experimento posterior se evaluó el papel del número de sesiones en el valor incentivo del reforzador. Se encontró que al incrementar el número de ensayos las respuestas se normalizan, en palabras de Dickinson y Balleine (1995) la naturaleza de la conducta

⁴ Arousal

instrumental puede cambiar con práctica. La conducta inicia como si estuviera dirigida a metas, pero con un entrenamiento mayor se vuelve habitual, posteriormente la conducta parece simplemente ser evocada por el estímulo en el entrenamiento. Estas observaciones podrían explicar los resultados del presente experimento, pues los sujetos estuvieron expuestos a 20 días en total a los ensayos de generalización, en este contexto es difícil afirmar si la manipulación influyó en la conducta temporal.

Otra posible explicación es que en los estudios donde se encuentra un efecto por causa de la pre-alimentación, la cantidad de alimento previo es muy grande y el intervalo temporal entre el inicio de la sesión y la pre-alimentación es mayor que en el presente estudio, por ejemplo, Roberts (1981), pre-alimenta a las ratas 40 minutos antes; McClure, Saulsgiver y Wynne (2009) solo encuentran un efecto cuando se pre-alimenta con 40 g de alimento, no cuando se pre-alimenta con 20 g, el tiempo previo a la sesión de pre-alimentación fue de entre 15 y 20 minutos; Ward y Odum (2006 y 2007), pre-alimentan 1 hora antes de comenzar la sesión con 30 g de alimento (cabe destacar que estos investigadores utilizaron palomas); Galtress y Kirkpatrick (2009) 45 minutos antes de la sesión experimental; en el presente experimento se pre-alimenta solo con 20 minutos de anticipación y 12 g de alimento en total. De acuerdo con Balsam et al., (2009), la conducta de los organismos va cambiando ante la espera del alimento o de un reforzador en programas de reforzamiento, entre más cerca se encuentra la entrega del reforzador, el organismo se muestra más activo, de igual manera cuando el reforzador ya ha sido entregado la conducta anticipatoria disminuye. En el caso de experimentos donde se pre-alimenta, de acuerdo con lo descrito por Balsam et al., (2009), la conducta de los organismos debería ser distinta en comparación de aquellos sujetos que no han sido alimentados, y el intervalo de tiempo que transcurre entre la pre-alimentación y el inicio de la sesión daría lugar a

conductas diferentes; de acuerdo con Gao, et al., (1998) después de que los animales han ingerido alimentos se presenta una secuencia de conductas características y altamente estereotipadas, donde el organismo presenta un periodo de actividad general, se acicala y descansa, dicho proceso se realiza aproximadamente en 40 minutos (López, Mancilla & Escartín, 2002). Tomando en cuenta esta información, es importante considerar el tiempo que transcurre entre la manipulación experimental y el inicio de la sesión, pues como se menciona anteriormente, dicho intervalo influye en el nivel de actividad del sujeto y en las conductas que emite; en este caso es probable que la diferencia de tiempo entre los distintos estudios previos y el presente haya influido en el nivel de actividad y por ende en la estimación temporal, dicho de otra manera los sujetos de esta investigación no tuvieron suficiente tiempo para cambiar de estado conductual.

Grondin (2014) encuentra que el rango en el que ley de Weber o la propiedad escalar se cumplen no se buscaría en escalas de tiempo muy grande o pequeñas que corresponden al rango dentro del cual se procesa el habla, movimiento, coordinación y dentro del cual la estimación del tiempo ocurre de manera consciente. Liu, Mercado, Church, y Orduña (2008) hablan de la dificultad que implica una duración como 0.5"-2.0" en comparación de duraciones más grandes; Pérez (2017) concluye que es posible que la dificultad de este tipo de duraciones radica en la demanda atencional que significa una duración tan corta, es decir, el organismo debe aumentar su nivel de alerta y de atención para poder percibirla y responder de manera adecuada. Como mencionan Galtress y Kirkpatrick (2009) aludiendo al modelo de SET los efectos atencionales podrían interferir en la operación del switch entre el marcapasos y el acumulador. Este resultado también podría ser explicado desde BeT, como se mencionó antes el nivel de alerta influye en la velocidad del marcapasos en este caso al aumentar posiblemente el nivel de alerta debido a la dificultad de las duraciones, el marcapasos emite pulsos a mayor velocidad (Ward & Odum,

2006). Al igual que en la condición 3.0''-12.0'' el grupo fue más pequeño que en el resto de las condiciones, sin embargo, a pesar del reducido número de sujetos, los resultados son similares a los de Pérez (2017), y son acordes a la literatura como ya se discutió en párrafos anteriores.

Análisis de detección de señales

Los índices de sensibilidad A' fueron cercanos a 1.0 tanto en línea base, como en pre-alimentación lo que indica que los organismos fueron capaces de discriminar adecuadamente a pesar de estar satisfechos. Los resultados de Basak y Balci (2016) son similares, en su caso las matrices de pago no afectaron la capacidad de los humanos para discriminar. Estos resultados apoyan la propuesta de Lotfizadeh, Edwards, Redner, y Poling (2012) quienes proponen que el control de los estímulos debería disminuir bajo disruptores de la conducta que aumentan la motivación (o el nivel de privación) aumentando la generalización de los estímulos. En este caso el organismo no estaba privado cuando ejecutó la tarea, por lo que posiblemente no fue mayor el rango de estímulos al que respondió, reflejándose en la sensibilidad adecuada para responder. Retomando los argumentos que hablan acerca de un posible efecto transitorio de la disminución de la motivación, es posible también que no se vea afectada la sensibilidad por esa razón.

Por otro lado, estos resultados descartan la posibilidad de que los sujetos en las condiciones 0.5''-2.0'' y 3.0''-12.0'' fueran incapaces de discriminar entre los estímulos al estar el rango de sensibilidad por arriba de .80, donde 1 es discriminación perfecta entre corto y largo (Basak & Balci, 2016). Esto es congruente con el análisis estadístico que muestra que el organismo tuvo una tasa de respuesta en proporción al tono largo diferente entre cada una de las siete duraciones.

Finalmente, el índice del sesgo B'' no mostró ninguna tendencia ordenada en especial a responder más a los tonos largos o cortos, este resultado es congruente con la teoría de detección

de señales y con lo que sugieren Basak y Balci (2016), porque a diferencia de su procedimiento, en el presente trabajo no se usaron matrices de pago para manipular la motivación de los organismos, en este caso el objetivo fue disminuir la motivación sin favorecer la respuesta a alguna de las dos opciones.

Conclusiones y futuras direcciones

Los resultados de este estudio señalan que bajo el método de pre-alimentación utilizado no se encontró un cambio en la estimación temporal de los sujetos.

Los resultados de este estudio ante los análisis utilizados no encontraron que bajo este rango de condiciones experimentales la pre-alimentación haya influido en la estimación temporal de los organismos. Es importante destacar que este estudio muestra una mayor validez ecológica en comparación con otras investigaciones que estudian los efectos motivacionales en la conducta temporal al incrementar el número de pares de duraciones utilizadas y explorar condiciones poco usuales dentro de la literatura, debido a que los organismos se enfrentan a diversos estímulos complejos en sus ambientes. Además, se utilizan análisis poco comunes como la exploración de los parámetros psicofísicos y se continúa la propuesta de analizar las tareas temporales bajo detección de señales. Cabe señalar que una limitante en este estudio es el hecho de solo haber explorado con una cantidad de alimento previo a la sesión experimental. Otra limitación es la diferencia de sujetos entre los grupos, dificultando la comparación estadística entre algunos de estos. Además, uno de estos grupos contó con una cantidad reducida de sujetos lo cual también dificulta la comparación con estudios previos que muestran regularidades empíricas en la tarea de bisección temporal.

Como futuras direcciones de la presente investigación se propone la investigación de la motivación bajo otras cantidades de alimento y/o de acceso al comedero para la pre-alimentación,

es decir, un símil a la exploración de dosis-respuesta que se hace en estudios farmacológicos, pues a pesar de ser la motivación un tema de interés en la literatura de timing, no se han establecido las porciones de alimento que se necesitan para disminuir la motivación, en la literatura es muy diferente de estudio a estudio esta variable.

Además de explorar las cantidades de alimento, es importante recurrir a análisis que sean más sensibles a la novedad que el cambio de motivación ocasiona en la conducta temporal del organismo, pues como se menciona en párrafos anteriores, es posible que el efecto motivacional sea transitorio, cabe destacar que una de las limitaciones de esta investigación fue determinar si la falta de impacto de los posibles cambios motivacionales en las curvas psicofísicas, parámetros psicofísicos y análisis estadísticos se debe a la longitud de las sesiones o a la cantidad de días utilizados como prueba. Dentro de estos análisis sería importante buscar otro método para determinar qué es ruido y qué es señal en el análisis de detección de señales.

También sería importante incrementar el número de sujetos, de esta manera es posible que el error estándar de la media disminuya. Además, sería importante que todos los sujetos pasaran por todas las condiciones en diferente orden para descartar que una variable extraña en resultados fuera debido al aprendizaje, o el hecho de haber estado antes en una condición más fácil o difícil.

Por último, se propone hacer una comparación entre una pre-alimentación con un alimento más saliente que el utilizado para reforzar dentro de la caja operante, un alimento menos saliente (como es el caso de este experimento) que aquel utilizado como reforzador y utilizar el mismo alimento como pre-alimentación y como reforzador, esto para determinar si la palatabilidad del alimento utilizado en la pre-alimentación influye en la disminución de la motivación.

Referencias

- Aguilar, F., & Carpio, C. (2014). La función de la conducta adjuntiva en el timing: Un análisis paramétrico de la manipulación espacial. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 17(4), 1580–1596.
- Balci, F. (2014). Interval Timing, Dopamine, and Motivation. *Timing & Time Perception*, 2, 379–410. <https://doi.org/10.1163/22134468-00002035>
- Balsam, P., Sanchez-Castillo, H., Taylor, K., Van Volkinburg, H., & Ward, R. D. (2009). Timing and anticipation: conceptual and methodological approaches. *European Journal of Neuroscience*, 30(9), 1749–1755. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2009.06967.x>
- Basak, A., & Balci, F. (2016). The effects of payoff manipulations on temporal bisection performance. *Acta Psychologica*. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2016.06.007>
- Bizo, L. A., & White, K. G. (1994). The behavioral theory of timing: Reinforcer rate determines pacemaker rate. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61(1), 19–33. <https://doi.org/10.1901/jeab.1994.61-19>
- Braver, T. S., Krug, M. K., Chiew, K. S., Kool, W., Westbrook, J. A., Clement, N. J., Somerville, L. H. (2014). Mechanisms of motivation–cognition interaction: challenges and opportunities. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 14(2), 443–472. <https://doi.org/10.3758/s13415-014-0300-0>
- Buriticá, J. (2014). Estimación Temporal de Intervalos y Discriminación del Tiempo. En C. de J. Torres & C. J. Flores (Eds.), *En Tópicos selectos de investigación: Paradigmas experimentales en conducta animal* (I, pp. 51–69). Guadalajara, Jalisco.
- Buriticá, J. J. (2014). *Valor del reforzador y estimación temporal: Efectos de la demora del reforzador, grado de privación y magnitud del reforzador en la ejecución de programas*

de intervalo fijo. Universidad de Guadalajara.

Buriticá, J., & dos Santos, C. V. (2017). Reinforcement value and fixed-interval performance.

Journal of the Experimental Analysis of Behavior. <https://doi.org/10.1002/jeab.279>

Buriticá, J., Vilchez, Z., & Santos, C. V. dos. (2016). Temporal discrimination and delayed

reinforcement. *Behavioural Processes*. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.07.009>

Carver, F. W., Elvevåg, B., Altamura, M., Weinberger, D. R., & Coppola, R. (2012). The

Neuromagnetic Dynamics of Time Perception. *PLoS ONE*, 7(8), e42618.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042618>

Catania, A. C. (1970). Reinforcement schedules and psychophysical judgments: A study of

some temporal properties of behaviour. En W. N. Schoenfeld (Ed.), *The theory of*

reinforcement schedules (pp. 1-42). New York: Appleton-Century-Crofts.

Church, R. M. (2002). Temporal Learning. En Pashler, H y Gallistel, R. (Eds). *Stevens'*

Handbook of Experimental Psychology, Third Edition: Volume 3, Learning, Motivation,

and Emotion (pp. 365-393). New York: Wiley

Church, R. M. (2003). A concise introduction to scalar timing theory. *Functional and neural*

mechanisms of interval timing. En W.H. Meck. *Functional and neural mechanisms of*

interval timing. (pp. 32–22). [doi.org/doi:10.1201/9780203009574](https://doi.org/10.1201/9780203009574).

Church, R. M., & Deluty, M. Z. (1977). Bisection of Temporal Intervals. *Journal of*

Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 3(3), 216–228.

Correa, Á., Lupiáñez, J., & Tudela, P. (2006). La percepción del tiempo: Una revisión desde la

Neurociencia. *Cognitiva*, 18(2), 145–168. <https://doi.org/10.1174/021435506778148667>

Dayan, E., Averbeck, B. B., Richmond, B. J., & Cohen, L. G. (2014). Stochastic reinforcement

benefits skill acquisition. *Learning & memory*, 21(3), 140-142

- Dickinson, A., & Balleine, B. (1995). Motivational Control of Instrumental Action. *Current Directions in Psychological Science*, 4(5), 162–167. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep11512272>
- Galtress, T., & Kirkpatrick, K. (2009). Reward value effects on timing in the peak procedure. *Learning and Motivation*, 40(2), 109–131. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2008.05.004>
- Galtress, T., & Kirkpatrick, K. (2010). Reward magnitude effects on temporal discrimination. *Learning and Motivation*. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2010.01.002>
- Gao, P., Harvey, M., Mook, D. G., & Zeigler, H. P. (1998). A “pre-satiety sequence” in rats drinking sucrose solutions. *Physiology & behavior*, 65(2), 355-359.
- Grondin, S. (2014). About the (non) scalar property for time perception. En *Neurobiology of interval timing* (pp. 17-32). Springer, New York, NY.
- Gruart, A., Escobar, C., & Roblero, R. A. (2002). *Los relojes que gobiernan la vida* (Vol. 188). Fondo de Cultura Económica.
- Killeen, P. R., & Fetterman, J. G. (1988). A behavioral theory of timing. *Psychological review*, 95(2), 274–95.
- Killeen, P. R., & Jacobs, K. W. (2016). Coal Is Not Black, Snow Is Not White, Food Is Not a Reinforcer: The Roles of Affordances and Dispositions in the Analysis of Behavior. *Behavior Analyst*, 40(1), 17–38. <https://doi.org/10.1007/s40614-016-0080-7>
- Laraway, S., Snyckerski, S., Olson, R., Becker, B., & Poling, A. (2014). The Motivating Operations Concept: Current Status and Critical Response. *Psychological Record*, 64(3), 601–623. <https://doi.org/10.1007/s40732-014-0080-5>
- Lejeune, H., Richelle, M., & Wearden, J. (2006). About Skinner and Time: Behavior-Analytic Contributions to Research on Animal Timing. *Journal of the Experimental Analysis of*

- Behavior*, 85(1), 125–142. <https://doi.org/10.1901/jeab.2006.85.04>
- López, A. V., Mancilla Díaz, J. M., & Escartín Pérez, R. E. (2002). Secuencia de saciedad conductual: un análisis de la conducta de alimentación. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 28(2), 131-144.
- López, F., & Menez, M. (2008). Magnitud del reforzador y reforzamiento periódico. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 34(1), 7–23.
<https://doi.org/10.5514/rmac.v34.i1.16222>
- López-Rodríguez, F., Menez-Díaz, M., & Gallardo-Pineda, S. (2014). Aprendizaje y control temporal: la adaptación a regularidades temporales del ambiente. *Conductual*, 2(1961), 26–38.
- Lotfizadeh, A. D., Edwards, T. L., Redner, R., & Poling, A. (2012). Motivating Operations Affect Stimulus Control: A Largely Overlooked Phenomenon in Discrimination Learning. *The Behavior Analyst*, 35, 89–100.
- Ludvig, E. A., Balci, F., & Spetch, M. L. (2011). Reward magnitude and timing in pigeons. *Behavioural Processes*. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2011.01.003>
- Ludvig, E. A., Conover, K., & Shizgal, P. (2007). The Effects of Reinforcer Magnitude on Timing in Rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 87(2), 201–218.
<https://doi.org/10.1901/jeab.2007.38-06>
- McClure, E. A., Saulsgiver, K. A., & Wynne, C. D. L. (2009). Manipulating pre-feed, density of reinforcement, and extinction produces disruption in the Location variation of a temporal discrimination task in pigeons. *Behavioural Processes*.
<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2009.03.009>
- Merchant, H., & de Lafuente, V. (2014). *Neurobiology of Interval Timing*. (H. Merchant & V.

de Lafuente, Eds.) (Vol. 829). New York, NY: Springer New York.

<https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1782-2>

Orduña, V., Hong, E., & Bouzas, A. (2007). Interval bisection in spontaneously hypertensive rats. *Behavioural Processes*, 74(1), 107–111. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2006.10.013>

Pérez Calzada, M. (2017). *Variaciones en magnitud de reforzamiento en una tarea de bisección temporal*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Reynolds, G. S. (1977). *Compendio de condicionamiento operante*. Ciencia de la conducta.

Roberts, S. (1981.). Isolation of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7(3), 242-268.

Sewell, R. A., Schnakenberg, A., Elander, J., Radhakrishnan, R., Williams, A., Skosnik, P.

D.,D'Souza, D. C. (2013). Acute effects of THC on time perception in frequent and infrequent cannabis users. *Psychopharmacology*, 226(2), 401–413.

<https://doi.org/10.1007/s00213-012-2915-6>

Taylor, K. M., Horvitz, J. C., & Balsam, P. D. (2007). Amphetamine affects the start of responding in the peak interval timing task. *Behavioural Processes*.

<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2006.11.005>

Vanegas Chavarría, M. (2013). *Estimación temporal de secuencias complejas en un modelo animal: Evaluando el efecto de los intervalos de retención*. Tesis de licenciatura.

Universidad Nacional Autónoma de México.

Ward, R. D., & Odum, A. L. (2006). Effects of prefeeding, intercomponent-interval food, and extinction on temporal discrimination and pacemaker rate. *Behavioural Processes*, 71(2–3), 297–306. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2005.11.016>

Ward, R. D., & Odum, A. L. (2007). Disruption of temporal discrimination and the choose-short effect. *Learning & Behavior*, 35(1), 60–70.

Zamora, O. y Pérez, M. (2015). Reforzamiento y estimación temporal: Mecanismos motivacionales y temporales de la discriminación En Estudios sobre Comportamiento y Aplicaciones Vol. IV. (Eds) Felipe Cabrera, Oscar Zamora, Héctor Martínez, Pablo Covarrubias y Vladimir Orduña. Ed. Universidad de Guadalajara, Universidad Nacional Autónoma de México, Conacyt. ISBN 978-607-9371-055-