

# Efectos de la duración de la señal delta sobre el control de responder en programas definidos temporalmente

CARLOS FLORES, GABRIEL VELÁZQUEZ, REBECA MATEOS Y CARLOS TORRES

*Universidad de Guadalajara  
Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento*

## Resumen

El estudio evaluó el efecto de la duración de una señal correlacionada al periodo de extinción sobre el desarrollo del control del estímulo en programas definidos temporalmente. Dos grupos de ratas se distinguieron por el orden de exposición a diferentes condiciones de señalización del subciclo de no reforzamiento. Todos los sujetos fueron expuestos a un ciclo temporal (ciclo T) de 60 s, subdividido en un subciclo de disponibilidad de reforzamiento ( $t^D$ ) de 6 s y uno de no reforzamiento ( $t^A$ ) de 54 s. Se varió entre fases la duración de la señal que se presentó durante  $t^A$  (36 s, 18 s y 0 s). Se observaron mayores frecuencias de respuesta durante  $t^D$ . Los resultados se discuten atendiendo a la separación temporal entre la señal correlacionada al subciclo  $t^A$  y el inicio del siguiente ciclo T; también se reconoce la relevancia del periodo de disponibilidad de reforzamiento como condición conducente al desarrollo del control del estímulo.

**Palabras clave:** programas temporales, control de estímulos, ratas, extinción, disponibilidad temporal de reforzamiento.

## Effects of delta signal duration on the control of responding in temporally defined schedules

### Abstract

The duration of a signal correlated to the extinction period on the development of stimulus control was studied. Two groups of rats were exposed to different signaling conditions of a non-reinforcement sub-cycle. All subjects were exposed to a T cycle (60 s), divided into an availability of reinforcement sub-cycle ( $t^D$ ) 6 s duration, and a non-reinforcement sub-cycle of ( $t^A$ ) 54 s duration. The duration of the signal correlated with  $t^A$  was varied across phases (36 s, 18 s and 0 s). A higher frequency of response in  $t^D$  was observed. The results are discussed taking into account the temporal separation between the signal correlated to  $t^A$  sub-cycle and the beginning of the next T cycle, also highlights the importance of the availability of reinforcement as a condition to stimulus control development.

**Key words:** Temporal schedules, stimulus control, rats, extinction, temporal availability of reinforcement.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte de los productos derivados del Seminario Permanente sobre Tópicos Selectos de Investigación en Psicología Experimental, coordinado por Carlos Flores y Carlos Torres y fue posible gracias al apoyo de los proyectos de investigación PROMEP-PTC-336 y del proyecto CONACYT 104902. Los autores agradecen los comentarios de los asistentes al seminario que mejoraron una versión preliminar de este manuscrito.

Dirigir toda correspondencia sobre este artículo a: Carlos Flores. Universidad de Guadalajara, Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento. Francisco de Quevedo No. 180, Col Arcos Vallarta, Guadalajara, Jalisco, México, 44130.

Correo electrónico: carlos.flores@cucba.udg.mx

RMIP 2011, 16-23.

ISSN-impresión: 2007-0926

www.revistamexicanadeinvestigacionenpsicologia.com

Derechos reservados ©RMIP

Los programas definidos temporalmente se caracterizan por un ciclo de tiempo (ciclo T) que se repite a lo largo de la sesión experimental y que está dividido en dos subciclos ( $t^D$  y  $t^A$ ). El subciclo  $t^D$  corresponde a un segmento temporal del ciclo T, en el cual la probabilidad de que la primera respuesta que ocurra es reforzada; por su parte, el subciclo  $t^A$  corresponde al segmento durante el cual la probabilidad de reforzamiento es menor que en  $t^D$  (Schoenfeld &

Cole, 1972; Schoenfeld, Cumming y Hearst, 1956).

El uso de esta estrategia metodológica, alternativa a la metodología derivada de los programas de reforzamiento (Ferster & Skinner, 1957), ha permitido acercarse a diferentes áreas de investigación que parecían ser exclusivas o propias de estudio utilizando los programas tradicionales de reforzamiento, sean estos simples (e.g., razón fija, intervalo fijo, etc.) o aquellos que involucran más de un componente (e.g., múltiples, mixtos, encadenados, concurrentes, etc.).

Una de estas áreas de estudio es la que se identifica con el rubro de control del estímulo. Al respecto, Terrace (1966) menciona lo siguiente: «*el control del estímulo se refiere a la medida en que el valor de un estímulo antecedente determina la probabilidad de ocurrencia de una respuesta condicionada*» (p 330). Por su parte, Rilling (1977) menciona que el control del estímulo «*se observa cuando un cambio en una propiedad particular de un estímulo produce un cambio en alguna característica de la respuesta, como en la tasa o en la probabilidad con la cual ocurre una respuesta*» (p 579).

Los estudios que han evaluado el control del estímulo reportan de manera consistente que la frecuencia de respuesta es mayor ante un estímulo que está correlacionado con el reforzamiento de las respuestas que ocurren en su presencia, que ante un estímulo que está correlacionado con la ausencia de reforzamiento (e.g., Hearst, Besley & Farthing, 1970; Pear, 2001; Rilling, 1977; Terrace, 1966).

En los distintos estudios que han empleado la metodología de los programas definidos temporalmente para el estudio del control del estímulo (e.g., Ribes, Mayoral, Torres & Ibáñez 2000; Ribes & Torres, 1996; Ribes, Torres & Mayoral, 2000a y b; Ribes, Torres & Mayoral, 2002; Ribes, Zepeda, Arenas & Mayoral, 2007; Torres, Mayoral & Ribes, 2008), se ha reportado de manera consistente una mayor

frecuencia de respuesta durante  $t^A$  (i.e. subciclo de no reforzamiento) que durante  $t^D$  (i.e. subciclo de reforzamiento).

En trabajos recientes (Flores, Mateos, Villanueva y Ortiz [2007]; Mateos y Flores [2009]; Flores, Peralta, Mateos y Villanueva [2010]) se reportó que la mayor frecuencia de respuesta observada en  $t^A$  puede ser el resultado de una particular función de estímulo que desarrolla la señal correlacionada a dicho subciclo, siendo esta función el resultado de la contigüidad temporal que guarda con el reforzamiento de la respuesta que ocurre en el subciclo  $t^D$  del siguiente ciclo T.

En un intento por evaluar los efectos de la contigüidad temporal entre las señales correlacionadas a los subciclos  $t^A$  y  $t^D$ , Mateos y Flores expusieron a dos grupos de ratas que se distinguieron por la duración de un intervalo entre ciclos T (IEC). Para un grupo la duración del IEC fue de 3 s, mientras que para el otro grupo la duración del IEC fue de 30 s. Mateos y Flores reportaron una mayor frecuencia de respuesta en  $t^D$  en los sujetos expuestos a la condición con una mayor duración del IEC, es decir, con una mayor separación entre las señales correlacionadas a los subciclos de reforzamiento y de no reforzamiento.

En un estudio más reciente, Flores, Peralta, Mateos y Villanueva (2010, Experimento 1) sometieron a dos grupos de ratas a diferentes secuencias de exposición de condiciones en las que entre fases se varió tanto la duración de  $t^D$  (57 s, 45 s y 30 s) como la de  $t^A$  (3 s, 15 s y 30 s). De manera general, reportaron frecuencias de respuesta más altas en  $t^A$  que en  $t^D$ , no observaron cambios sistemáticos en la frecuencia de respuesta durante  $t^D$ , correlacionados con las diferentes duraciones de dicho subciclo; sin embargo, sí observaron cambios sistemáticos en la frecuencia de respuesta en función de la duración del subciclo  $t^A$  (3 s, 15 o 30 s); la frecuencia de respuesta en  $t^A$  fue una función inversa de la duración del subciclo.

Aunque los resultados reportados por Mateos y Flores (2009) y los reportados por Flores, Peralta, Mateos y Villanueva (2010) puedan parecer opuestos, existen diferentes aspectos que se deben considerar antes de elaborar una explicación integrativa de los diferentes hallazgos reportados en los estudios que se han dirigido a la evaluación de las condiciones conducentes al desarrollo del control de estímulos empleando la metodología de los programas temporales.

Específicamente, los resultados reportados por Flores, Peralta, Mateos y Villanueva (2010) parecen ser consistentes con los hallazgos reportados por Ribes y Torres (1996); Ribes, Torres y Mayoral (2002); Torres, Mayoral y Ribes (2008), al observar una mayor frecuencia de respuesta durante el periodo de no reforzamiento; este resultado puede ser interpretado atendiendo a la contigüidad temporal entre la señal que estuvo correlacionada a  $t^A$  y el reforzamiento de la respuesta que ocurrió en el subciclo  $t^D$  del siguiente ciclo T.

La interpretación anterior se puede ver fortalecida con los hallazgos reportados por Mateos y Flores (2009) al reconocer que una mayor separación temporal entre ciclos resultó en una mayor frecuencia de respuesta durante el subciclo  $t^D$ . Sin embargo, en el presente contexto de investigación, la duración de la señal correlacionada al subciclo de no reforzamiento y su proximidad o contigüidad temporal al siguiente ciclo T son aspectos necesarios de evaluarse como factores conducentes a la identificación de las condiciones que posibilitan el desarrollo del control del estímulo y de la función que desarrollan las señales correlacionadas a cada subciclo temporal.

Es por lo anterior que el presente estudio se diseñó con el propósito de evaluar los efectos de la duración de la señal correlacionada al periodo de extinción sobre el desarrollo del control del estímulo en programas definidos temporalmente.

## MÉTODO

### Sujetos

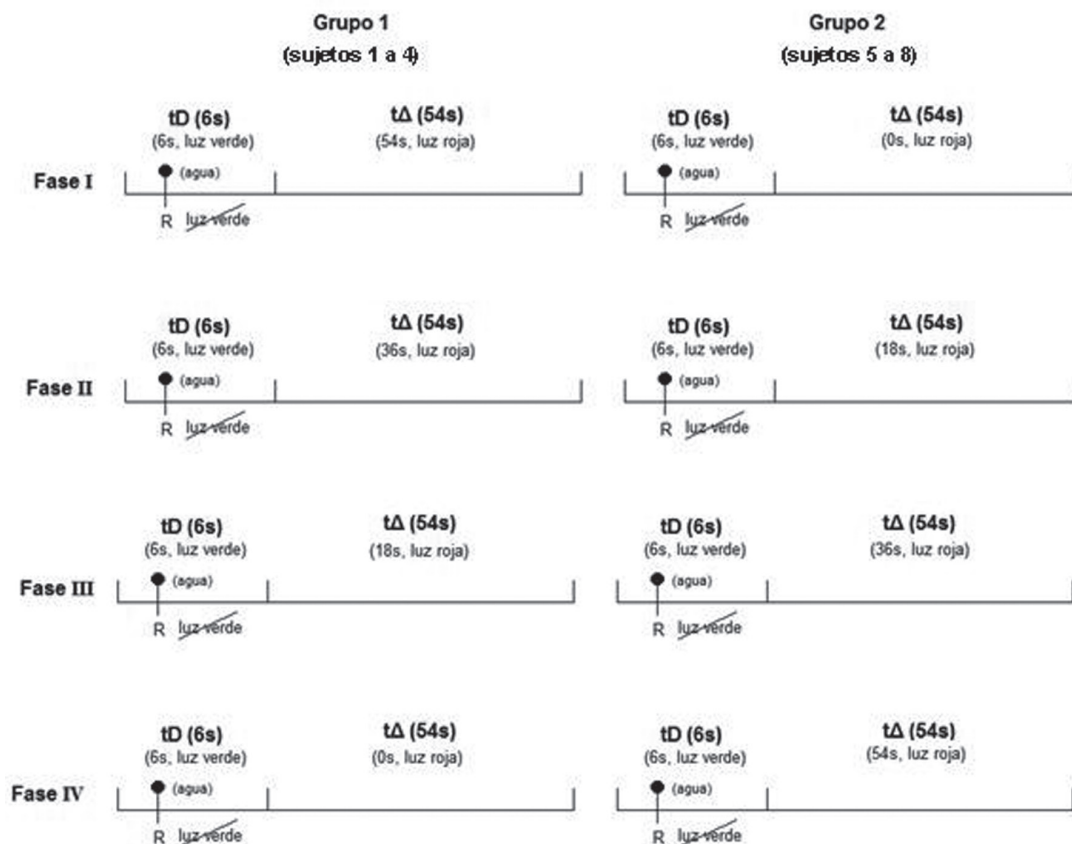
Se utilizaron ocho ratas Wistar de tres meses de edad al inicio del estudio e ingenuas experimentalmente. Los animales se mantuvieron en un régimen de privación de agua por un periodo de 23.5 h diarias y con acceso libre al alimento en su caja habitación.

### Aparatos

Se utilizaron ocho cámaras experimentales para ratas (MED-ENV-008); cada caja estuvo equipada con un dispensador de agua (ENV-202M), una palanca de respuesta y una tecla translúcida de 2.5 cm de diámetro, que se podía iluminar de color rojo o verde. La palanca se encontraba a 2.5 cm del piso y requirió una fuerza de 0.13 N para cerrar el dispositivo. Como reforzador se proporcionó una gota de agua de 0.01 c.c. que se presentó por medio de la activación del dispensador de agua. Cada cámara experimental se colocó dentro de un cubículo de aislamiento acústico (ENV-022M) con un ventilador que sirvió como ruido blanco y facilitó la circulación del aire en el interior de la cámara. La programación, el registro y la recolección de eventos se realizaron mediante un equipo de cómputo, una interfase y software MED-PC IV para ambiente Windows.

### Procedimiento

En todos los sujetos se moldeó la respuesta de presionar la palanca. Se utilizó un programa concurrente de tiempo fijo (TF 30) y reforzamiento continuo (rfc). Los sujetos se mantuvieron en estas condiciones hasta que emitieron por los menos 100 respuestas en tres sesiones consecutivas; posteriormente se les pasó a un programa de intervalo variable de 60 s (IV-60 s); el mantenimiento del responder terminó cuando los sujetos produjeron 60 entregas de agua durante tres sesiones consecutivas. Concluido el mantenimiento de la respuesta, se empleó un programa definido temporalmente que consis-



**Figura 1.** Representación esquemática de las condiciones experimentales que se siguieron en cada grupo para cada una de las fases experimentales.

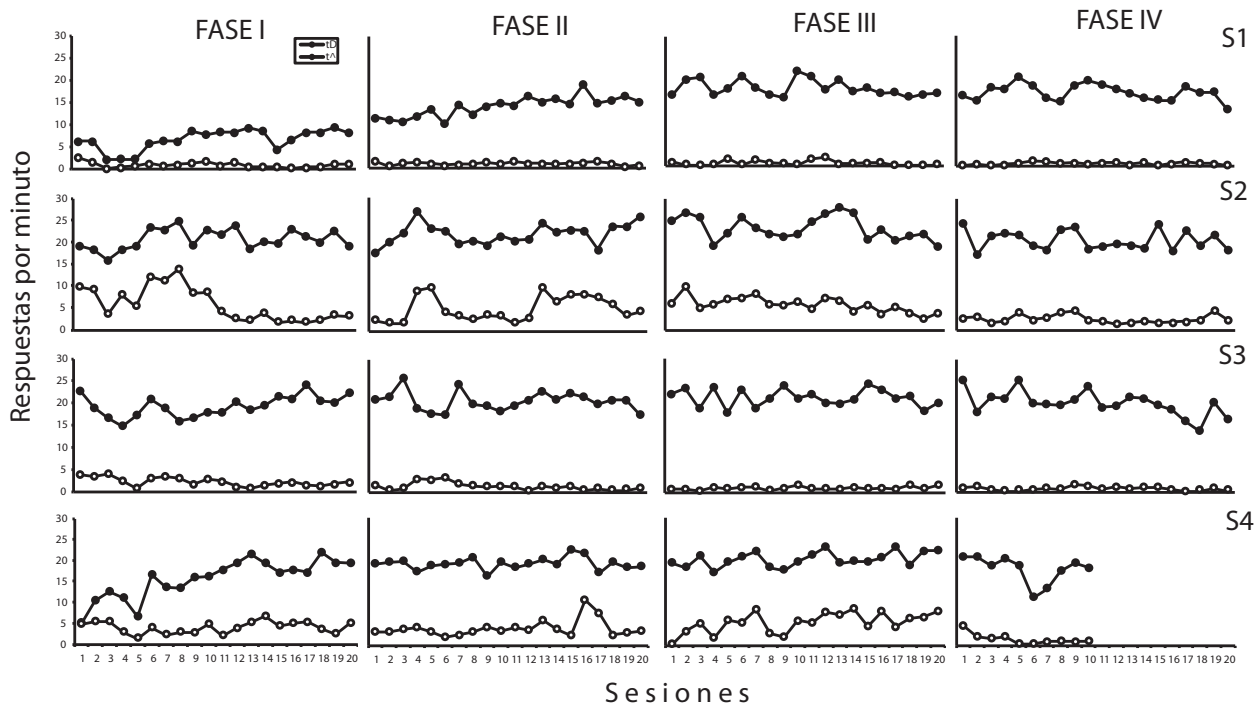
tió en un ciclo T de 60 s dividido en un subciclo t<sup>D</sup> de 6 s, y un subciclo t<sup>A</sup> de 54 s.

El subciclo t<sup>D</sup> fue señalado por una luz verde que se canceló al ocurrir la primera respuesta. Para cuatro sujetos (S1, S2, S3 y S4), la señal en el subciclo t<sup>A</sup> tuvo una duración de 54 s y fue disminuyendo entre fases en pasos de 18 s, hasta que en la Fase IV no se presentó la señal durante dicho subciclo; la luz siempre se presentó desde el inicio de t<sup>A</sup>, teniendo una duración de 54 s en la Fase I, 36 s en la Fase II, 18 s en la Fase III y 0 s en la Fase IV. Para el resto de sujetos (S5, S6, S7 y S8) la manipulación siguió la secuencia inversa. En la Figura 1 se muestra una representación de cada una de las condiciones experimentales que se siguieron en el estudio.

Cada sesión estuvo conformada por 60 ciclos T y los sujetos fueron expuestos a 20 sesiones por cada una de las fases experimentales. El S4 no terminó el experimento debido a que murió a la mitad de las sesiones de la última fase.

## RESULTADOS

En las Figuras 2a y 2b se presentan las respuestas por minuto, que emitieron durante t<sup>D</sup> y t<sup>A</sup> cada uno de los sujetos del Grupo 1 (S1, S2, S3, y S4) y del Grupo 2 (S5, S6, S7 y S8) por sesión. Como se puede ver, de manera general, los sujetos de ambos grupos mostraron consistente y sistemáticamente una mayor frecuencia de respuesta en t<sup>D</sup>, independientemente de la duración de la señal en t<sup>A</sup> y de



**Figura 2a.** Respuestas por minuto por sesión de cada uno de los sujetos del Grupo 1 en las diferentes fases experimentales.

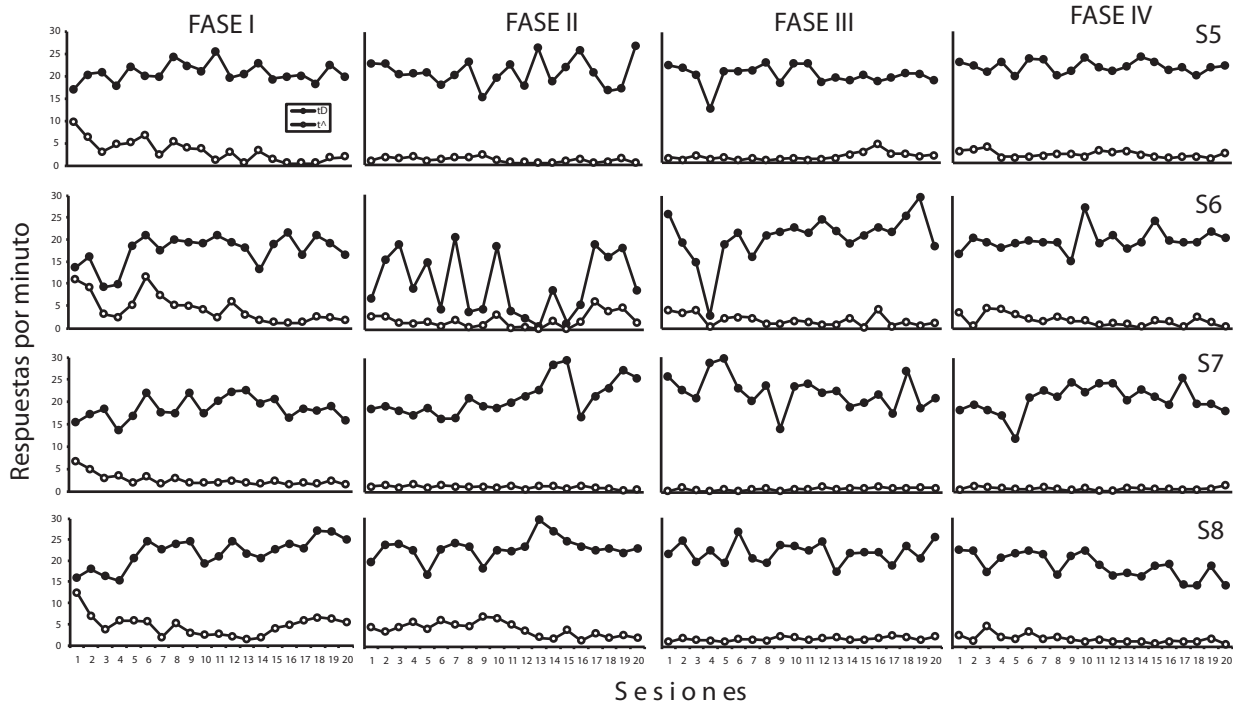
la secuencia de exposición, con excepción del Sujeto 6 en la Fase II, en la que se presentó una mayor variabilidad en la frecuencia de respuesta en  $t^D$ .

En la mayoría de los sujetos tanto del Grupo 1 como los del Grupo 2, se encontraron bajas frecuencias de respuesta en  $t^A$ , frecuencias por debajo de cinco respuestas por minuto, particularmente en las últimas sesiones de cada una de las fases experimentales, mientras que las frecuencias de respuesta en  $t^D$  fluctuaron entre 15 y 25 respuestas por minuto.

## DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio se dirigió a evaluar los efectos de la duración de la señal correlacionada al periodo de no reforzamiento sobre el desarrollo del control del estímulo en programas definidos temporalmente. De ma-

nera general, los resultados dejaron ver que las frecuencias de respuesta en  $t^D$  y en  $t^A$  no se modificaron en función de las diferentes condiciones experimentales ni por la secuencia de exposición a estas. El hecho de haber observado mayores frecuencias de respuesta durante  $t^D$  es un resultado consistente con el reportado por Mateos y Flores (2009); sin embargo, los resultados no pueden ser explicados completamente por un efecto de la separación temporal entre las señales correlacionadas a  $t^A$  y  $t^D$ . Si bien en el estudio de Mateos y Flores se encontraron mayores frecuencias de respuesta en  $t^D$  en el grupo que tuvo una mayor separación temporal ( $IEC = 30s$ ), en el presente estudio se tendrían que haber observado cambios o variaciones sistemáticas del responder a medida que la señal correlacionada a  $t^A$  se aproximaba al inicio del siguiente ciclo T (Grupo 2), o bien frecuencias de respuesta en  $t^A$  que tendrían que disminuir



**Figura 2b.** Respuestas por minuto por sesión de cada uno de los sujetos del Grupo 2 en las diferentes fases experimentales.

a medida que se redujo la duración de la señal correlacionada a  $t^A$  (Grupo 1). La ausencia de un efecto sistemático en la frecuencia de respuesta en  $t^A$  por la variación en la contigüidad temporal impide explicar los resultados en este sentido y abre posibilidades interpretativas adicionales.

Una característica de los procedimientos utilizados en los estudios que se han dirigido a evaluar los efectos de distintas variables temporales y parámetros de estímulo sobre el desarrollo del control del estímulo en programas temporales (e.g., Ribes, Mayoral, Torres y Ibáñez 2000; Ribes y Torres, 1996; Ribes, Torres y Mayoral, 2000 a y b; Ribes, Torres y Mayoral, 2002; Torres, Mayoral y Ribes, 2008) es que los subciclos  $t^D$  y  $t^A$  son de la misma duración, es decir, el periodo de disponibilidad de reforzamiento relativo a la duración del ciclo T ( $t$ -testada) es igual a 0.5.

Es posible que la duración de  $t^D$  relativa a la duración del ciclo T sea una variable responsable del control que desarrollan las señales correlacionadas a cada subciclo. En el estudio de Flores, Peralta, Mateos y Villanueva (2010) se observó que la frecuencia de respuesta en  $t^A$  fue mayor que la observada en  $t^D$ , y que la diferencia entre las frecuencias de respuesta aumentó gradualmente conforme se incrementó el valor de  $t$ -testada. En el presente estudio el valor de  $t$ -testada fue igual a 0.1, lo cual implica que la duración del subciclo  $t^A$ , o bien del componente de no reforzamiento fue mucho mayor que la que tradicionalmente se ha utilizado en otros trabajos (e. g., Ribes y Torres, 1996).

Los hallazgos del presente estudio sugieren la posibilidad de que el valor de  $t$ -testada controle la frecuencia de respuesta y que sea la responsable del desarrollo de ciertas funciones de estímulo (ver Torres, Villamil y Calleros,



2009). La frecuencia de respuesta en  $t^A$  es una función directa del valor de  $t$ -testada, es decir, cuando el valor de  $t$ -testada tiende a aumentar se observan mayores frecuencias de respuesta y cuando tiende a disminuir se observa un efecto inverso, contribuyendo a la identificación de mayores frecuencias de respuesta en  $t^D$ . Esta posibilidad interpretativa se ve fortalecida por los hallazgos reportados en otras áreas de investigación en las que utilizando programas múltiples de reforzamiento se ha identificado que la duración de un componente de no reforzamiento (extinción) modifica la frecuencia de respuesta y con ello el desarrollo del control del estímulo (eg., De Rose, 1986; López y Bruner, 2009; Todorov, 1972; Wilton & Clements, 1971).

Por ejemplo, López y Bruner (2009) expusieron a dos grupos de ratas a un programa múltiple que difería por la duración del componente de extinción. Para un grupo de sujetos la duración del componente de extinción fue de 16 s, mientras que para el otro grupo la duración fue de 256 s. López y Bruner reportaron que las ratas expuestas a la mayor duración del componente de extinción mostraron grandes diferencias en las frecuencias de respuesta entre el componente de reforzamiento y el componente de extinción; mientras que en las ratas expuestas a la menor duración del componente de extinción no se observaron diferencias en las frecuencias de respuesta entre los componentes, e incluso se pudieron identificar frecuencias de respuesta más elevadas durante el componente de extinción que durante el componente de reforzamiento.

Por lo anterior, en el contexto de los hallazgos reportados empleando la metodología de los programas definidos temporalmente, la duración del subciclo  $t^A$  modifica las funciones que desarrollan los estímulos correlacionados a cada uno de los periodos del ciclo temporal. No obstante, se requieren exploraciones adicionales en las que se indague sobre la contribución

que tienen tanto el valor de  $t$ -testada como la contigüidad temporal entre las señales correlacionadas a  $t^A$  y  $t^D$  en el desarrollo de particulares funciones de estímulo.

## REFERENCIAS

- De Rose, J.C. (1986). Behavioral contrast in fixed-interval components: Effects of extinction-component duration. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 45, 175-188.
- Ferster, C. B., & Skinner, B.F. (1957) *Schedules of reinforcement*. New York: Appleton- Century- Cosfts.
- Flores, C., Mateos, R., Villanueva, S., & Ortiz, R. (2007). Control del estímulo en programas definidos temporalmente: el papel del mantenimiento o cancelación de las señales correlacionadas con reforzamiento y extinción. *Acta Comportamental*, 15, 21-33.
- Flores, C., Peralta, C., Mateos, R., & Villanueva, S. (2010, submitted). Temporal availability of reinforcement and stimulus control in temporally defined schedules. *European Journal of Behavior Analysis*.
- Hearst, E., Besley, S., & Farthing, G. W. (1970). Inhibition and the stimulus control of operant behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 14, 373-409.
- López, C., & Bruner, C. (2009). Efectos de tiempo relativo sobre una discriminación basada en el reforzamiento diferencial de la respuesta que produce el agua en una situación de beber inducido por el programa. *Revista Mexicana de Análisis de la conducta*, 35, 39-56.
- Mateos, R., & Flores, C. (2009). Efectos del intervalo entre ciclos y control del estímulo en programas definidos temporalmente. *Revista Mexicana de Análisis de la conducta*, 35, Monográfico, 101-116.
- Pear, J.J. (2001). *The science of learning*. USA: Psychology Press.
- Ribes, E., Mayoral, A., Torres, C., & Ibáñez, F. J. (2000). Effects of auditory stimuli correlated with different probabilities of water delivery in a limited-hold temporal schedule. *Behavioural Processes*, 52, 49-59.
- Ribes, E., & Torres, C. (1996). Efectos de la variación en la probabilidad de reforzamiento correlacionada con dos estímulos neutros en un programa definido temporalmente. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 22, 41-78.
- Ribes, E., Torres, C., & Mayoral, A. (2000a). Señalización no diferencial de distintas probabilidades de entrega de agua en dos subciclos de un programa definido temporalmente. *Acta Comportamental*, 8, 5-21.
- Ribes, E., Torres, C., & Mayoral, A. (2000b). Efectos de la ausencia y presencia de estímulos correlacionados con distintas probabilidades de reforzamiento y con extinción en programas definidos temporalmente. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 26, 327-354.
- Ribes, E., Torres, C., & Mayoral, A. (2002). Extended exposure to a discriminated, limited-hold temporal schedule does not produce stimulus control. *Behavioural Processes*, 59, 131-146.
- Ribes, E., Zepeda, I., Arenas, S., & Mayoral, A. (2007). Efec-

- to de la densidad local de entrega de agua en la frecuencia total de respuesta en un programa temporal señalado. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 33, 139-166.
- Rilling, M. (1977). Stimulus control and inhibitory processes. En W.K. Honig & J.E.R. Staddon (Eds.) *Handbook of operant behavior* (pp.432-480). New Jersey: Prentice Hall.
- Schoenfeld, W.N. & Cole, B.K. (1972). *Stimulus schedules: the T-t system*. New York: Harper.
- Schoenfeld, W. N., Cumming, W. W., & Hearst, E. (1956). On the classification of reinforcement schedules. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 42, 563-570.
- Terrace, H.S. (1966). Stimulus control. En W.K. Honig (Ed.) *Operant behavior: Areas of research and application* (271-344). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Todorov, J.C. (1972). Component duration and relative response rates in multiple schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 17, 45-49.
- Torres, C., Mayoral, A., & Ribes, E. (2008). Análisis de la variación en la disponibilidad en la entrega de agua bajo distintas condiciones de señalización de los subciclos en un programa temporal. *Universitas Psychologica*, 7, 535-547.
- Torres, C., Villamil, W., & Calleros, K. (2009). Efectos de la disminución de la probabilidad y la disponibilidad de reforzamiento en programas temporales de distinta duración. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 35, Monográfico, 87-100.
- Wilton, R., N., & Clements, R.O. (1971). Behavioral contrast as a function of the duration of an immediately preceding period of extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 16, 425-428.

Recibido el 25 de enero de 2011

Revisión final 1 de febrero de 2011

Aceptado el 16 de febrero de 2011