

Control del estímulo en programas definidos temporalmente: El papel del mantenimiento o cancelación de las señales correlacionadas con reforzamiento y extinción^(*)

(Stimulus control in temporally defined schedules: the role of cancellation or maintenance of signals correlated with reinforcement and extinction)

Carlos Flores⁽¹⁾, Rebeca Mateos, Sergio Villanueva y René Ortiz⁽²⁾

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

De acuerdo con Skinner (1938), un estímulo discriminativo es aquel que establece la ocasión para que una respuesta sea reforzada, y con base en la operación de reforzamiento, es más probable que la respuesta ocurra en presencia de dicho estímulo que en presencia de otros ante los cuales la respuesta no es seguida por el reforzamiento. Skinner (1969) definió las contingencias de reforzamiento atendiendo a la interrelación que establecen entre sí, el estímulo, la respuesta y el reforzador. Con base en la relación de contingencia de tres términos (estímulo-respuesta-reforzador), la operante discriminada se constituyó, de manera general, en la unidad analítica para el estudio de la conducta, centrando la atención en la identificación de las variables de las cuales depende que se establezca el control del responder por parte del estímulo.

El control del estímulo hace referencia al grado en que una propiedad o característica del estímulo produce un cambio en una propiedad o característica de la respuesta (Rilling, 1977). El estudio del control del estímulo fue una área que generó gran

(*).Este trabajo fue posible gracias al financiamiento IN300604 de la DGAPA-UNAM.

(1) La correspondencia relacionada puede dirigirse al primer autor a: UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, División de Investigación y Posgrado, Av. de los Barrios No. 1 Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, 54090. cjflores@servidor.unam.mx

(2) Los autores agradecen los comentarios del Dr. Cristiano Valerio Dos Santos y del Dr. Felipe Cabrera a una versión preliminar del trabajo.

cantidad de investigación en las décadas de los 60s y 70s (e.g., Hearts, Besley & Farthing, 1970; Mackintosh, 1977; Mostofsky, 1965; Rilling, 1977; Terrace, 1966). Históricamente, el interés en este campo de investigación se basó principalmente en las formulaciones teóricas de los pioneros del aprendizaje animal como Hull, Lashley, Spence, Skinner, entre otros, quienes indagaron sobre las relaciones entre el control del estímulo y el aprendizaje, la atención selectiva, la inducción y el contraste conductual, entre otros.

En la literatura sobre condicionamiento operante, la correlación con el reforzamiento de una operante ha sido considerada como una condición necesaria y suficiente para el desarrollo del control del estímulo. Al respecto, Skinner señala que:

La fuerza adquirida por una operante mediante el reforzamiento no es independiente de los estímulos que afectan al organismo en el momento, y a dos operantes que tienen la misma forma de respuesta se les puede dar diferentes fuerzas mediante el reforzamiento diferencial (Skinner, 1938 p. 228).

Algunos estudios que han empleado programas de reforzamiento tipo Ferster y Skinner (1957) reportan que la tasa de respuesta es mayor en presencia del estímulo correlacionado con una mayor frecuencia de reforzamiento (Harrison, 1990; Rilling, 1977; Terrace, 1966).

A diferencia de los programas de reforzamiento tipo Ferster y Skinner, en los programas definidos temporalmente (Schoenfeld & Cole, 1972; Schoenfeld, Cumming & Hearst, 1956) existen dos segmentos temporales, uno en el cual está disponible el reforzador (Td) y otro en el cual no está programado el reforzador (TA). Ambos segmentos constituyen un ciclo temporal (T) y se refuerza la primera respuesta que ocurre en Td, de no ocurrir respuesta en dicho segmento temporal se pierde el reforzador programado.

En estudios previos empleando programas temporales correlacionados con estímulos diferenciales (Ribes, Mayoral, Torres & Ibáñez 2000; Ribes & Torres, 1996; Ribes & Torres, 1997; Ribes, Torres & Mayoral, 2000a; Ribes, Torres & Mayoral, 2000b; Ribes, Torres & Mayoral, 2002; Ribes, Torres & Piña, 1999) se ha reportado que no se desarrollan patrones específicos de respuesta ante el estímulo discriminativo (Ed) y el estímulo delta (ED) y que al contrario de lo esperado, en la mayoría de los estudios la frecuencia de respuesta es más alta en TD que en Td, cuando la entrega del reforzador es dependiente de la respuesta.

En términos generales, en la serie de estudios reportados por Ribes y cols., este hallazgo se ha explicado atendiendo a que los programas definidos temporalmente imponen una restricción en la que es posible que se pierdan reforzadores y esto no favorece en el desarrollo del control del estímulo.

Una característica de los procedimientos empleados en los diferentes estudios de Ribes y cols. es que durante las condiciones experimentales, particularmente aquellas en las que la probabilidad de reforzamiento en Td es de 1.0 y en TA es igual a 0.0, la señal correlacionada con el periodo Td se cancela a la emisión de la primera respuesta, mientras que la señal correlacionada a TA no se cancela por la respuesta. Es importante destacar este aspecto debido a que, únicamente es posible que ocurra una respuesta en presencia de la señal correlacionada con el reforzador, mientras que en el periodo TA puede ocurrir más de una respuesta en presencia de la señal correlacionada con dicho periodo.

Los resultados obtenidos en la serie de estudios reportados por Ribes y cols. no apoyaron la suposición de que se establecieran tasas de respuesta diferenciales ante los estímulos neutros de acuerdo a su correlación con la disponibilidad y no disponibilidad de reforzamiento, es decir, tasas de respuesta más elevadas en Td que en TD. Sin embargo, es plausible pensar que de no cancelarse la señal correlacionada con el periodo de disponibilidad del reforzador (Td) habría la posibilidad de que ocurriera por lo menos más de una respuesta en presencia de esa señal, la cual está correlacionada con el reforzador, y podría ser una condición que permitiera observar el control ejercido por las señales correlacionadas con los periodos de disponibilidad y no disponibilidad del reforzador; es por ello que el presente estudio se diseñó con el propósito de evaluar los efectos del mantenimiento y la cancelación de las señales correlacionadas con los periodos de disponibilidad y no disponibilidad del reforzador.

MÉTODO

Sujetos

Se emplearon nueve palomas experimentalmente ingenuas, de seis meses de edad al inicio del experimento, privadas de alimento y mantenidas al 80% de su peso y con acceso libre al agua en sus jaulas-habitación.

Aparatos

Se utilizaron dos cámaras experimentales *Coulbourn Instruments* (31 cm de largo, 30.5 cm de altura y 25.5 cm de ancho) para palomas. En la pared operativa de cada cámara se colocó una tecla translúcida de 2.5 cm de diámetro en la que se proyectaron luces de diferente color (rojo y verde). La tecla estuvo ubicada al centro del panel operativo y a 21 cm del piso. El dispensador de comida se colocó al centro del panel a 4 cm arriba del piso. En cada presentación del alimento se iluminó el dispensador con

una luz blanca de 5 w. Todos los eventos experimentales y recolección de datos fueron controlados mediante una computadora PC-486 conectada a una interfase *Med Associates*. Para eliminar los ruidos ajenos al experimento, cada cámara experimental se colocó dentro de una caja sonoamortiguada y se ubicaron en un cuarto adyacente al cubículo de trabajo

Procedimiento

En todos los sujetos se moldeó la respuesta de picar a la tecla mediante un procedimiento de automoldeamiento (Brown & Jenkins, 1968). Se iluminó la tecla central con color blanco durante 8 s, inmediatamente después se activó el dispensador de alimento durante 4 s e inició un intervalo entre ensayos con una duración de 60 s. El moldeamiento de la respuesta concluyó una vez que los sujetos emitieron por lo menos una respuesta en el 50% de ensayos programados en una sesión; en cada sesión se programaron 60 ensayos.

Concluido el establecimiento de la respuesta se empleó un programa definido temporalmente, consistente en un ciclo T 60 s dividido en dos subciclos Td y TΔ con una duración de 30 s cada uno, los subciclos siempre se presentaron en el mismo orden iniciando con Td. El periodo Td siempre fue iluminado con luz verde mientras que TΔ se iluminó con luz roja. Para tres palomas (Sujetos 1, 2 y 3) tanto la primera respuesta en Td como en TΔ apagaban la señal correlacionada a dichos periodos, el reforzador se presentó a la primera respuesta que ocurrió en Td (Sin luz-Td-TΔ). Para otras tres palomas (Sujetos 4, 5 y 6) la primera respuesta en Td procuraba el reforzador de manera inmediata pero no apagaba la señal, al término de Td iniciaba el subciclo TΔ señalado por un cambio en la iluminación (luz roja), la primera respuesta durante TΔ apagaba la señal roja hasta el inicio del siguiente ciclo T (Sin luz-TΔ). Para las tres palomas restantes (Sujetos 7, 8 y 9) la primera respuesta que ocurría en Td procuraba el reforzador de manera inmediata (la entrega del grano durante 3 s) y apagaba la señal (luz verde) hasta el inicio del subciclo TΔ señalando este periodo con el cambio de iluminación (luz roja), las respuestas durante TΔ no apagaron la señal (Sin luz-Td). Los sujetos estuvieron expuestos a dichas condiciones durante 20 sesiones, cada sesión estuvo conformada por 60 ciclos T.

RESULTADOS

Uno de los puntos reportados en los diferentes estudios de Ribes y cols. es que dadas las características de los programas temporales, los sujetos pueden perder reforzadores si no ocurre por lo menos una respuesta durante el periodo de disponibilidad de

reforzamiento. El hecho de no perder reforzadores es una condición para el mantenimiento de la respuesta; de no ocurrir respuesta en Td es esperable que las tasas se mantengan bajas durante todo el ciclo y con ello que se vea "obscurcido" el establecimiento de diferentes tasas de respuesta ante el estímulo correlacionado con reforzamiento (Ed) y con extinción (EA).

En la Figura 1 se presenta el porcentaje de reforzadores obtenidos por cada sujeto de cada grupo a lo largo de las sesiones experimentales. En esta figura se puede destacar que con excepción de algunos sujetos (Sujetos 1, 2, 5, 7 y 9) en ocasionales sesiones se presentó una pérdida de reforzadores mayor al 60%; prácticamente todos los sujetos obtuvieron la mayor parte de los reforzadores programados en las diferentes sesiones independientemente del mantenimiento o cancelación de las señales correlacionadas a los periodos de reforzamiento o extinción. Los promedio de reforzadores obtenidos de los tres sujetos en cada condición fueron: 94.04% para la condición en la que se canceló la señal tanto en Td como en TΔ, 91.78% para los sujetos en la condición en la que se canceló la señal en TΔ y 93.26% para los sujetos en la condición en la que únicamente se canceló la señal en Td.

En la Figura 2 se presenta la distribución temporal de las respuestas de cada sujeto, tasas de respuesta por subintervalos de tres segundos en el periodo Td y TΔ, promedio de todas las sesiones. En esta figura se destaca que para los sujetos en la condición Sin luz en Td-TΔ (Sujetos 1, 2 y 3) las tasas de respuesta tanto en Td como en TΔ tienden a decrementar con el transcurso de cada ciclo temporal, la mayor tasa de respuesta se observa en los primeros subintervalos de cada ciclo y que la tasa de respuesta es más elevada durante el subintervalo correspondiente al periodo de reforzamiento (Td). Un efecto similar se puede observar para los sujetos en los que se canceló la señal durante el periodo TΔ (Sujetos 4, 5 y 6), las tasas de respuesta por subintervalo fueron mayores durante los periodos de reforzamiento (Td) que en los periodos de extinción (TΔ). Un aspecto que cabe destacar es que para los sujetos 4, 5 y 6 se observa que la tasa de respuesta en los subintervalos del subciclo Td tienden a incrementar conforme se aproxima la ocurrencia de la presentación de la señal en el subciclo TΔ. En estos mismos sujetos se observa que las tasas de respuesta se mantienen prácticamente en niveles cercanos a cero en la mayoría de los últimos subciclos del periodo TΔ. A diferencia de los sujetos en las condiciones anteriores, para los sujetos 7, 8 y 9, en los que se canceló la señal correlacionada con el periodo Td, se observa que las tasas de respuesta fueron consistentemente más elevadas durante el periodo TΔ, con excepción del primer subintervalo del periodo Td en el que las tasas de respuestas fueron más elevadas que durante el primer subintervalo correspondiente al periodo TΔ.

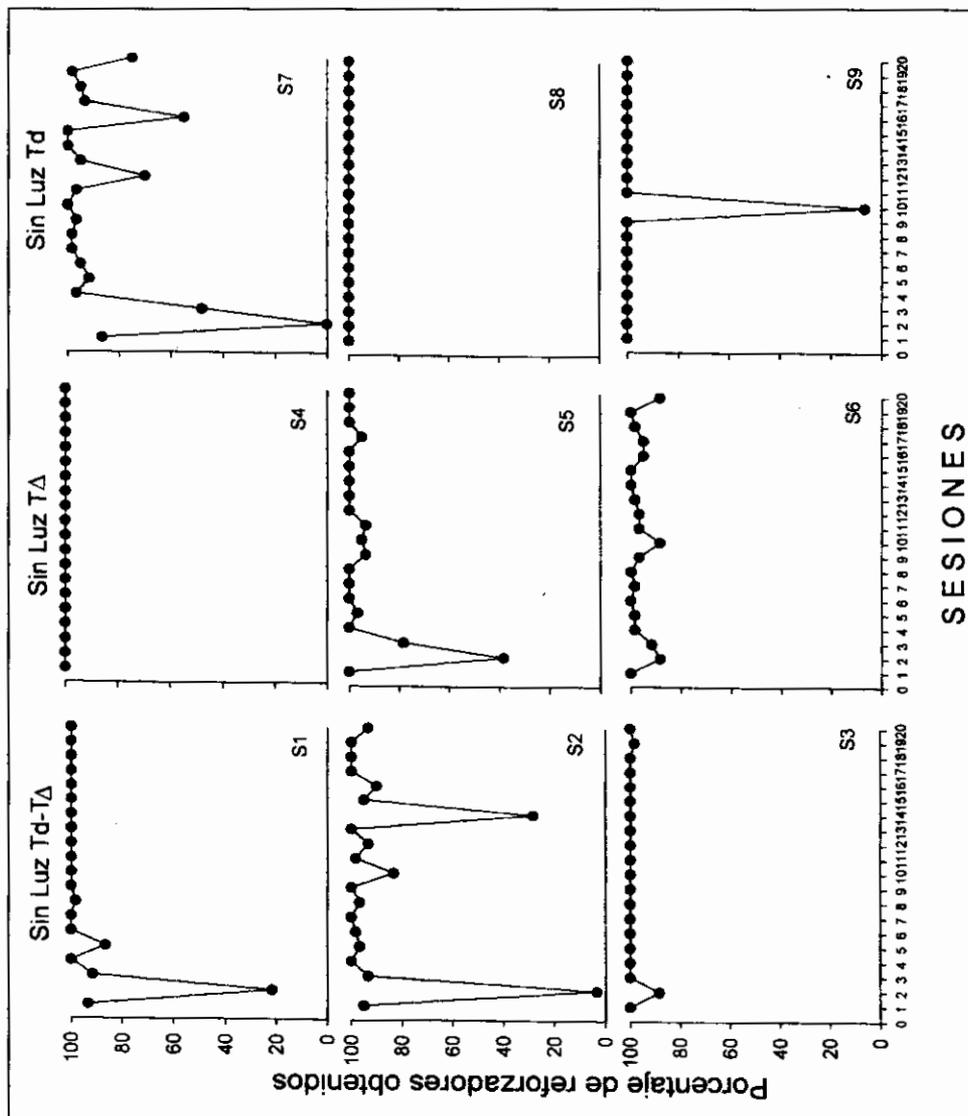


Figura 1. Porcentaje de reforzadores obtenidos por sesión de cada sujeto en cada condición.

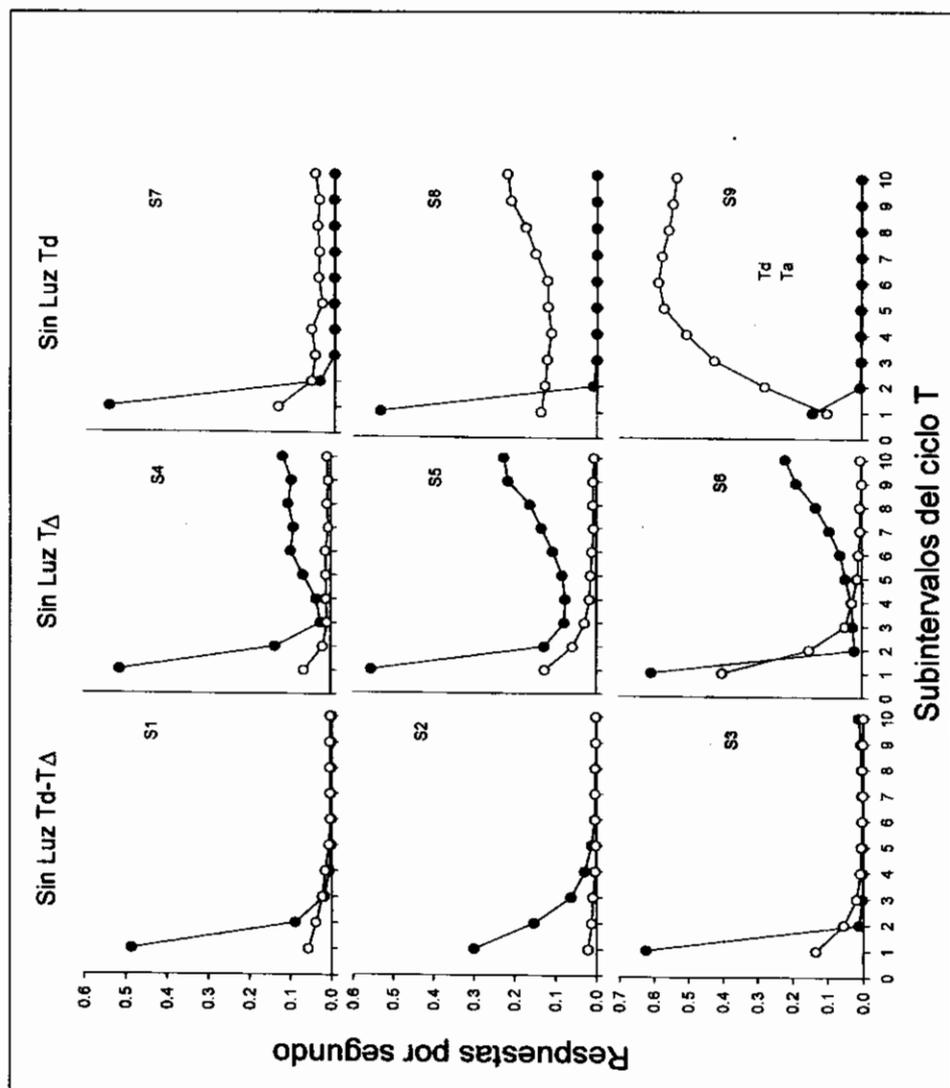


Figura 2. Tasa de respuesta por subintervalo de cada sujeto durante los subciclos, los círculos en negro (%) corresponden a Td, mientras que los círculos en blanco corresponden a TΔ (%), promedio de las 20 sesiones.

Para mostrar el grado de control discriminativo, en la Figura 3 se presenta el índice de discriminación como tasas relativas ($T_d / T_d + T_\Delta$), promedio de los tres sujetos en cada condición experimental. En esta figura se puede observar que los índices de discriminación son considerablemente más altos para los sujetos en las condiciones en las que la señal se apagó tanto durante T_d como durante T_Δ y para los sujetos en los que la señal únicamente se apagó durante el periodo T_Δ . En la condición en la que se apagó la señal durante el periodo T_d se encontró que el índice de discriminación fue extremadamente bajo. Los índices de discriminación promedio de los tres sujetos en cada condición fueron de 0.86 en la condición Sin luz en $T_d - T_\Delta$, 0.81 en la condición Sin luz en T_Δ , mientras que en la condición Sin luz en T_d el índice de discriminación fue de 0.07.

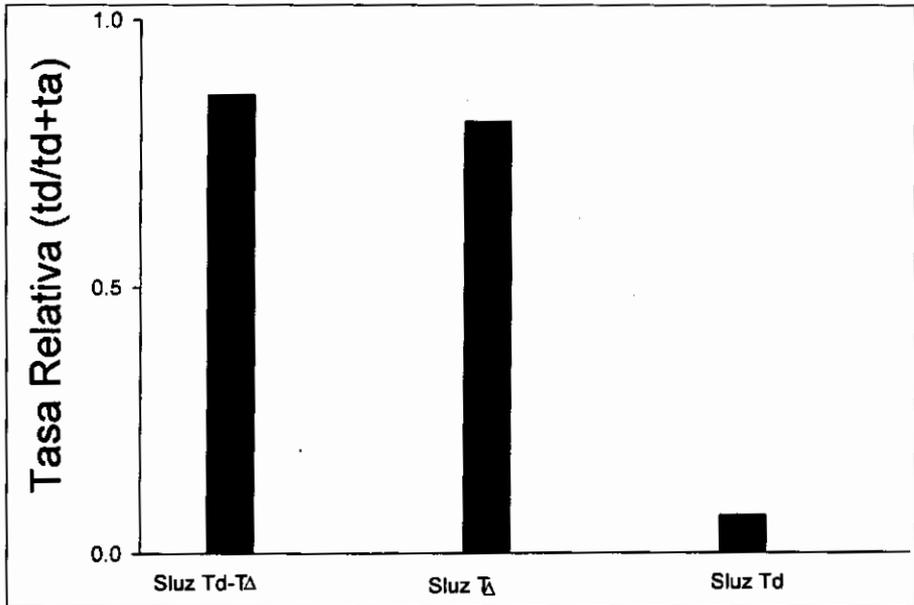


Figura 3. Tasa relativa de respuesta ($T_d / T_d + T_\Delta$) promedio de los tres sujetos en cada condición.

DISCUSIÓN

El propósito del presente estudio fue determinar la contribución del mantenimiento o cancelación de las señales correlacionadas con los periodos de reforzamiento o extinción en programas definidos temporalmente sobre el control de la tasa de respuesta.

Aún cuando los programas definidos temporalmente a diferencia de los programas simples de reforzamiento tipo Ferster y Skinner (1957) imponen una restricción temporal para la entrega del reforzador, en el presente estudio se encontró que la pérdida de reforzadores fue muy baja, a diferencia de los estudios reportados por Ribes y cols. (p. ej. Ribes & Torres, 1996; Ribes, Torres & Mayoral, 2000; Ribes, Torres & Piña, 1999) en los que sus sujetos muestran una buena cantidad de reforzadores perdidos por sesión. La única diferencia entre el presente estudio y los reportados por Ribes y cols. es el tipo de sujetos empleados, en sus estudios se han empleado ratas, mientras que en el presente estudio se emplearon palomas. Esta diferencia pudiera ser importante si se considera que los estímulos empleados fueron de naturaleza visual (luces de color rojo y color verde) y que las palomas son más sensibles a estímulos visuales y que las ratas son más sensibles a estímulos auditivos. Sin embargo en el estudio reportado por Ribes, Mayoral, Torres e Ibañez (2000) se emplearon estímulos auditivos correlacionados con los subciclos Td y TΔ, y a pesar de ello, tampoco encontraron evidencia de patrones diferenciados de respuesta ante cada estímulo ni tasas de respuesta más elevadas durante el estímulo correlacionado con Td.

Los hallazgos relativos a las tasas de respuesta en Td y TΔ del grupo en el cual se cancelaba la luz en el subciclo Td (Sujetos 7, 8 y 9) son totalmente consistentes con lo reportado en la serie de estudios de Ribes y cols. en los que se han reportado tasas de respuesta más altas en TΔ que en Td, en particular durante las fases en las que el reforzador es dependiente de la respuesta y la primera respuesta que ocurre en Td apaga la señal correlacionada a dicho subciclo. En contraste con este resultado, en los sujetos de las otras dos condiciones (Grupo Sin luz Td-TΔ y Grupo Sin luz TΔ) se encontraron tasas de respuesta más elevadas en Td. Este efecto puede ser interpretado como el resultado de la cancelación de la señal en el subciclo TΔ, y esta plausible interpretación se ve fortalecida al destacar que la diferencia entre las tasas de respuesta en Td y TΔ es mayor en la condición en la únicamente se canceló la señal en TΔ. Al parecer las mayores o menores tasas de respuesta en uno u otro subciclo fueron controladas por el mantenimiento o cancelación de las señales correlacionadas a Td y TΔ.

Por sus características de restricción temporal del reforzador, los programas definidos temporalmente normalmente generan tasas de respuesta más bajas que los programas tipo Ferster y Skinner (p. ej. múltiples); es por ello que las tasas de respuesta reportadas en el presente estudio sean bajas y que la ejecución de los sujetos pueda ser descrita en términos de la *efectividad* de la respuesta para ocurrir durante la «ventana» temporal en la que está programado el reforzador.

De manera general, las distribuciones temporales de respuesta de los sujetos en las tres condiciones (ver Figura 2) resultaron en tasas más elevadas durante los primeros dos subintervalos de cada subciclo, sin embargo hay algunos aspectos que merecen

atención. En el caso de los sujetos expuestos a la condición Sin luz Td-TΔ se encontró que las tasas de respuesta en los subintervalos tienden a decrementar conforme transcurre el tiempo de cada subciclo; mientras que en los sujetos en los que se canceló la señal en TΔ, pero se mantuvo durante el periodo Td, se encontró que las distribuciones de respuesta siguen un curso parecido a un patrón de festón, tendiendo a incrementar gradualmente conforme transcurre el tiempo del subciclo Td, y que las tasas de respuesta durante los subintervalos correspondientes a TΔ se mantienen prácticamente en cero con excepción de los subintervalos iniciales. Estas distribuciones de respuesta en cada subintervalo en ambas condiciones sugiere que el mantenimiento o cancelación de las señales fue la condición responsable de generar diferentes tasas de respuesta en los periodos de reforzamiento y extinción, más aún si se comparan estos resultados con los obtenidos en los sujetos de la condición en la que se canceló la señal en el subciclo Td y no se canceló durante TΔ en donde se observaron tasas de respuesta mas elevadas.

En su conjunto, los resultados del presente estudio destacan la importancia de hacer coextensiva la señal a la duración del periodo Td, o bien de cancelar la señal a la primera respuesta que ocurra en cada subciclo para observar una mayor tasa de respuesta durante el periodo de reforzamiento. Sin embargo resulta necesario explorar de manera sistemática las diversas manipulaciones realizadas en la serie de estudios reportados por Ribes y cols. (p. ej., variaciones en la probabilidad de reforzamiento, duraciones absolutas y relativas de los subciclos, entre otras) para poder valorar de mejor manera el desarrollo del control del estímulo sobre la tasa de respuesta en programas definidos temporalmente.

REFERENCIAS

- Brown, P. L. & Jenkins, H. M. (1968). Auto shaping of the pigeon's key-peck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 1-8.
- Ferster, C. B. & Skinner, B. F. (1957) Schedules of reinforcement. New York: Appleton- Century-Cosfts.
- Harrison, J. M. (1990). Simultaneous auditory discrimination. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 54, 45-51.
- 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.
- Mackintosh, N.J. (1977). Stimulus control: Attentional factors. En W.K. Honig & J.E.R. Staddon (Eds.) *Handbook of operant behavior*. New Jersey: Prentice Hall.
- Mostofsky, D. (1965). *Stimulus generalization*. Stanford California: Stanford University Press.
- 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. (1997). Stimulus and functions: Lack of discrimination or excess of generalization?. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 23, 249-274.
- Ribes, E., Torres, C. & Piña, J. (1999). Comparación de los efectos de la presencia y ausencia de estímulos diferenciales en dos programas temporales con probabilidades variantes igualadas. *Acta Comportamentalia*, 7, 5-29.
- 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 Comportamentalia*, 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., 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. & Mayoral, A. (2002). Extended exposure to a discriminated, limited-hold temporal schedule does not produce stimulus control. *Behavioural Processes*, 59, 131-146.
- Rilling, M. (1977). Stimulus control and inhibitory processes. En W.K. Honig & J.E.R. Staddon (Eds.) *Handbook of operant behavior*. 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.
- Skinner, B.F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton Century Croft.
- Skinner, B.F. (1969). *Contingencies of Reinforcement: A Theoretical Analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Terrace, H.S. (1966). Stimulus control. En W.K. Honig (Ed.) *Operant behavior: Areas of research and application*. New York: Appleton Century Crofts.

RESUMEN

El presente estudio evaluó el control que ejerce el mantenimiento o cancelación de estímulos correlacionados con periodos de reforzamiento y de extinción sobre la tasa y distribución temporal del responder en programas definidos temporalmente. Se expuso a nueve palomas a un ciclo T de reforzamiento (60 s) donde cada subciclo (Td y TΔ) duró 30 s. El estímulo correlacionado con Td fue una luz verde y el correlacionado con TΔ una luz roja. Para tres palomas el estímulo de cada subciclo se canceló con la emisión de la primera respuesta (Sin luz Td-TΔ), para otras tres palomas se canceló el estímulo correlacionado con Td, mientras que el correlacionado con TΔ permaneció encendido durante todo el subciclo (Sin luz Td); para las tres palomas restantes el estímulo correlacionado con Td permaneció encendido y se canceló el estímulo correlacionado con TΔ (Sin luz TΔ). Los resultados mostraron que el control del responder es ejercido por el mantenimiento de los estímulos independientemente de su correlación con un periodo de reforzamiento o extinción. Los resultados se discuten en términos de la presencia vs. ausencia de la señal mas que como una función de la contingencia estímulo-respuesta-reforzador.

Descriptorios: Programas temporales, duración del estímulo, control del estímulo, palomas.

ABSTRACT

The present study evaluated the role of maintenance/cancellation of stimuli correlated with reinforcement and extinction periods on the response rate and distribution of responding in temporal defined schedules. Nine pigeons were exposed to a "T" schedule of reinforcement (60s). For three pigeons the stimulus correlated with each period Td and TΔ was canceled with the first response (No light Td-TΔ), for other three pigeons the stimulus correlated with extinction was canceled with the first response (No light TΔ), and for the other three pigeons the stimulus correlated with reinforcement period was canceled with the first response (No light Td). The results showed that the control of responding is exerted by the signal, independently of its correlation with reinforcement or extinction periods. These results are discussed in terms of the presence vs. absence of the stimulus more than of the stimulus-response-reinforcer contingency.

Key words: Temporally defined schedules, stimulus duration, stimulus control, pigeons.