

Efectos de la duración de un reloj externo sobre un programa de intervalo fijo¹

Effects of the external clock duration on a fixed-interval schedule

Francisco Cabrer

Departamento de Análisis Experimental de la Conducta
Facultad de Psicología
U.N.A.M.

RESUMEN

Cuatro palomas y cuatro ratas fueron expuestas a un programa de intervalo fijo de 60 segundos, al que se añadió en cada una de las cuatro diferentes partes de la misma sesión experimental una de las cuatro duraciones de un reloj externo. Para las palomas el estímulo del reloj externo fue un color en la tecla de respuesta y para las ratas fue un tono. Los resultados indican que la operación experimental afectó las medidas de conducta de las palomas, pero no las de las ratas. En la condición control se replicaron los hallazgos de Lowe y Harzem (1977) en cuanto a las diferencias entre estas especies en programas de intervalo fijo. Los resultados encontrados se explican a través de la interacción entre control temporal y control situacional, así como de la propensión diferencial de las operantes estudiadas a esos tipos de control.

DESCRIPTORES: Intervalo fijo, reloj externo, diferencias entre especies, control temporal, control situacional, palomas, ratas.

ABSTRACT

Four pigeons and four rats were exposed to a Fixed-interval 60-sec reinforcement schedule, and each of four different durations of an external clock were added to each of four different parts of a session. For the birds the stimulus clock was a color in the pecking key and for the rats it was a tone. Results showed that this procedure affected solely the birds' behavior. Control condition replicated Lowe and Harzem's (1977) finding of interspecies differences of responding under fixed-interval schedules. The present results are explained appealing to interactions between temporal and situational control, and to differential sensitivity of operants to these types of control.

DESCRIPTORS: Fixed-interval, Between species differences, Temporal control, Situational control, pigeons, rats.

¹ El autor agradece a Irma Zaldívar Martínez la elaboración de las figuras de este artículo.

Los relojes externos son estímulos añadidos a los programas temporales que ocupan una parte del intervalo y guardan una relación temporal consistente con los reforzadores, sin afectar su distribución en el tiempo. Richelle y Lejeune (1980) los han clasificado como: Continuos, cuando cambian de manera sistemática a través del tiempo, Discontinuos, cuando cambian por pasos en una sucesión ordenada de diferentes estímulos, cuando cambian en pasos discretos a intervalos regulares a través de la misma dimensión de estimulación o cuando repiten un estímulo intercalado con intervalos vacíos de duración definida; Fijos o con Movimiento; Localizados o Difusos; finalmente, pueden distinguirse por la modalidad sensorial a la que afectan.

Ferster y Skinner (1957) hicieron la primera demostración del control que ejercen los relojes externos sobre la conducta. Presentaron invertido el estímulo de intensidad creciente que había acompañado a un programa de intervalo fijo. En su ejemplo, el estado momentáneo del estímulo asociado con el final del intervalo se introdujo al inicio del mismo y el asociado con el principio se presentó al final. El resultado que obtuvieron fue un festón invertido en el cual las tasas bajas se recorrieron al final del intervalo y las tasas altas aparecieron al principio, inmediatamente después del reforzador.

La comparación de los programas temporales con reloj externo con los que no lo tienen puede resumirse de la siguiente manera: el estímulo del reloj (o el estado del mismo) asociado con el inicio del intervalo genera tasas de respuestas más bajas que las que se producen sin su presencia y el estímulo (o el estado del mismo) del final controla tasas tan o más altas que las de la parte que le correspondería en un programa sin estímulos añadidos (Auge, 1977; Farmer y Schoenfeld, 1966a; Ghezzy y Cheney, 1983). El reloj externo produce en los programas de tiempo fijo cambios en la distribución de conductas similares a los que genera en los programas contingentes (Farmer y Schoenfeld, 1966b; Killeen, 1975; Palya, 1985). Con base en esta evidencia es posible afirmar que a medida que un reloj externo asociado con el final del intervalo fijo sea de menor duración, decrecerá el total de respuestas por intervalo, porque estas últimas se restringen a la presencia del estímulo.

Segal (1962) y Kendall (1972) demostraron que los relojes externos reducen la frecuencia relativa de picotazos al inicio del intervalo y la aumentan al final. Segal (1962) estudió cómo un reloj discontinuo de cuatro estímulos sucesivos afectó a programas de intervalo fijo de 12, 60 y 300 segundos de duración. Encontró que la presencia de los tres primeros estímulos redujo el porcentaje de respuestas que las palomas mostraron en las condiciones de comparación, en las que no hubo cambios de estímulos durante el intervalo. El estímulo final incrementó el porcentaje por encima del nivel obtenido en la condición control. Kendall (1972) trabajó con un procedimiento diferente en el que cada picotazo producía un estímulo breve en el disco, de color diferente para cada uno de los seis subintervalos de un programa de intervalo fijo de dos minutos y encontró que el porcentaje de respuestas por estímulo disminuía al principio del intervalo e incrementaba al final, esto en comparación con la condición en que todas las respuestas producían el mismo estímulo breve.

Hay muy pocos estudios que tomen en cuenta los efectos del reloj externo sobre la pausa post reforzamiento. Auge (1977) y Kendall (1972) demostraron que añadir el reloj aumentaba el valor de esa medida de conducta. Desafortunadamente ninguno de ellos describe los efectos al detalle. Segal, en el estudio ya mencionado, encontró que durante el último de los estímulos que utilizó para acompañar a sus programas de intervalo fijo, se producía una aceleración en la tasa de respuesta, lo que hace suponer que otras variables adicionales al reloj externo asumen el control de al menos parte de la conducta. Caplan, Karpicke y Rilling (1973), estudiaron a dos grupos de palomas a las que dieron 6 y 60 sesiones de entrenamiento respectivamente en un programa de intervalo fijo de 90 segundos en el que el reloj externo visual incrementaba en intensidad de la luz de la tecla en seis pasos sucesivos de 15 segundos. Cuando en la sesión de prueba se invirtió el orden de presentación de los pasos sucesivos del reloj externo, en ambos grupos se encontraron festones invertidos. Pero el grupo de entrenamiento prolongado mostró un incremento en las respuestas al final del intervalo, a pesar del orden alterado de los estímulos añadidos. Con esto cae por tierra la noción de que los relojes externos sustituyen a los procesos de regulación temporal y fortalecen la idea de que son auxiliares a los mismos, ya que facilitan la función sincronizadora del reforzador y de sus estímulos asociados.

Resumiendo, los estímulos elegidos apropiadamente y relacionados de una manera sistemática con el intervalo entre reforzadores alteran la conducta en los programas temporales y afectan la tarca de estimar el tiempo, implícita en la distribución de respuestas. Es por esta relación que el estudio de los relojes externos puede producir información sobre la regulación y los procesos de estimación en los programas temporales.

Todos los estudios mencionados hasta este punto han utilizado palomas como sujetos experimentales. Por ese hecho resulta interesante reseñar los resultados del trabajo de Lowe y Harzem (1977) que demuestran que hay diferencias importantes entre la conducta de las ratas y los pichones en los programas temporales. Sus hallazgos fueron los siguientes: 1) Los roedores, a diferencia de las aves, no responden ante los programas de tiempo fijo. 2) Para las ratas, la tasa de carrera es una función creciente de la pausa post reforzamiento, pero para los pichones esa relación no es evidente. Aparentemente, la tasa de respuesta de esos mamíferos es sensible al tiempo desde el reforzamiento, para la de las palomas no lo es, al menos en el mismo grado (véase Staddon y Frank, 1975). Por eso, queda en duda si es posible hablar de la ejecución de esos roedores en intervalo fijo como la conjunción de dos estados independientes, ya que su tasa carrera es sensible a la pausa previa. 3) Las curvas normales truncadas, ajustadas a los segmentos sucesivos del intervalo por medio del procedimiento de Killen (1975), muestran que el pico de la curva de las palomas ocurrió más temprano que el de los roedores, por lo que guarda una relación diferente con el parámetro del intervalo fijo y hace surgir una duda acerca de si esa transformación de los datos es una indicación del juicio psicofísico del intervalo, así como sobre si representa la capacidad de los animales para estimar la duración del mismo.

En vista de que no hay un experimento que analice en detalle el efecto del reloj externo sobre la pausa postreforzamiento en programas de intervalo fijo, que estudie cómo a su vez su duración determina el monto de conducta operante subsecuente y que documente si hay diferencias en esos aspectos entre ratas y palomas, parece conveniente llevar a cabo una investigación sobre este asunto en ambas especies.

MÉTODO

Sujetos

Cuatro palomas, tres machos y una hembra, de edad y origen desconocidos, adquiridos de un distribuidor comercial y experimentalmente ingenuas al inicio del experimento. Se les mantuvo dentro de un rango de 15 gramos del 80% de su peso *ad libitum*. Su comida en la caja habitación fue alimento balanceado marca Pichoncina de Purina y en la cámara experimental recibieron maíz quebrado. La hembra ocupó el último turno en la cámara experimental para disminuir posibles efectos de su presencia sobre la conducta de los machos.

Cuatro ratas, machos, experimentalmente ingenuas y de siete meses de edad al inicio del experimento. Tres eran blancas, de cepa Wistar y pertenecían a la misma camada. La cuarta era encapuchada, de cepa Long Evans. Las tres primeras procedían del bioterio de la Facultad de Psicología de la UNAM y la última del bioterio del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la misma institución. Su régimen de privación permitía 30 minutos de acceso al agua inmediatamente después de cada sesión experimental. Su comida fue alimento balanceado de marca Industrias Roma y estuvo disponible permanentemente en la caja habitación.

Aparatos

Para los pichones se empleó una cámara experimental BRS/LVE modelo 132-02, con un panel de inteligencia modelo 141-16. Las medidas interiores de la caja eran 35.2 cm de alto, 30.7 de ancho y 34.5 de fondo. Las paredes de la caja eran de lámina de aluminio pintadas con esmalte blanco. La pared del frente hacia las funciones de puerta y tenía además una ventana de vidrio polarizado de 21.5 cm de alto por 19 de ancho. El suelo era de tela de alambre. La pared derecha era el panel de inteligencia, de aluminio anodizado, en el que se encontraban colocados las teclas, el comedero, la bocina y la luz general. La tecla que se utilizó como operando en este estudio, estaba colocada en la línea media del panel a 9.7 cm del techo de la caja y podía ser iluminada por detrás con diferentes colores. El tiempo que permaneció iluminado uno de esos colores fue la variable independiente en esta investigación. El

comedero estaba colocado detrás de una abertura cuadrada de 5.6 cm por lado, cuyo centro se encontraba en la línea media del panel, a 12.2 cm del piso. A la izquierda del comedero y a su misma altura estaba la bocina emisora del ruido enmascarador. A la altura de la tecla, y equidistantes 8.3 cm de la misma, habían otras dos teclas que permanecieron apagadas durante todo el experimento. La luz general estaba localizada en línea media del panel, a 3.2 cm del techo de la caja. Integrado a la cámara había un extractor de aire que, adicionalmente a la extracción, contribuía con el ruido de su funcionamiento a ocultar los ruidos externos. La fuerza requerida para accionar la tecla fue de 15 g y el reforzador consistió de 4 segundos de acceso al grano, acompañados de la iluminación del comedero y del apagado de la tecla y de la luz general.

Para las ratas se utilizó una caja experimental BRS Foringer modelo 143-28, cuyas medidas internas eran 24 cm de alto, 30.5 de ancho y 24 de fondo. El piso lo constituían 14 barras cilíndricas de aluminio de 6 mm de diámetro, con una separación de 1.5 cm entre cada una de ellas. El techo y las paredes frontal y trasera eran de plexiglas. La pared frontal también era la puerta de la caja. Las paredes laterales eran de acero inoxidable. La que estaba colocada a la izquierda sostenía en su parte superior dos focos para la iluminación general, equidistantes 1.5 cm del techo y ocultos por una mica translúcida. En la pared colocada a la derecha estaban la palanca, el comedero y las luces. El bebedero se ubicaba en la línea media de esa pared y a una distancia de 3 cm del suelo; era una pieza hueca de acero inoxidable que sobresalía 2.5 cm de la pared. La palanca era una pieza del mismo material, de 3.7 cm de ancho, 1.2 cm de espesor y sobresalía 2.5 cm de la pared; su centro estaba a 7.8 cm del piso, a la derecha del bebedero y su punto medio distaba 7.2 cm de la línea media de la pared. A la izquierda del bebedero y a la misma distancia se encontraba tapiada la abertura para otra palanca. A 4 cm arriba de la altura de las palancas estaban tres luces, protegidas por chupones de vidrio, que sobresalían 1.2 cm de la pared y correspondían al centro de la palanca, del bebedero y del agujero tapiado para otra palanca. La caja estaba colocada dentro de una cámara atenuadora cuyo extractor de aire enmascaraba los ruidos externos. La operación de microswitch del operando requirió de una fuerza mínima de 20 g. El reforzador consistió de 0.2 centímetros cúbicos de agua, que eran acompañados del encendido durante tres segundos del foco colocado encima del bebedero y del apagado de las luces generales y del foco colocado encima de la palanca. Este conjunto de cambios indicaba que el líquido estaba disponible. En la parte interna de la cámara atenuadora se encontraba instalada una bocina que producía un tono de 900 ciclos por segundo, cuya duración fue manipulada como variable independiente en el estudio.

Para el control de las sesiones experimentales y el registro de los datos se empleó equipo de estado sólido marca BRS-LVE y para el tratamiento de los resultados se utilizó una microcomputadora Hewlett Packard modelo 9825A.

Procedimiento

Cada sesión experimental constó de 64 intervalos fijos de 60 segundos (IF 60'') y estuvo dividida en cuatro bloques iguales. Antes del inicio de cada bloque todas las luces de la cámara permanecían apagadas por 30 segundos, durante ese tiempo sólo funcionaba el ruido enmascarador y ningún otro de los estímulos experimentales. La función del apagón fue separar a los bloques. Durante los 16 intervalos fijos de 60 segundos que componían cada bloque se aplicó uno de los cuatro diferentes valores de la variable independiente. La estrategia experimental de introducir los diferentes valores de la variable independiente dentro de una misma sesión, tiene antecedentes en los trabajos de Lachter, Cole y Schoenfeld (1971) e Innis (1981). Las tres fases experimentales de este estudio se diferenciaron entre sí, tanto por el valor de la variable independiente en cada bloque, como por el orden en que los valores se presentaron dentro de la sesión.

En el caso de las palomas, la manipulación experimental del reloj externo fue el tiempo que permanecían en la tecla de respuesta los colores blanco y verde. Para las ratas, fueron los cambios en la duración de la presencia y ausencia del tono empleado en el estudio. El reloj externo para las palomas fue discontinuo, sin movimiento, localizado en la tecla y dirigido al aparato visual. Para las ratas fue discontinuo, sin movimiento, difuso y estuvo dirigido al aparato auditivo.

TABLA 1

Duración en segundos del reloj externo en las diferentes fases y bloques experimentales.

	BLOQUE 1 16 intervalos	BLOQUE 2 16 intervalos	BLOQUE 3 16 intervalos	BLOQUE 4 16 intervalos
FASE 1 70 sesiones	60	10	40	20
FASE 2 20 sesiones	60	60	60	60
FASE 3 20 sesiones	20	40	10	60

Estos valores indican el mínimo de la duración en segundos del estímulo del reloj externo, ya que éste se prolongaba hasta la emisión de la primera respuesta después de terminado el intervalo.

La tabla 1 presenta las fases experimentales del estudio, los valores de la variable asignados a los diferentes bloques y el orden de los valores dentro de la sesión experimental. Es conveniente aclarar que la tabla indica la duración mínima del estímulo, porque éste se prolongaba hasta el momento del reforzamiento, cuando ocurría la primera respuesta una vez terminado el intervalo. En el estudio hubo una primera fase con cierto orden en la duración de los estímulos del reloj externo en los bloques, una segunda fase control con valores constantes y una tercera con el orden inverso al de la primera. Esta organización funcionó de igual manera para las dos especies del estudio.

En la primera fase, que duró 70 sesiones, el primer bloque de intervalos tenía el reloj externo (luz en la tecla para las palomas y tono para las ratas) desde el inicio hasta el final del intervalo; para el segundo bloque la presentación del estímulo empezaba 50 segundos después del final del tiempo de acceso anterior y duraba 10 segundos; en el tercero se iniciaba a los 20 y permanecía por 40 segundos; en el último bloque comenzaba a los 40 y duraba 20. En atención a la duración del estímulo del reloj externo los bloques se denominaron como 60, 10, 40 y 20, respectivamente. La segunda fase, que sirvió como comparación, incluyó 20 sesiones. En ella los cuatro bloques eran iguales entre sí. Tanto la luz verde en la tecla de las palomas, como el tono de las ratas, estuvieron presentes desde el inicio hasta el final del intervalo fijo y sólo se suspendían durante el acceso al reforzamiento y durante los apagones que separaban a los bloques. Como cada uno de los bloques de la fase 2 era igual al primero de la fase 1, a todos se les denominó como 60. En la fase 3, que duró 20 sesiones, se volvieron a introducir las mismas duraciones de las señales, pero con una disposición inversa a la de la primera fase. Su orden fue 20, 40, 10 y 60 segundos en los bloques consecutivos de la sesión. Esta fase tuvo como objetivo presentar las condiciones en una secuencia inversa a la de la fase original, para observar si había efectos por la forma en que se habían colocado los bloques dentro de la sesión.

El estudio no contó con criterios de estabilidad y los cambios de fase se determinaron por el número de sesiones. Para el análisis de datos se consideraron las últimas 5 sesiones de cada fase. Salvo excepciones, las sesiones se corrieron de lunes a domingo. No se recopilaron datos de los 30 segundos del apagón ni del primer intervalo fijo de cada bloque. La razón de esto se basa en la consideración de que los 30 segundos sirvieron para separar a los bloques y de que el siguiente intervalo, el primero del bloque de dieciséis, se convertía en un intervalo de 90 segundos. La inspección de los registros acumulativos mostró que antes de los cambios de fase la conducta era estable.

A fin de preparar a las ratas para las condiciones descritas, se les proporcionó una primera sesión de entrenamiento en el comedero mediante un programa de tiempo fijo de 60 segundos, con apagones cada 16 reforzadores, pero sin señales auditivas. En la siguiente sesión se instaló un programa de reforzamiento continuo y se dejó a los animales en la cámara experimental el tiempo suficiente para que obtuvieran 64 reforzadores, también en ausencia de tono. A partir de la siguiente sesión se inició la fase 1.

Las palomas también tuvieron una sesión de entrenamiento en el comedero, con 64 reforzadores en un programa de tiempo fijo de 60 segundos y con la división en bloques ya mencionada. Después pasaron al programa de reforzamiento continuo y como tres de ellas no adquirieron la respuesta de picoteo de la tecla, fueron moldeadas y al siguiente día iniciaron la primera fase del experimento.

Resultados

Los hallazgos de la fase 2 de este experimento replicaron las diferencias entre especies observadas por Lowe y Harzem (1977). En esa fase el reloj ex-

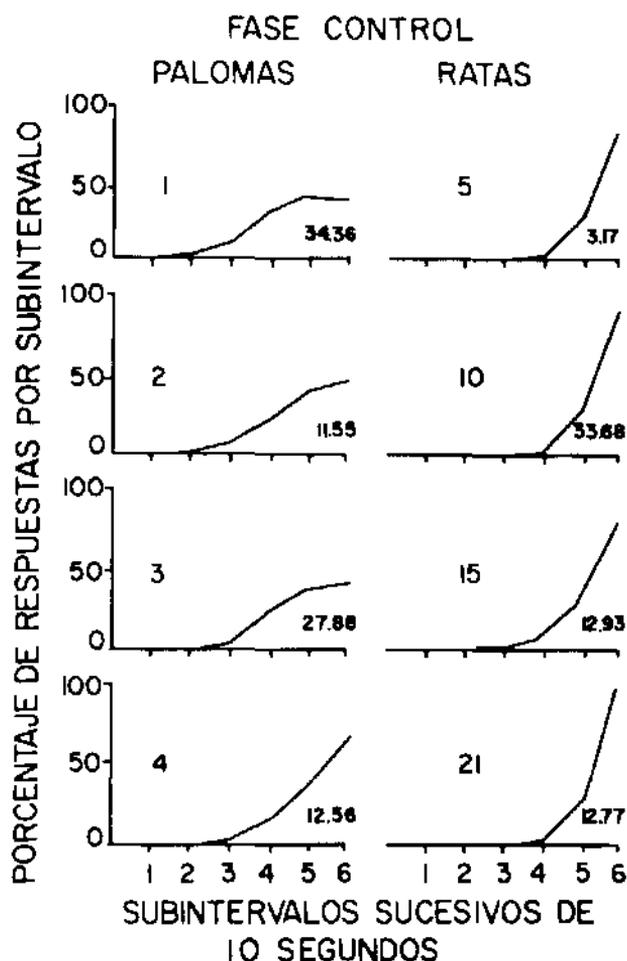


Figura 1. Porcentaje de respuestas por subintervalo de 10 segundos en la fase 2, que fue la condición control. El número grande en la parte superior izquierda de cada gráfica identifica al animal y el pequeño, en la parte inferior derecha, a su promedio de respuestas en el intervalo fijo de 60 segundos.

terno ocupó todo el intervalo, por lo que podemos considerarla como equivalente a una de las condiciones del experimento de los autores citados. La figura 1 muestra los porcentajes de respuesta en los seis subintervalos sucesivos de 10 segundos del programa de intervalo fijo. En ella están representadas las cinco últimas sesiones de la fase 2, que sirvió como condición de control. El número grande en la parte superior izquierda de cada una de las ocho gráficas identifica al animal y el número pequeño, en la parte inferior derecha, al promedio de respuestas por intervalo. La forma de las curvas es diferente para ambas especies. Tres de las cuatro distribuciones de palomas muestran doble curvatura: una positiva en los primeros subintervalos y otra negativa en los últimos. En cambio las ratas sólo muestran la curvatura positiva.

La tabla 2 muestra los parámetros del ajuste de curvas normales truncadas

TABLA 2

Parámetros de la curva normal de mejor ajuste para los datos de la Fase 2.

Palomas			Ratas		
H	M	S	H	M	S
46.64	0.98	0.34	73.73	1.16	0.25

La curva normal está dada por la ecuación:

$$R = H e^{-\left\{ (t-M)/S \right\}}$$

donde R es la tasa de respuesta (en respuesta por minuto), t es el tiempo transcurrido expresado como una función del intervalo, M es el punto medio de la curva, S es proporcional a la desviación estándar y H es la altura de la curva cuando $t = M$ (cf. Killeen, 1975).

a las distribuciones de respuestas. Este ajuste fue ideado por Killeen (1975) y se obtiene a partir de las medias geométricas de las tasas locales de respuesta en los segmentos sucesivos del intervalo fijo. En el presente estudio, ese ajuste permite comparar el promedio de las ejecuciones de las cinco últimas sesiones de la fase 2 de ratas y palomas. El parámetro M representa el punto medio de la curva, expresado como una proporción del intervalo. Al multiplicar M por T, que es el tiempo del intervalo, resulta el valor en segundos del punto medio de la curva. El producto de esa multiplicación es 69.6 segundos para las ratas y 58.8 para las palomas, lo que significa que la relación entre el

punto medio de la curva y el parámetro de duración del intervalo fijo de esos roedores es diferente a la de las aves. Para los primeros, el punto medio se ubica después del final del intervalo fijo y para las segundas, antes. Este resultado es equivalente a los de Lowe y Harzem (1977).

La figura 2 exhibe la relación existente entre la pausa postreforzamiento y la tasa de carrera en las cinco últimas sesiones de la fase 2. Estos datos tam-

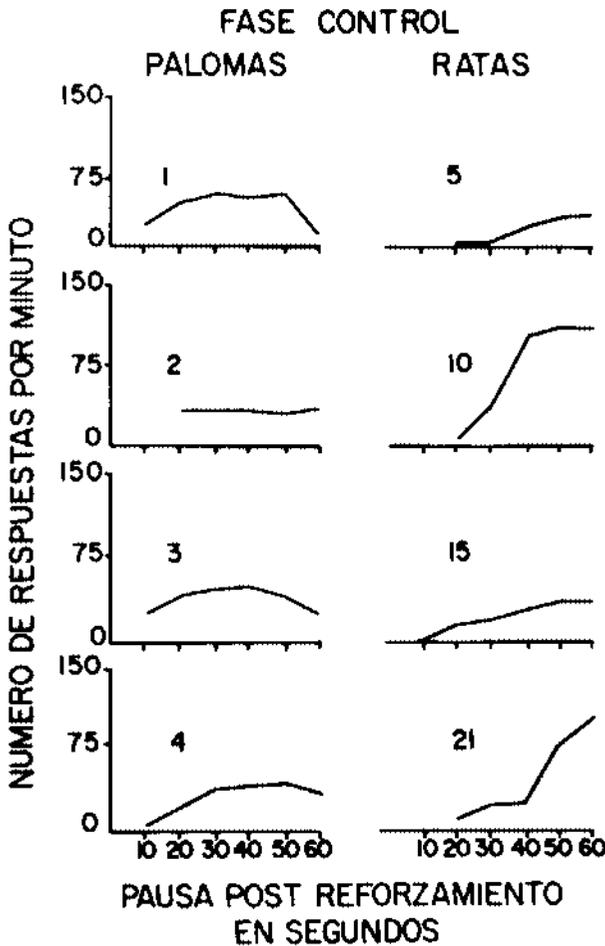


Figura 2. Relación entre pausa postreforzamiento y tasa de respuesta en la fase 2. El número en cada gráfica identifica a un animal.

bién son una réplica de lo encontrado por Lowe y Harzem, en la obra citada. Para las palomas no hay relación entre el tamaño de la pausa y la tasa de carrera subsecuente. En cambio, para las ratas si hay una relación directa: a

medida que la pausa es mayor, la tasa es más alta. Lo que quiere decir que entre más tarde empezó a responder el roedor, más rápido lo hizo. En suma, los datos de la condición de control de este experimento concuerdan con lo considerado por la literatura experimental sobre diferencias entre ambas especies en la relación temporal de las distribuciones de respuesta con el intervalo fijo y en la sensibilidad a los factores temporales involucrados en la relación entre pausa postreforzamiento y tasa de carrera. Hasta aquí lo concerniente a la replicación.

La figura 3 muestra los promedios de las pausas post reforzamiento como función de la duración del reloj externo de las últimas cinco sesiones de cada una de las condiciones de la primera (fase 1) y de la segunda exposición (fase 3). Para las palomas hubo un efecto ordenado, ya que a menor du-

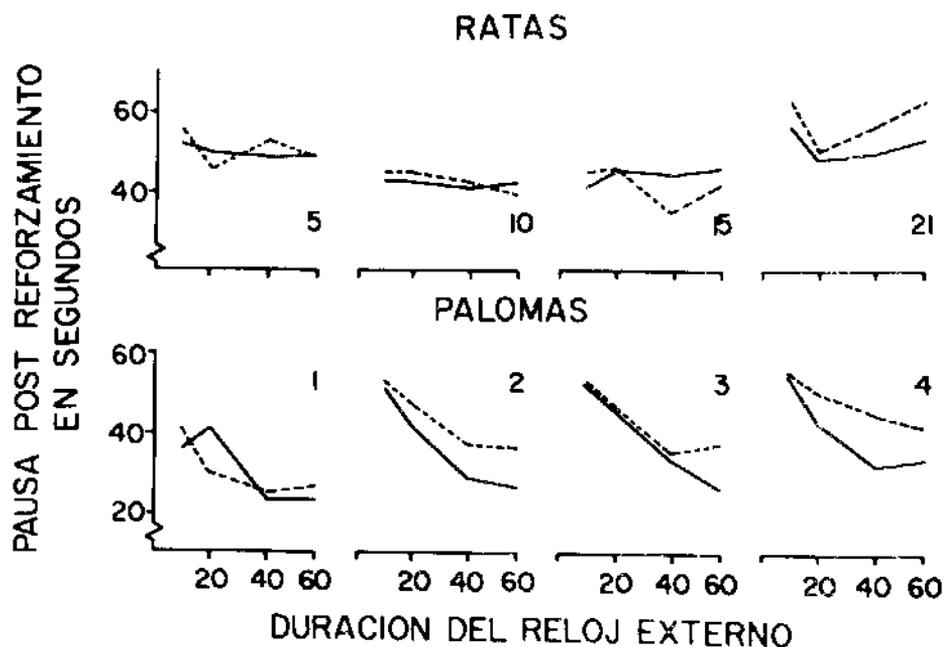


Figura 3. Pausa postreforzamiento promedio para las duraciones del reloj externo en la fase 1 (línea continua) y en la fase 3 (línea segmentada). El número en cada gráfica identifica a un animal.

ración del estímulo del reloj externo, mayor fue la pausa postreforzamiento. La duración de 10 segundos del reloj externo produjo, en tres de los cuatro casos (palomas 2, 3 y 4), valores promedio de la pausa entre 50 y 55 segundos, muy por encima del promedio encontrado en la condición control. En esos tres animales la duración de 20 segundos generó pausas entre 40 y 50 segundos. El reloj externo de cuarenta segundos disminuía el valor promedio de la medida de conducta cuando ésta era mayor a los veinte segundos en la condición control. Cuando la distribución de pausas en la condición control incluía instancias menores a 20 segundos, el efecto del reloj externo de cuarenta segundos era prolongar la pausa hacia valores mayores. La duración de 60 segundos produjo pausas similares a las obtenidas en la condición control. El efecto ordenado de la duración del reloj externo sobre la pausa, se mantiene a pesar de la diferencia considerable en el valor de la medida de conducta en la fase 1 y la 3, para las palomas 2 y 4. La paloma 1 muestra en general el mismo efecto ordenado que las otras aves, con excepción de la primera exposición en la que el valor de la pausa ante 10 segundos de duración del reloj externo es menor que ante 20. Ninguno de estos efectos se presentó en las

TABLA 3

Valores de la pausa promedio y de la desviación estándar (entre paréntesis) en las diferentes fases y bloques de las palomas.

Paloma	Fase	Duración del estímulo del reloj externo			
		10	20	40	60
1	1	36.8 (8.6)	41.3 (9.4)	25.4 (5.4)	24.8 (7.5)
	2				26.9 (9.0)
	3	39.6 (7.0)	30.4 (7.7)	26.5 (5.3)	28.6 (6.7)
2	1	51.8 (2.8)	43.4 (4.5)	31.6 (8.2)	30.7 (12.5)
	2				40.3 (14.3)
	3	55.8 (6.2)	48.0 (6.4)	40.5 (10.6)	36.5 (10.9)
3	1	53.9 (2.9)	48.4 (3.5)	36.2 (6.8)	26.7 (9.5)
	2				31.2 (9.6)
	3	54.4 (2.5)	48.3 (4.7)	35.9 (7.6)	35.6 (12.7)
4	1	53.4 (6.9)	44.6 (5.2)	34.8 (9.3)	34.7 (10.5)
	2				46.0 (13.0)
	3	54.6 (3.4)	50.8 (7.4)	44.2 (6.9)	41.2 (10.3)

ratas. La tabla 3 muestra los promedios de las pausas postreforzamiento y sus desviaciones estándar de las palomas en las diferentes fases y condiciones del experimento. En tres de los cuatro animales el tamaño de la desviación estándar se reduce al disminuir la duración del reloj externo. Esto es una demostración adicional del control ejercido por la manipulación, ya que en las duraciones más pequeñas, concentra la distribución de pausas en los valores ligeramente mayores al mínimo indicado por el reloj externo.

El Índice de curvatura² (Fry, Kelleher y Cook, 1960) caracteriza la distribución de respuestas a lo largo del intervalo. El Índice se acerca a 1.0, que es el máximo posible, cuando la totalidad de las respuestas se concentran en

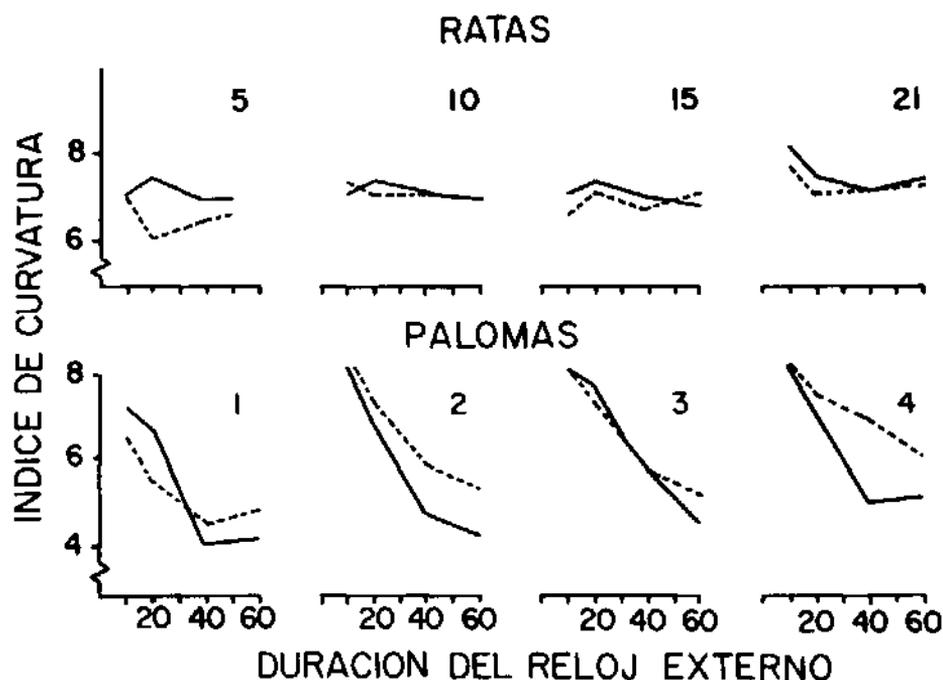


Figura 4. Índice de curvatura para las diferentes duraciones del reloj externo en la fase 1 (línea continua) y en la fase 3 (línea segmentada). El número en cada gráfica identifica a un animal

2 El índice de curvatura se obtiene mediante la ecuación:

$$I = (A - A' / A),$$

en donde A es el triángulo que forman la duración del intervalo como base y el total de respuestas durante el intervalo como altura y donde A' es el polígono que forma la distribución acumulativa de respuestas en los subintervalos de registro. En este experimento en particular el Índice más alto que puede obtenerse es de .83, dado que sólo se contó con 6 subintervalos para registrar la conducta. Se dice que el Índice de curvatura tiene algunas propiedades que lo hacen recomendable: refleja las características de todo el ciclo de respuestas, es sensible a los cambios en el patrón de respuesta en los programas de intervalo fijo y es fácil de computar (Richelle y Lejeune, 1980).

el último intervalo de registro y tiende a cero cuando la tasa es constante en los diferentes intervalos. La figura 4 muestra las diferencias en los efectos de la manipulación de la duración del reloj externo sobre el Índice de curvatura de los roedores y las aves. Para las palomas puede verse que a menor duración del reloj externo, mayor fue el índice de curvatura, mientras que para las ratas no hay tal relación. En las palomas, la duración 10 da lugar al índice más elevado. En la duración 20 el índice es alto, pero no tanto como en la 10. Las duraciones 40 y 60 dan lugar a índices equivalentes a los de la fase control. En resumen, la relación entre reloj externo e índice de curvatura que hubo en las palomas, no se observó en las ratas.

La figura 5 exhibe las distribuciones de las respuestas de una paloma cuya ejecución es representativa de la de las demás aves. Al restringir la duración

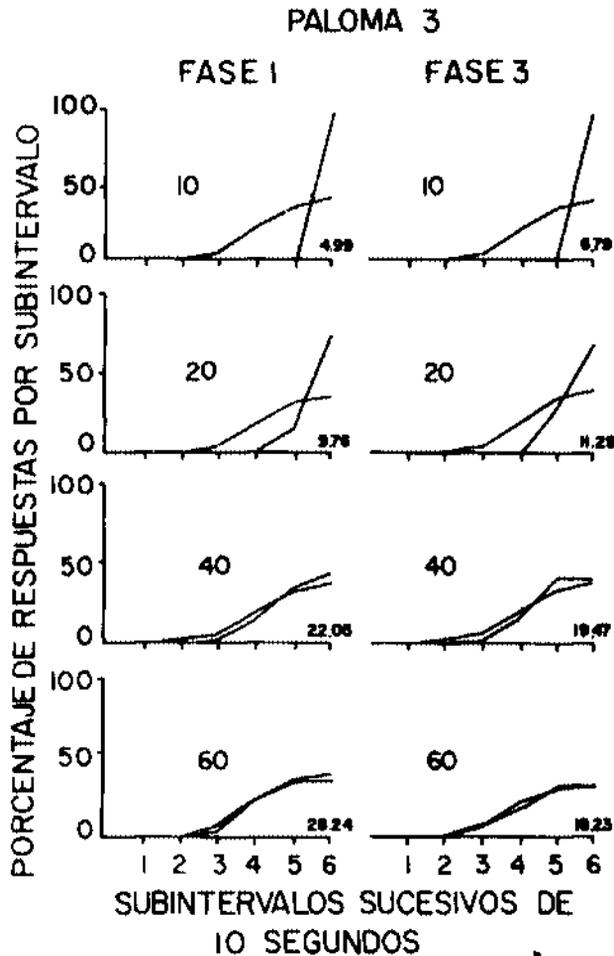


Figura 5. Distribuciones de porcentajes de respuesta por subintervalo de la paloma 3 en la fase 1 y en la fase 3. La línea segmentada corresponde a la distribución en la fase 2 (condición control).

del reloj externo a 10 segundos, la mayoría de las respuestas se concentraron en el subintervalo final, el que estaba señalado. En la condición de 10 segundos de duración del reloj, tres de las cuatro palomas restringieron sus respuestas a la sección señalada por la luz verde en la tecla. En la condición 20, todas las respuestas se repartieron entre los dos subintervalos señalados. Aunque siempre hubo más respuestas en el último subintervalo que en el penúltimo. Esto es explicable porque la pausa postreforzamiento no terminaba exactamente con la aparición del estímulo del reloj externo y si asumimos que la tasa era constante, había un tiempo menor dedicado a responder en el penúltimo subintervalo. En la condición 40 la distribución de respuestas abarcó más subintervalos y en la condición 60 fue equivalente a la de la fase control.

El resultado del intento de aplicar el ajuste de curvas de Killeen (1975) a la distribución de respuestas en las fases 1 y 3, fue infructuoso debido a que la supresión de las respuestas en varios subintervalos cuando el reloj externo duró 10 ó 20 segundos, redujo el número de puntos de determinación e impidió que el análisis arrojara datos significativos. De haber subdividido el intervalo en un mayor número de segmentos, la aplicación del ajuste de Killeen hubiera permitido saber cómo la operación utilizada afecta a la ubicación del punto medio de la curva, es decir al estimado de la percepción del tamaño del intervalo.

Al aplicar el análisis de la relación entre pausa y tasa de carrera a las fases 1 y 3, se observó que era la misma que en la fase control, con la característica curva aplanada de las palomas, que se recorría al principio o al final del intervalo dependiendo del subintervalo donde concluyera la pausa. Esto significa que no importando donde empezaran a responder, las aves mantenían una tasa constante desde el fin de la pausa, hasta la entrega del reforzador.

La Tabla 4 presenta la única evidencia disponible de un efecto marginal de la duración del reloj externo sobre la conducta de los roedores bajo estudio. Puede verse que el promedio del total de respuestas por intervalo cambia con los bloques. Cada dato es el promedio —media geométrica— de la tasa de las cuatro ratas del experimento en 12 agrupaciones de cinco sesiones, desde la decimosexta hasta la sexagésima quinta de la Fase 1. El efecto observado es consistente para las cuatro ratas y siempre está presente en todos los casos individuales a partir del agrupamiento de las sesiones 21 a 25. Los datos están ordenados de acuerdo a los lugares que los bloques ocupaban en la sesión, con el objeto de facilitar la presentación del efecto. El total de respuestas en la duración 60, la primera de la sesión, es mayor que el de la duración 10. Este a su vez es menor que el de la 40, que es mayor que el de la 20. Consistentemente el cambio en la duración del reloj externo, producía un cambio en el número de respuestas por intervalo: se reducía al pasar una duración menor y aumentaba al pasar a una mayor.

TABLA 4

Promedio (media geométrica de cuatro ratas) del número de respuestas por intervalo fijo de 60 segundos en cada uno de los bloques correspondientes a la Fase 1, en grupos de cinco sesiones.

Sesiones	Duración del estímulo de reloj externo			
	60	10	40	20
16-20	20.58	16.20	18.06	16.13
21-25	24.09	15.42	19.41	13.81
26-30	18.49	13.18	16.67	13.34
31-35	18.34	14.43	17.71	14.83
36-40	19.47	16.98	21.02	17.25
41-45	22.38	18.07	22.24	17.26
46-50	23.60	17.02	22.88	16.48
51-55	23.42	18.89	23.20	17.35
56-60	17.80	13.86	19.22	15.20
61-65	18.36	15.16	21.85	11.77

Discusión

En la fase control de este experimento se replicaron los hallazgos de Lowe y Harzem (1977) sobre las diferencias entre palomas y ratas en la ejecución en un programa de intervalo fijo de 60 segundos: 1) los parámetros de la curva normal de mejor ajuste fueron diferentes para ambas especies y 2) los roedores mostraron una relación entre la pausa postreforzamiento y la tasa de carrera subsecuente que no apareció en las palomas. La introducción de un reloj externo de diferentes duraciones no alteró de manera significativa ni el promedio de las pausas post reforzamiento ni la distribución de respuestas durante el intervalo de las ratas. En cambio, sí modificó la conducta de las palomas, ya que hizo variar la pausa promedio y el Índice de curvatura de sus respuestas en el intervalo. La pausa se acortó o se alargó dependiendo del valor prevaleciente del reloj externo y la tasa se mantuvo constante y con la misma pendiente a partir del inicio de las respuestas en cada intervalo. Los resultados de las palomas replican hallazgos previos (Segal, 1962) y los de las ratas no tienen precedente en la literatura.

La manipulación experimental no hizo desaparecer el control temporal característico de los programas de intervalo fijo, porque en ambas especies siempre hubo una pausa postreforzamiento no menor a la tercera parte del intervalo, pero el estímulo asociado con la primera parte del intervalo eliminó el picoteo de las palomas, en ocasiones mucho más allá de la pausa que

debía esperarse por la duración del intervalo. Aunque el estímulo del reloj externo determinó la aparición de una tasa constante, su inicio no hizo aparecer inmediatamente al picoteo, sugiriendo la posibilidad de que durante su presencia pudiera desarrollarse un control temporal adicional. El haber subdividido el intervalo en seis segmentos iguales, por sólo disponer de seis contadores para registrar las respuestas, hace imposible saber si en aquellas condiciones en las que claramente el valor de la variable independiente determinaba el tamaño de la pausa, la conducta sufría de alguna aceleración una vez que las aves empezaban a responder. Las ratas mostraron que exceptuando el muy leve efecto sobre el total de respuestas por intervalo, la operación experimental no afectó su conducta.

Aunque buena parte de la literatura sobre intervalo fijo ha considerado que la pausa postreforzamiento es independiente de la tasa subsecuente, los resultados del experimento de Lowe y Harzem (1977) y los de las ratas de esta investigación, apuntan en la dirección contraria. Los hallazgos referidos contradicen la teoría de la independencia de los dos estados que ha tenido gran importancia en el estudio de los programas de intervalo fijo. Es probable que en la literatura se haya prestado mucha atención a los datos con palomas y no se hayan publicado experimentos realizados con ratas en los que hay interacción entre pausa y tasa de carrera. El hecho de que la pausa de las ratas afecte a la tasa de carrera subsecuente es evidencia en contra de la independencia de los dos estados. Las palomas al asumir una tasa constante a partir del final de la pausa o a partir del momento de máxima aceleración, parecen ser insensibles, mientras responden, a la dimensión temporal o al tiempo transcurrido desde el reforzador anterior. Las ratas, al ajustar su tasa de carrera a la duración de la pausa precedente, demuestran ser sensibles a esa misma dimensión temporal, al menos en comparación con las palomas.

Staddon (1972) ha acuñado las nociones de control temporal y control situacional para explicar lo que ocurre en los programas de reforzamiento. Esos términos resultan especialmente importantes para los hallazgos de esta investigación. El control temporal aparece con la distribución periódica de los reforzadores. Los programas de tiempo o intervalo fijo producen un ajuste caracterizado por dos partes fácilmente distinguibles. Inmediatamente después del reforzador se produce la suspensión de la conducta operante. Esa pausa se ve seguida por una aceleración de la respuesta o por una tasa constante, que continúan hasta que las interrumpe el siguiente reforzador. El control temporal en la ejecución estabilizada de los programas de intervalo fijo se muestra en esa secuencia ordenada de pausa y respuesta. La pausa es proporcional al intervalo y la conducta adopta la aceleración o la tasa constante dependiendo de la especie, del tamaño del intervalo y del tiempo de exposición al programa.

Los cambios observados en la pausa postreforzamiento de las palomas no pueden ser explicados por la noción de control temporal, ya que la duración del estímulo del reloj externo era la que determinaba la magnitud de esa medida de la conducta. El control situacional explica que los estímulos del reloj

externo controlaran la distribución de la conducta durante el intervalo. La demostración del control situacional está en que un estímulo eliminó la conducta, mientras el otro dio lugar a una tasa constante de picoteo.

Tal vez los programas múltiples sean la mejor demostración del control situacional, ya que en ellos cada estímulo controla las ejecuciones determinadas por el programa de reforzamiento vigente. El control temporal y el situacional ocurren simultáneamente. En algunos casos uno es más aparente que el otro. En intervalo fijo el control temporal es el que sobresale y determina la ejecución característica. En este trabajo eso se modificó, ya que al menos en dos de las condiciones de las palomas de este estudio —las del reloj externo de 10 y 20 segundos, la operación experimental alteró considerablemente al control temporal, permitiendo que apareciera el control situacional. En cambio, en las ratas la operación experimental no afectó el control temporal, de tal manera que a pesar de los diferentes valores de la variable independiente la ejecución fue siempre la misma.

En el experimento intervinieron dos respuestas diferentes, picoteo y presión de la palanca, con distintas propensiones al control temporal y situacional. El picoteo en su conjunto está compuesto por respuestas provocadas y por respuestas controladas por el reforzador. Los experimentos en automoldeamiento y en automantenimiento han demostrado la susceptibilidad del picoteo a ser provocado por aquellos estímulos que indican una alta probabilidad de reforzamiento (Hearst y Jenkins, 1974; Schwartz y Gamzu, 1977; Terrace, 1981). Las respuestas provocadas no son tan sensibles a las variables temporales como lo son las controladas por el reforzador (Schwartz y Williams, 1972). El picoteo, por estar ligado a una conducta consumatoria y por lo tanto a los estímulos asociados con el alimento, es fácilmente asequible al control situacional, aunque no deja de ser afectado por el control temporal. Aun cuando en este experimento el patrón mostrado por el picoteo pudo haber aparecido por el control temporal ejercido por el programa, en aquellas dos condiciones en las que el estímulo del reloj externo ocupó un tercio o un sexto del intervalo, el control situacional se hizo cargo de la conducta desplazando al control temporal. Por el contrario, presionar la palanca es una operante que comparte pocas propiedades con la conducta de consumir el reforzador y es mucho menos susceptible a las relaciones entre estímulos que caracterizan al automoldeamiento. Por lo tanto, aparece por un proceso de selección de la operante elegida, permanece bajo el control temporal y sólo se ve afectada de forma marginal por las manipulaciones de la variable independiente de este estudio. También debe considerarse que en este experimento no sólo fueron diferentes las respuestas elegidas para las dos especies bajo estudio, sino que además se emplearon manipulaciones distintas para indicar las duraciones del reloj externo. Para las palomas fue un estímulo dirigido al aparato visual y localizado en la tecla, mientras que para las ratas, fue auditivo y difuso. A partir de los datos obtenidos no es posible determinar cómo afectó la elección de esas manipulaciones a los resultados de la investigación. Esta comparación entre especies conlleva esta limitación, que deberá ser resuelta en investigaciones posteriores.

Las medidas que surgen de considerar a la ejecución en los programas intervalo fijo como dos estados de pausa y carrera, no resultan suficientes, en términos metodológicos, para el análisis de esos programas. El registro debería orientarse a la búsqueda de relaciones entre el tamaño de la pausa y la distribución en el tiempo de la conducta subsecuente. Para tal fin no son adecuadas las medidas temporales que se han derivado o que ha adoptado la teoría de los dos estados. Tanto la pausa postreforzamiento como el tiempo a la primera respuesta o el tiempo al momento de máxima aceleración, ignoran por completo la relación que pudiera haber con la conducta subsecuente. Las medidas de conducta en segmentos sucesivos del intervalo pueden ser un artefacto de la manera como se agrupan los datos para su presentación y análisis. Para evitarlo, ante la evidencia de la interdependencia del tamaño de la pausa y la tasa subsecuente, resulta conveniente utilizar medidas como la desarrollada por Staddon y Frank (1975) que preservan la posibilidad de detectar esas interacciones o en caso de ser necesario, elaborar otras nuevas. Las curvas normales de mejor ajuste también son susceptibles a la misma crítica de producir un artefacto, por la manera de agrupar los datos. Pero por ahora, debe utilizarse por la posibilidad que tienen para conectar el estudio de los programas de intervalo fijo con la estimación del tiempo.

Aparentemente, el procedimiento de incluir varios bloques con diferentes valores de la variable independiente dentro de una misma sesión separó adecuadamente sus efectos sobre las palomas, pero no es posible excluir la posibilidad de que propiciara la ausencia de efectos en las ratas. Aunque la duda sea muy remota, urge preguntarse si el diseño empleado dio lugar al control situacional en el caso de las palomas y reforzó el control temporal en las ratas. Por lo que resultaría conveniente hacer más experimentos con este tipo de diseño, para averiguar qué tanto logra separar los efectos de las variables o de los valores de una variable involucrados en una misma sesión.

Una manera de abordar el problema de las comparaciones entre especies que se presenta en este trabajo, es eligiendo una respuesta diferente en las palomas, como presionar un pedal, a la que se le añada un reloj externo basado en un estímulo con modalidad sensorial auditiva, con el objeto de investigar si queda o no bajo el control temporal, a expensas del control situacional que apareció en esta investigación. El resultado de ese experimento permitiría comprobar la explicación propuesta de la interacción entre los tipos de controles, tipos de respuestas, propiedades definitorias o no definitorias comunes y afectabilidad de la respuesta por las relaciones entre estímulos.

Como un esfuerzo complementario también resultaría útil intentar cambios en la situación experimental para propiciar que en las ratas se reprodujera el efecto obtenido con las palomas. Estos cambios deberían incluir a todas las fuentes de estimulación presentes en la cámara experimental, con el propósito de hacer lo más resaltante posible el inicio del reloj externo. Una combinación de cambios en el ruido enmascarador, el tono a presentar, la luz general, la luz del comedero y la luz de la palanca, conseguiría tal propósito. Es conveniente buscar ese resultado porque a través de esta forma de indu-

cir una duración de la pausa, sería posible analizar la relación entre pausa y tasa, por ser como se dijo antes, un argumento en contra de la llamada independencia de los dos estados en intervalo fijo.

REFERENCIAS

- Auge, R. J. (1977) Stimulus function within a fixed-interval clock schedule: reinforcement, punishment and discriminative stimulus control. *Animal Learning and Behavior*, 9, 117-123.
- Caplan, H. J., Karpicke, J. y Rilling, M. (1973) Effects of extended fixed-interval training on reversed scallops. *Animal Learning and Behavior*, 1, 293-296.
- Farmer, J. y Schoenfeld, W. N. (1966a) Varying temporal placement of an added stimulus in a fixed-interval schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 369-375.
- Farmer, J. y Schoenfeld, W. N. (1966b) The effect of a response-contingent stimulus introduced into a fixed-interval schedule at varying temporal placement. *Psychonomic Science*, 6, 15-16.
- Ferster, C. B. y Skinner, B. F. (1957) *Schedules of Reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Fry, W., Kelleher, R. T. y Cook, L. (1960) A mathematical index of performance on fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 3, 193-199.
- Ghezzy, P. M. y Cheney, C. D. (1983) Stimulus and prefood stimulus on fixed interval and fixed ratio responding. *Bulletin of Psychonomic Society*, 21, 491-494.
- Hearst, E. y Jenkins, H. M. (1974) *Sign tracking: The stimulus-reinforcer relation and direct action*. Austin, Texas: The Psychonomic Society.
- Innis, N. K. (1981) Reinforcement as input. En M. I. Commons y J. A. Nevin (Dir.) *Quantitative analysis of behavior. Vol. 1. Discriminative properties of reinforcement schedules*. Cambridge, Massachusetts: Ballinger Publishing Company.
- Kendall, S. B. (1972) Some effects of response-dependent clock stimuli in a fixed-interval schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 17, 161-168.
- Killeen, P. (1975) On the temporal control of behavior. *Psychological Review*, 82, 89-115.
- Lachter, G. D., Cole, B. K. y Schoenfeld, W. N. (1971) Response rates under varying frequency of non-contingent reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 15, 233-236.
- Lowe, C. F. y Harzem P. (1977) Species differences in temporal control of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 28, 189-201.
- Palya, W. L. (1985) Sign tracking with an interfood clock. *Journal the Experimental Analysis of Behavior*, 43, 321-330.
- Richelle, M. y Lejeune, H. (1980) *Time in animal behaviour*. Oxford: Pergamon Press.
- Schwartz, B. y Gamzu, E. (1977) Pavlovian control of operant behavior. En W. K. Honig y J. E. R. Staddon (Dir.) *Handbook of operant behavior*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Schwartz, B. y Williams, D. R. (1972) Two different kinds of key pecking in the pigeon: some properties of response maintained by negative and positive response-reinforcer contingencies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18, 201-216.
- Segal, E. (1962) Exteroceptive control of fixed-interval responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 49-57.
- Staddon, J. E. R. (1972) Temporal control and the theory of reinforcement schedules. En R. M. Gilbert y J. R. Millenson (Dir.) *Reinforcement: Behavioral Analyses*. New York: Academic Press.
- Staddon, J. E. R. y Frank, J. A. (1975) Temporal control on periodic schedules: Fine structure. *Bulletin of Psychonomic Society*, 6, 536-538.
- Terrace, H. S. (1981) Introduction: Autoshaping and Two-factor learning theory. En C. M. Locurto, H. S. Terrace y J. Gibbon (Dir.) *Autoshaping and conditioning theory*. New York: Academic Press.