

## **Efectos de probabilidades complementarias y contrastadas de reforzamiento con y sin señalización en programas temporales**

*(Effects of contrasted and complementary probabilities of reinforcement with and without signals in temporal schedules)*

**Carlos Torres, Emilio Ribes-Iñesta y Alfredo Mayoral**

Universidad de Guadalajara

Los programas de reforzamiento constituyen reglas para identificar respuestas y sus relaciones de condicionalidad con los estímulos antecedentes y consecuentes. Los programas simples tipo Ferster y Skinner (1957) prescriben si el reforzador es dependiente o condicional a la posición ordinal de una respuesta dentro de una secuencia de respuestas (programas de razón), o si es dependiente de la emisión de una respuesta después de un intervalo preestablecido (programas de intervalo).

La probabilidad de reforzamiento se refiere a un valor calculado de las ocurrencias de la respuesta (frecuencia o distribución) respecto de la entrega del reforzador. En el caso de los programas tipo Ferster y Skinner (1957), la probabilidad de reforzamiento para cada respuesta (R), una vez cumplido el criterio especificado por la contingencia de reforzamiento, es igual a 1.0, manteniéndose en 0.0 para cualquier respuesta que no cumple el criterio, incluyendo aquellos casos donde se prescriben contingencias agregadas (disponibilidad limitada, reforzamiento diferencial de tasas altas o bajas, etc.). La única excepción tiene lugar en los programas de porcentaje y de omisión (Neuringer & Chung, 1967; Staddon & Innis, 1969), en que se prescribe la no entrega de reforzadores programados. Esta característica de los programas de reforzamiento tradicional no permite evaluar los efectos de la probabilidad de reforzamiento en valores distintos a 1.0 y 0.0.

En los programas definidos temporalmente (Schoenfeld, Cumming & Hearst, 1956, Schoenfeld & Cole, 1972), la probabilidad de reforzamiento es igual al porcentaje de ciclos en que se programa la disponibilidad del reforzador relativo al total de ciclos programados. El sistema T, como también se le conoce a este tipo de programas, consta de un ciclo (T) que se repite de manera continua y que está compuesto por dos subciclos ( $t^D$  y  $t^A$ ). Cada ciclo T inicia con el subciclo  $t^D$ , que se define como el tiempo discriminativo asociado a reforzamiento. El subciclo  $t^A$  hace referencia al tiempo delta asociado a no reforzamiento o de menor probabilidad de reforzamiento. A partir de esta estructura básica se desprenden dos parámetros independientes uno del otro que, junto con el valor de T, regulan y determinan la ejecución en el programa: el parámetro de probabilidad de reforzamiento (P) y la proporción de tiempo discriminativo en cada ciclo T (T testada). P se define como la probabilidad de reforzamiento para la primera respuesta en el subciclo y su valor puede variar de 1.0 a 0.0. Cabe señalar que el parámetro P se define de manera independiente para cada uno de los subciclos que componen el ciclo T. Por su parte, T testada se define como la proporción del tiempo discriminativo en relación al valor del ciclo T ( $t^D / (t^D + t^A)$ ). Sus valores también varían de 1.0 a 0.0. La manipulación de estos parámetros ha permitido reproducir las ejecuciones características de los programas de reforzamiento tipo Ferster y Skinner (1957), y diseñar formas de estructurar contingencias de reforzamiento, como los programas de razón o intervalo alatorio (Schoenfeld y Cole, 1972)

Se han realizado algunos estudios para evaluar el efecto de reducir el valor de P cuando el reforzador es contingente a la respuesta (Martin, 1971; Carpio, González & Ribes, 1986; Carpio, 1989), y cuando se entrega independientemente de la conducta (Bruner, 1981). En general, se observó que en ambas condiciones la frecuencia de respuesta es una función bitónica ascendente-descendente de la reducción de los valores en P.

En estudios posteriores que evaluaron el desarrollo de funciones discriminativas de estímulo asociados a diferentes valores de P se encontraron resultados similares. Por ejemplo, Ribes y Torres (1996) examinaron los efectos de correlacionar estímulos neutros con probabilidades decrecientes o crecientes de entrega de agua en  $t^D$  y  $t^A$ , respectivamente. Los resultados mostraron un incremento en las tasas locales de respuesta conforme disminuía el valor de P en  $t^D$ . Además se encontraron frecuencias mayores de respuesta en  $t^A$  que en  $t^D$ , independientemente de la probabilidad asignada a cada subciclo, excepto cuando se evaluaron los valores de probabilidad en 0.5 en que las frecuencias de respuesta se solaparon en ambos subciclos. También se examinó el papel de la presentación de estímulos correlacionados. Un grupo se sometió a la condición de presentación de estímulos diferenciales asociados a los subciclos, mientras que un segundo grupo se sometió a una condición de estímulos no diferenciales asociados a los

subciclos. Se encontró que los sujetos que se sometieron a la condición de estímulos no diferenciales presentaron tasas de respuesta mayores que los sujetos expuestos a la condición de estímulos diferenciales. Sin embargo, estos sujetos perdieron menos reforzadores que aquellos expuestos a la condición no diferenciada.

Ribes, Torres y Piña (1999) realizaron dos experimentos para evaluar los efectos de igualar la probabilidad de reforzamiento en los subciclos  $t^D$  y  $t^A$ , bajo programas temporales correlacionados con estímulos diferenciales (estudio 1) o no correlacionados con estímulos diferenciales (estudio 2). En ambos experimentos se igualó la probabilidad de reforzamiento en  $t^D$  y  $t^A$ . El valor de P se varió entre fases, utilizando los valores 1.0, 0.75, 0.5, 0.25, 0.0 y 1.0, con una fase final en la que  $t^D$  se correlacionó con una probabilidad de 1.0 y  $t^A$  con una probabilidad de 0.0. Los resultados mostraron que en ambos experimentos la frecuencia de respuesta y el porcentaje de reforzadores perdidos por sesión se igualaron en ambos subciclos, mostrando una tendencia creciente mientras disminuía el valor de P. La diferencia en ambos estudios fue que en los sujetos expuestos a estímulos diferenciales, la variabilidad de respuesta fue menor y el porcentaje de reforzadores obtenidos mayor que en los sujetos sin estímulos correlacionados.

En otro estudio, Ribes, Torres y Mayoral (2000a), evaluaron los efectos de correlacionar un estímulo con distintas probabilidades de entrega de agua en cada uno de los subciclos. La probabilidad de reforzamiento para cada subciclo se varió de manera complementaria. La mitad de los sujetos se expuso a condiciones de señalización diferencial sólo en  $t^D$  (una luz verde correlacionada en  $t^D$ ), mientras que la otra mitad de los sujetos se expuso a una condición de señalización diferencial en  $t^A$  (una luz blanca correlacionada en  $t^A$ ). Todos los sujetos mostraron una frecuencia creciente de respuesta conforme se decrementó el valor de P en  $t^D$ , observándose la mayor frecuencia cuando las probabilidades de ambos subciclos se igualaron en el valor de 0.5. Los sujetos expuestos a la señalización durante  $t^A$ , mostraron siempre mayor frecuencia de respuesta en  $t^A$  que en  $t^D$ . Además, se observó que todos los sujetos mostraron una disminución en el porcentaje de reforzadores perdidos conforme transcurrieron las sesiones experimentales.

Los resultados de los experimentos mencionados mostraron un efecto consistente de la probabilidad de reforzamiento sobre la frecuencia de respuesta, así como ejecuciones locales diferenciales en cada subciclo cuando los valores de P se contrastaron en ambos subciclos, y ejecuciones similares cuando el valor de P era equivalente. Sin embargo, esos resultados no coincidieron con los esperados cuando se emplean programas múltiples de reforzamiento, pues no se presentaron las ejecuciones típicas bajo "control de estímulo", con frecuencia elevadas de respuesta ante los estímulos correlacionados con reforzamiento y baja frecuencia de respuesta ante estímulos correlacionados con

extinción. Por el contrario, se observaron frecuencias de respuesta más altas en los subciclos asociados con no reforzamiento.

Estos estudios, en su mayoría, han evaluado el papel de la probabilidad de reforzamiento en condiciones de señalización, tanto diferencial, como no diferencial. La única excepción se observa en el segundo estudio de Ribes, Torres y Piña (1999) donde se manipularon los valores de P en programas temporales sin estímulos asociados a los subciclos, con el mismo valor de probabilidad en ambos subciclos. Con el fin de comparar en un mismo sujeto los efectos de introducir estímulos no diferenciales y diferenciales en programas temporales, en el presente estudio se presentó inicialmente probabilidades complementarias de reforzamiento sin señalización y, posteriormente se introdujeron estímulos no diferenciales y diferenciales en condiciones de probabilidad contrastada. Se esperaba replicar el efecto observado previamente de una menor frecuencia de respuesta y menos reforzadores perdidos en presencia de estímulos diferenciales.

## MÉTODO

### *Sujetos*

Se utilizaron 4 ratas Wistar albinas machos, experimentalmente ingenuas, de aproximadamente 4 meses de edad. Todas las ratas estuvieron sometidas a un programa diario de 22 horas y media de privación de agua. Después de cada sesión experimental de una hora, las ratas tenían acceso libre al agua durante 30 minutos en sus jaulas habitación. Las ratas tuvieron acceso libre al alimento sólido (Nutricubos Purina) mientras estuvieran en sus jaulas habitación, y su peso fluctuó entre los 390 y los 570 gramos. Las sesiones experimentales se realizaron en cuatro cámaras experimentales separadas, de lunes a sábado de las 16 a las 18 hrs.

### *Aparatos*

Se emplearon cuatro cámaras experimentales estándar de condicionamiento operante para roedores de construcción propia. La cámara experimental medía 30 cm por 25.5 cm por 32 cm. Cada cámara contaba con un dispensador de agua situado en la parte central inferior de la pared operativa, así como con dos palancas (Coulbourn Instruments H21-03R) equidistantes de cada lado del dispensador. La palanca izquierda no tuvo consecuencias programadas. La palanca derecha era operativa y se localizaba a 26 mm de la pared derecha y a 25 mm del piso enrejado. Ambas palancas requerían de 0.24 N para ser activadas. Se utilizaron cuatro luces: un foco blanco de 28 V proporcionó la iluminación general de la cámara y se ubicaba en la parte superior de la pared operativa, arriba del dispensador de agua. Un segundo foco blanco de 28 V se ubicó dentro del

dispensador de agua. Arriba de la palanca operativa, se colocó una tecla translúcida de 6.5 cm y detrás de ella se montaron dos focos de 5W y 28V. Un foco proyectaba luz verde y otro una luz roja a través de la tecla translúcida. La luz general estaba encendida todo el tiempo excepto durante los tres segundos del periodo de disponibilidad del agua. Durante este periodo se encendía la luz del dispensador de agua.

Se registraron todas las respuestas de presionar en ambas palancas y sus latencias. La programación y registro de eventos se realizó mediante un sistema de cómputo PC486 empleando una interfase Paraport. El programa se diseñó utilizando Pascal 7.0.

### *Procedimiento*

Se entrenó a las ratas a presionar la palanca mediante un procedimiento manual de moldeamiento, que concluyó cuando cada rata obtenía 100 entregas consecutivas de agua.

Se implementó un programa temporal de estímulos (Schoenfeld & Cole, 1972). Cada sesión consistió de 60 ciclos T de 60 s de duración cada uno, divididos en dos subciclos ( $t^D$  y  $t^A$ ), de 30 s cada uno. El ciclo T siempre empezó con  $t^D$  y terminó con  $t^A$ . Esta secuencia se presentó hasta completar 60 ciclos T por sesión. Durante las primeras cuatro fases y sondeos, no se correlacionó ninguna luz con los subciclos. En la fase 5, tanto  $t^D$  como  $t^A$  se correlacionaron ambos con una luz verde. En la fase 6, el subciclo  $t^D$  se correlacionó con una luz verde y el subciclo  $t^A$  se correlacionó con una luz roja. En todas las fases experimentales se omitía la entrega del agua cuando la rata no respondía en los subciclos con entrega de agua programada contingente a la presión de palanca. En los periodos de sondeo, el agua programada se entregaba al término del subciclo correspondiente, hubiera o no respuesta.

En todas las fases se programaron probabilidades de reforzamiento distintas e independientes tanto para  $t^D$  como para  $t^A$ . La probabilidad de reforzamiento consistió en el porcentaje de subciclos  $t^D$  o  $t^A$  por sesión en los que se programó entrega de agua. Esta frecuencia relativa de reforzamiento se distribuyó de manera aleatoria a lo largo de la sesión. Las probabilidades se manipularon en seis fases experimentales, con periodos de sondeo interpolados. Las primeras tres fases experimentales constaron de 20 sesiones cada una y en ellas se programaron probabilidades de 1.0, 0.75 y 0.5 para  $t^D$  y de 0.0, 0.25 y 0.5 para  $t^A$ , respectivamente. En las tres fases restantes, que sólo constaron de 10 sesiones cada una, se programó siempre un valor de probabilidad de 1.0 en  $t^D$  y de 0.0 en  $t^A$ . Hubo 5 sondeos que constaron de 5 sesiones cada uno después de cada fase experimental, con excepción de la fase 4, de redeterminación de los valores iniciales de la probabilidad de reforzamiento. En las fases experimentales, cuando la entrega del agua fue contingente a presionar la palanca, el estímulo correlacionado con el subciclo terminaba con la presentación del agua, y el resto del subciclo transcurría sin ningún

estímulo adicional. Con la iniciación de cada subciclo se presentaba un nuevo estímulo. Cuando el sujeto no respondía y no se entregaba agua, o cuando la probabilidad de entrega de agua era de 0.0 en el subciclo particular, el estímulo correlacionado permanecía hasta la terminación del subciclo, e inmediatamente después se presentaba un estímulo correlacionado con la iniciación del subciclo siguiente. Durante las sesiones de sondeo (entrega no contingente de agua), el estímulo correlacionado con el subciclo era coextensivo al subciclo, terminando con la presentación del agua cuando se tenía programada la entrega, o con el inicio del siguiente subciclo. La entrega de agua consistió en una gota de agua de 0.01 cc disponible durante 3 s.

La Tabla 1 muestra los diferentes valores de probabilidad de entrega de agua tanto en los subciclos  $t^D$  como en los subciclos  $t^A$ , el número de sesiones en cada condición y el valor de T testada.

**TABLA 1**

FASES EXPERIMENTALES	Diseño Experimental		SESIONES	$\bar{T}$
	$P(t^D)$	$P(t^A)$		
I	1.00	0.00	20	0.5
SONDEO	1.00	0.00	5	0.5
II	0.75	0.25	20	0.5
SONDEO	0.75	0.25	5	0.5
III	0.50	0.50	20	0.5
SONDEO	0.50	0.50	5	0.5
IV	1.00	0.00	10	0.5
V	1.00	0.00	10	0.5
SONDEO	(luz verde)	(luz verde)	5	0.5
	1.00	0.00		
VI	(luz verde)	(luz verde)	10	0.5
	1.00	0.00		
SONDEO	(luz verde)	(luz roja)	5	0.5
	1.00	0.00		
	(luz verde)	(luz roja)		

Muestra como se programaron las distintas probabilidades de la entrega de agua para las fases experimentales y los sondeos. Se muestran también las diferentes fases experimentales y sonedos programados.

## RESULTADOS

La Figura 1 muestra la frecuencia promedio de respuestas por minuto y el porcentaje de reforzadores perdidos por sesión para cada una de las cuatro ratas. Se puede observar que dos de los sujetos (a72 y a73) mostraron un incremento gradual en la frecuencia de respuesta a lo largo de las primeras tres fases experimentales, mientras que los sujetos a74 y a75 incrementaron la frecuencia de respuesta sólo durante la segunda fase, manteniendo la ejecución durante la fase 3. Los sujetos a72 y a75 mostraron una mayor frecuencia de respuesta, entre 7 y 10 respuestas por minuto durante la fase 3, mientras que los sujetos a73 y a74 mostraron ejecuciones de sólo 1 a 3 respuestas por minuto en promedio, aunque el sujeto a73 mostró una sesión arriba de las 5 respuestas por minuto. Además, se observó una diferencia en la frecuencia de respuesta en cada uno de los subciclos. Todos los sujetos mostraron una frecuencia ligeramente mayor en  $t^{\Delta}$  que en  $t^D$  a lo largo de las fases experimentales, excepto en la fase 3, en que hubo un solapamiento de las frecuencias locales de respuesta. El incremento relativo de la respuesta en  $t^{\Delta}$  se hizo más evidente a partir de la fase 4 de redeterminación y las fases 5 y 6 con estímulos correlacionados. Sin embargo, los incrementos de respuesta en  $t^{\Delta}$  siempre covariaron con incrementos de respuesta en  $t^D$ . En los sondeos se observó una función decreciente en la frecuencia de la respuesta en ambos subciclos, siendo más pronunciado el efecto durante  $t^{\Delta}$ .

Todos los sujetos perdieron un porcentaje elevado de reforzadores (entre el 40 y 100%). En los sujetos a72, a74 y a75 se observó un decremento en el porcentaje de reforzadores perdidos entre sesiones a lo largo de las primeras tres fases experimentales (variación entre fase de los valores de probabilidad de reforzamiento para ambos subciclos). Durante la fase de redeterminación (fase 4) y las fases con estímulos asociados a los subciclos (fase 5 y 6) con probabilidad de 1.0 y 0.0 para  $t^D$  y  $t^{\Delta}$  respectivamente, los sujetos mostraron una mayor efectividad en la entrega de reforzadores, mostrando una menor variabilidad y disminuyendo el rango del porcentaje de reforzadores perdidos (20-60%). En algunas sesiones, el sujeto a73 perdió alrededor del 80% de reforzadores en las primeras tres fases; posteriormente se observó una reducción en el porcentaje de reforzadores perdidos a partir de la fase 4. Resulta interesante resaltar que el porcentaje de reforzadores perdidos es similar en  $t^D$  y en  $t^{\Delta}$  en todos los sujetos. En dos de los sujetos, a73 y a74 se observó un mayor porcentaje de reforzadores perdidos en las primeras sesiones de la fase 6 con estímulos diferenciales.

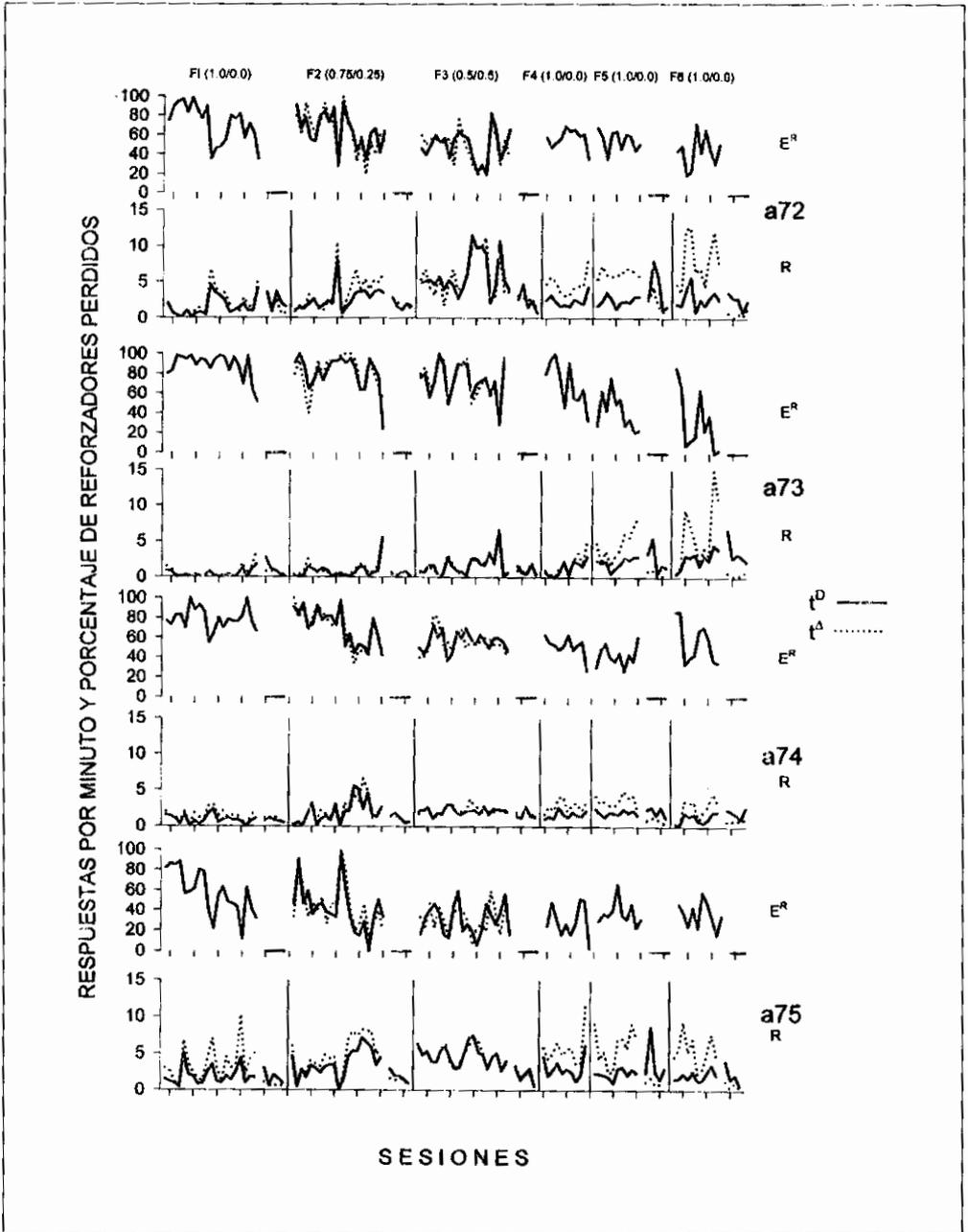


Figura 1: Se muestran los promedios de respuesta por minuto y el porcentaje de reforzadores perdidos para cada rata durante todas las sesiones del experimento.

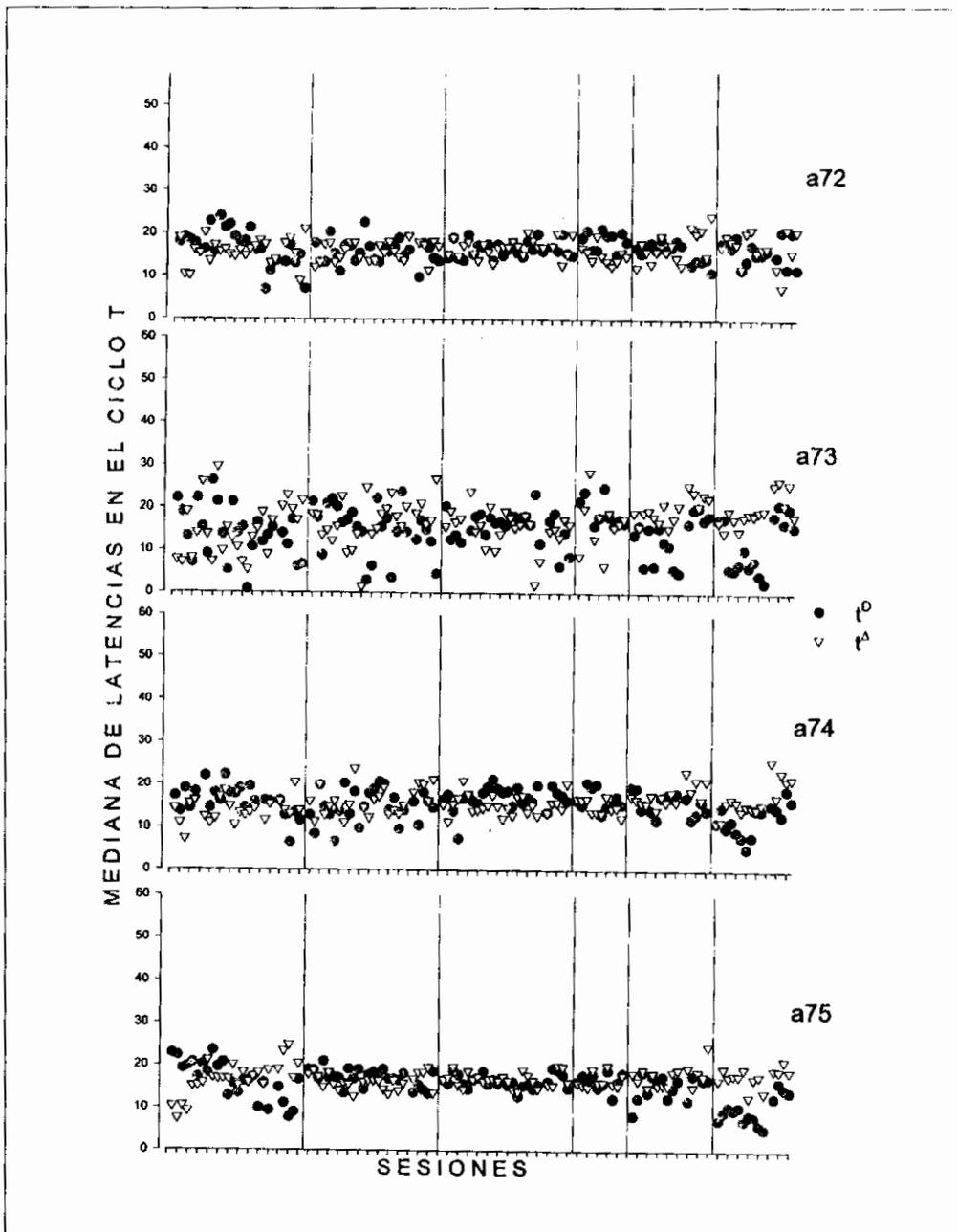


Figura 2: Se muestra el valor mediano de las latencias en el ciclo T para cada una de las ratas durante todas las sesiones experimentales.

La Figura 2 muestra las medianas individuales de la latencia de respuesta en los dos subciclos en cada sesión de las distintas fases experimentales y sondeos. Con excepción del sujeto a73, se observó que todos los sujetos mostraron una latencia estable a través de las sesiones experimentales y de sondeo ( $\pm 10 - 20$  s). La única excepción ocurrió en la fase 6 (con estímulos diferenciales correlacionados con cada subciclo), en la que tres de los cuatro sujetos (a73-75) mostraron un decremento en la latencia de respuesta en el subciclo  $t^D$ , y un incremento en el subciclo  $t^A$ . El sujeto a73 mostró variabilidad en latencias entre sesiones a lo largo de todo el experimento.

La Figura 3 muestra el promedio de respuestas por sesión en el ciclo T en función del número de los reforzadores obtenidos en los primeros 15 ciclos de cada sesión. Los ángulos indican el valor promedio de entregas de agua obtenidas y el valor promedio del número de respuestas totales para cada rata. Con excepción del sujeto a74, que mostró datos similares en las diferentes fases experimentales, en el resto de los sujetos el número total de respuestas por sesión incrementó, con aumentos en el número de reforzadores obtenidos en los primeros ciclos. En las primeras tres fases, se observó un incremento gradual del número de respuestas y el número de reforzadores obtenidos. Para los sujetos a72 y a73 los incrementos fueron más pronunciados a partir de la fase 6.

La Figura 4 muestra el promedio de entregas de agua por sesión en ambos subciclos como una función de la frecuencia promedio de respuestas por minuto en cada fase experimental. En el subciclo  $t^D$  el número de reforzadores incrementó en relación directa con el incremento en la frecuencia de respuestas a lo largo de todas las fases. En el subciclo  $t^A$ , se observó una función similar aunque menos pronunciada que en  $t^D$  en las fases 2 y 3, donde la probabilidad de reforzamiento fue mayor. A partir de la fase 2, se dió un ligero incremento en la frecuencia de respuestas en el subciclo  $t^A$ . Esta tendencia se volvió más marcada para todos los sujetos, excepto el sujeto a74, en las fases 5 y 6 con estímulos asociados. El incremento de entregas de agua en  $t^D$  fue mayor en las tres últimas fases con probabilidades contrastadas en ambos subciclos.

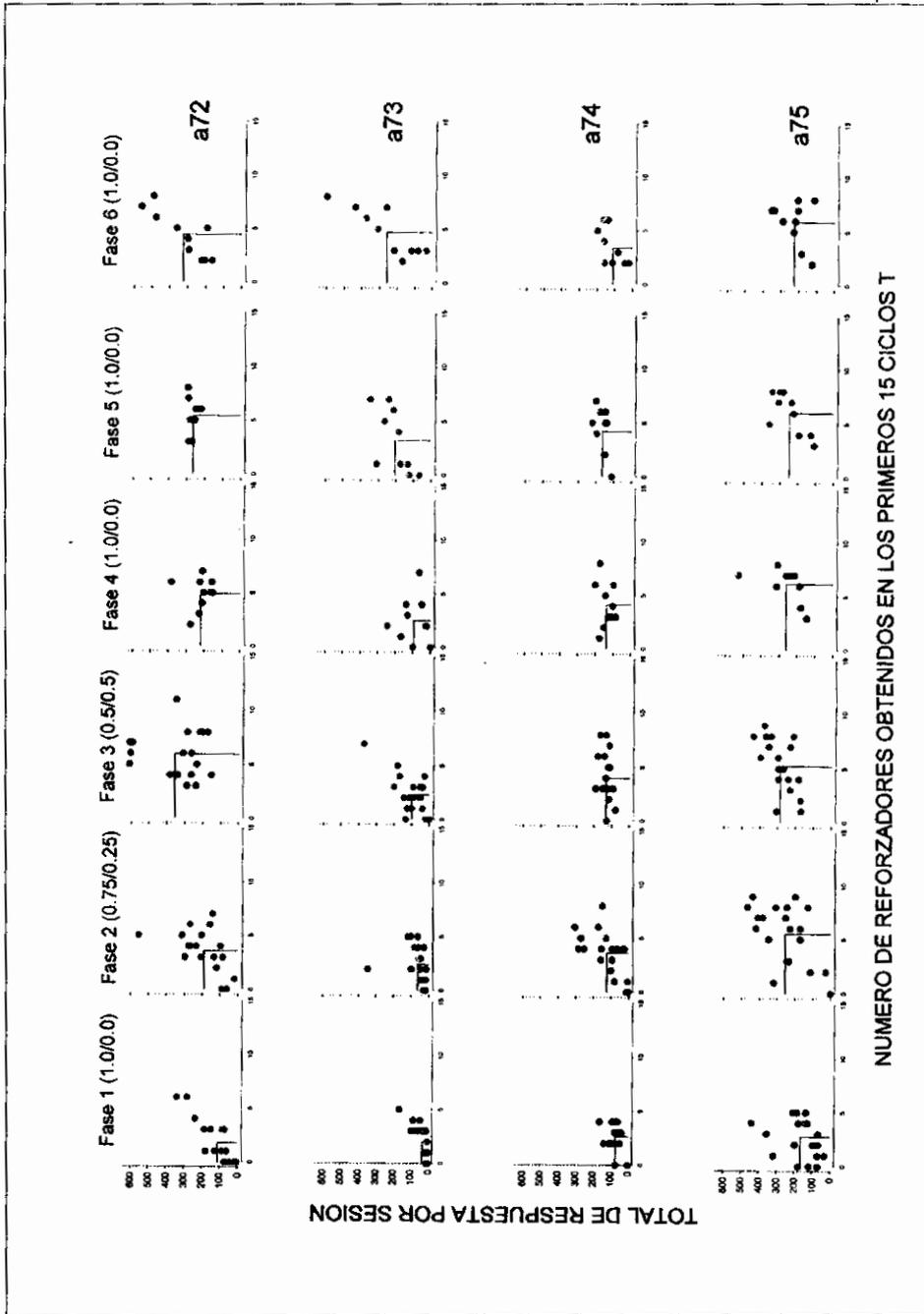


Figura 3: Se muestra el total de respuestas por sesión como una función del número de reforzadores obtenidos en los primeros 15 ciclos T en cada fase experimental para cada una de las ratas.

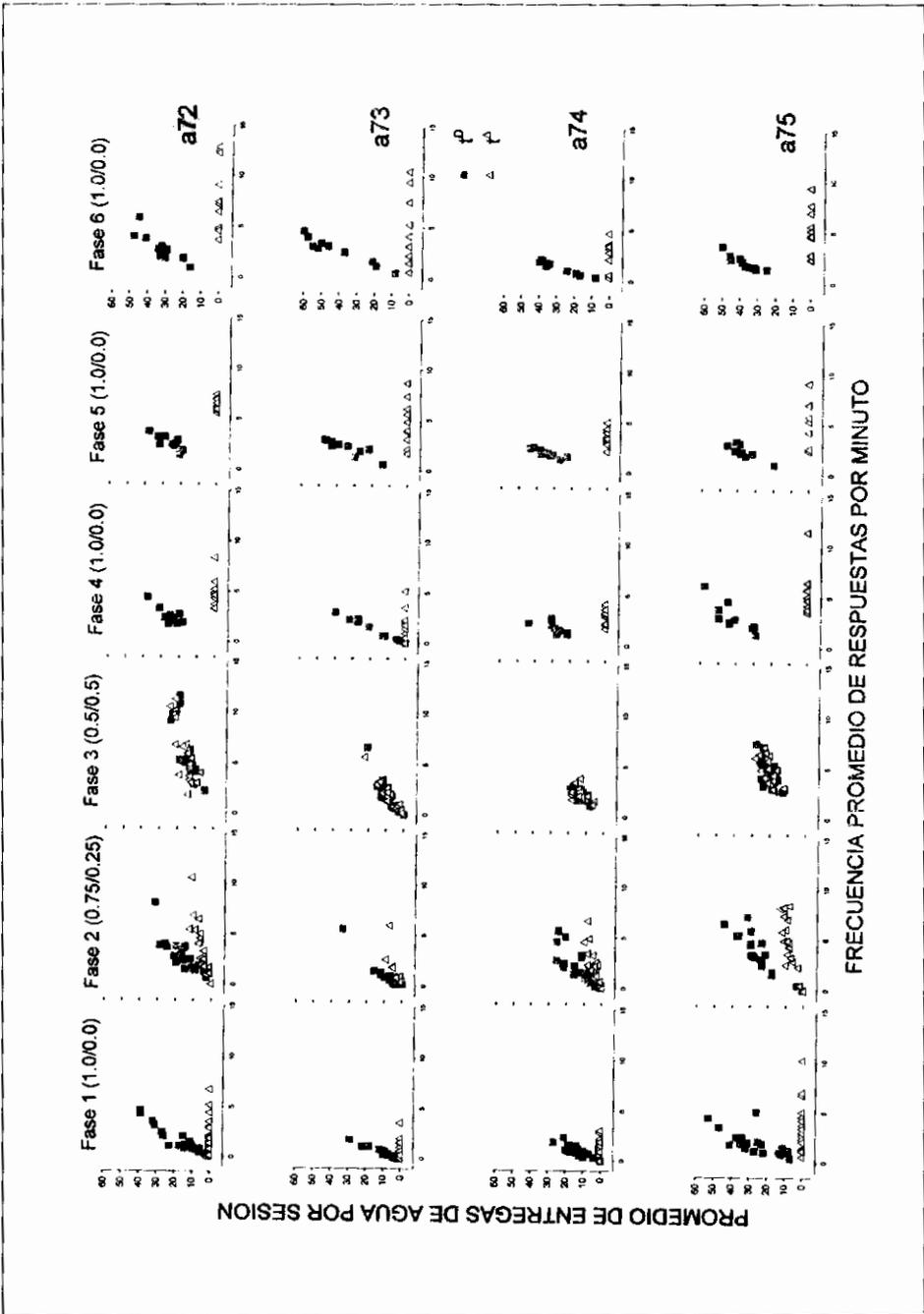


Figura 4: Se muestra el promedio de entregas de agua por sesión como una función de la frecuencia promedio de respuesta por minuto en cada fase experimental para cada una de las ratas.

La Figura 5 muestra el porcentaje de ocurrencia de tres tipos de frecuencia de respuesta (cero respuestas, una respuesta y más de una respuesta) en los subciclos  $t^D$  y  $t^A$ , en bloques consecutivos de 5 sesiones para cada rata. A la derecha se encuentran las distribuciones para el subciclo  $t^D$  mientras que las distribuciones para  $t^A$  se encuentran al lado izquierdo de la gráfica. Se observa que todos los sujetos mostraron porcentajes muy altos de ciclos sin respuesta tanto en  $t^D$  como en  $t^A$ , y que este efecto tendió a disminuir a lo largo del transcurso de las sesiones y las fases. La única excepción se observó en el sujeto a75, que mostró un porcentaje mayor de ciclos con más de una respuesta. Con la variación en los valores de la probabilidad de reforzamiento (fases 1,2 y 3), se observó un incremento paulatino en el porcentaje de ciclos con una o más de una respuesta en ambos subciclos. En las fases 4 y 5 los cuatro sujetos a72, a74 y a75 mantuvieron su ejecución, mientras que el sujeto a73 siguió incrementando el porcentaje de ciclos con más de una respuesta. La introducción de estímulos diferenciales (fase 6) tuvo un efecto en dos sujetos (a72 y a73), los cuales mostraron una disminución en el porcentaje de ciclos con una respuesta y un incremento en los ciclos con más de una respuesta. Este efecto fue más pronunciado en  $t^A$ .

La Figura 6 muestra las medianas de la duración de la pausa post-reforzamiento en subciclos seguidos por uno o más subciclos reforzados tanto en  $t^D$  como en  $t^A$ , y subciclos seguidos por uno o más subciclos no reforzados en  $t^D$  y  $t^A$ , para cada rata. Estos datos muestran que bajo las condiciones de probabilidad contrastada (fases 1, 4, 5 y 6), los valores de las pausas post-reforzamiento fueron más elevadas para aquellos ciclos seguidos por uno o más ciclos no reforzados. Esta condición se acentuó en dos sujetos (a73 y a74) a partir de la introducción de estímulos no diferenciales y para todos los sujetos en la fase 6, con estímulos diferenciales asociados. Durante la fase 2, se observó un valor de pausa post-reforzamiento un poco mayor en los ciclos seguidos por uno o más ciclos no reforzados en el subciclo  $t^D$ , y un efecto opuesto en el subciclo  $t^A$ , en el que el valor de la pausa post-reforzamiento fue ligeramente mayor en los subciclos seguidos por uno o más ciclos reforzados. Este efecto desapareció en la fase 3, de probabilidades equivalentes en ambos subciclos.

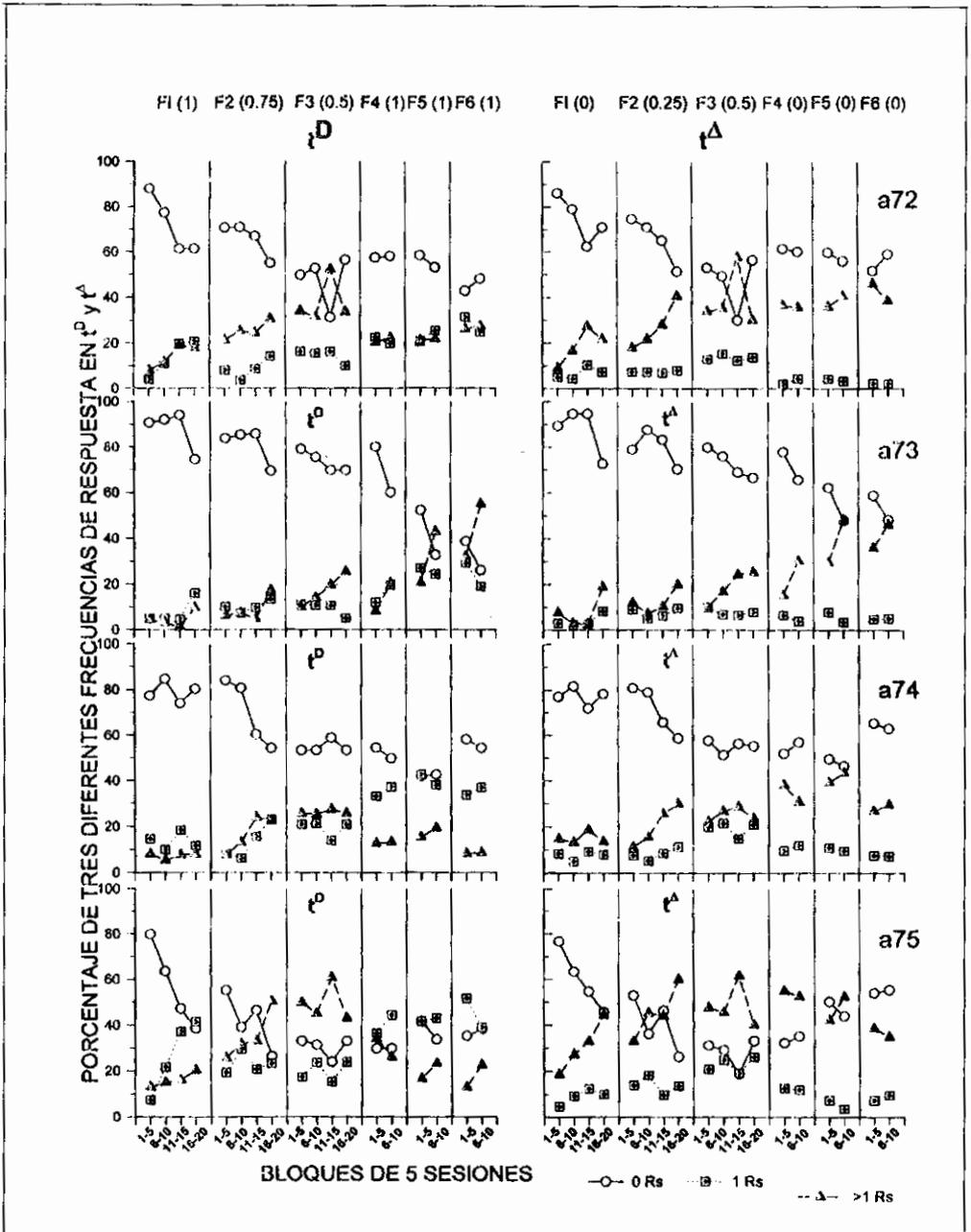


Figura 5: Se muestran los porcentajes de tres diferentes frecuencias de respuesta en  $t^D$  y  $t^Δ$  en bloques consecutivos de 5 sesiones para cada rata.

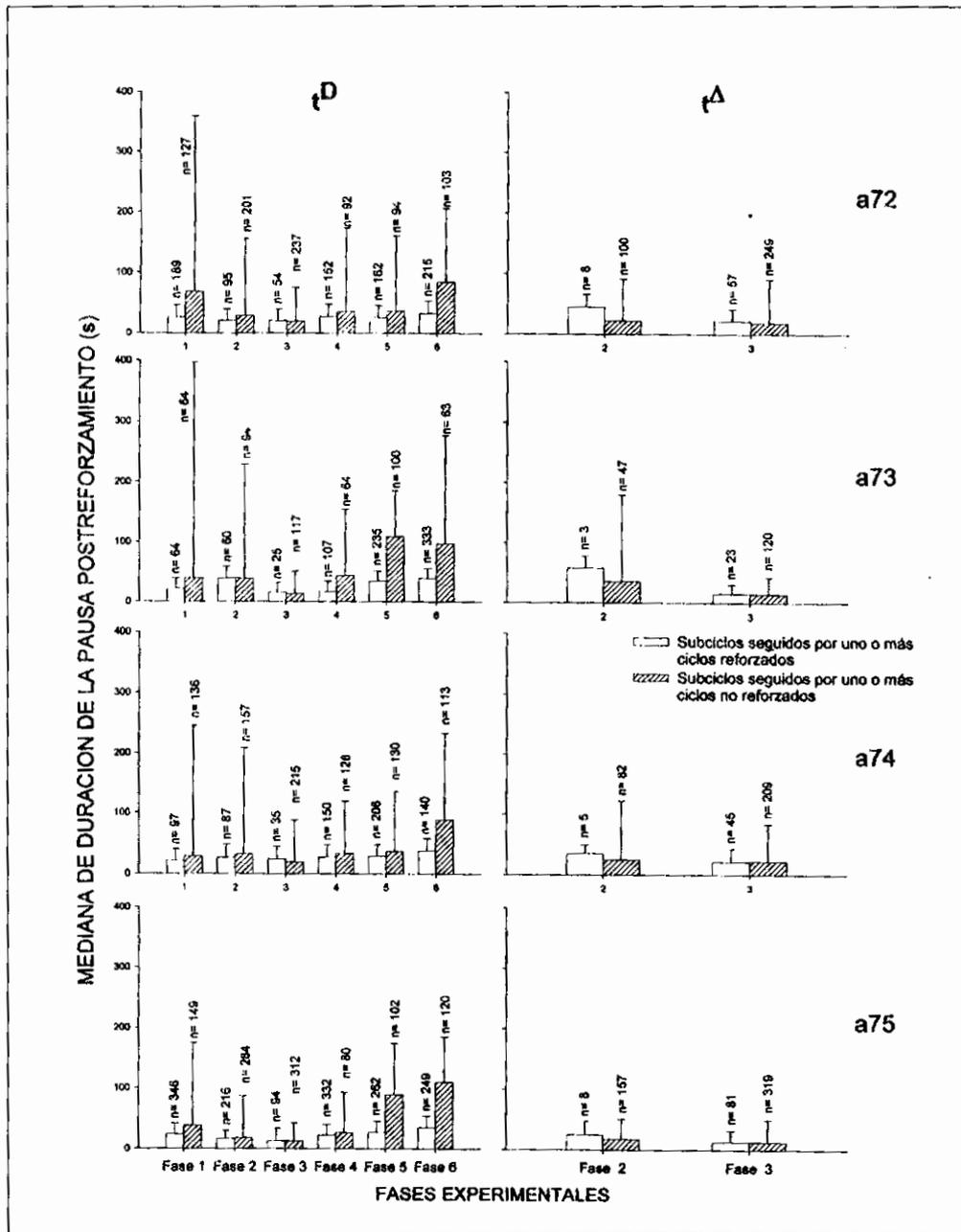


Figura 6: Duración mediana de pausa post reforzamiento seguidos por uno o más ciclos reforzados o no reforzados en los subciclos t<sup>D</sup> y t<sup>A</sup> en cada fase experimental para cada una de las ratas.

## DISCUSION

Los resultados de este estudio confirman hallazgos previos en los que la disminución de la probabilidad programada de reforzamiento incrementó la frecuencia de respuesta (Ribes y Torres, 1996, 1997; Ribes, Torres y Piña, 1999 y Ribes, Torres y Mayoral, 2000a y b). Se replicó también la igualación en la frecuencia de respuestas en los subciclos  $t^D$  y  $t^A$  cuando el valor de las probabilidades de reforzamiento en ambos subciclos fue el mismo (fase 3 con  $P = 0.5$ ) (Ribes, Torres y Piña, 1999). De igual manera, se obtuvieron ejecuciones diferenciales bajo valores de probabilidad de reforzamiento de 1.0 y 0.0 en  $t^D$  y  $t^A$ , respectivamente, pero en dirección opuesta a lo esperado, pues fue mayor la frecuencia de respuesta en  $t^A$  que en  $t^D$ . Esta diferencia se acentuó a partir de la fase 4 de redeterminación. En las fases 5 y 6 de estímulos correlacionados no diferenciales y diferenciales, respectivamente, la frecuencia de respuesta aumentó más en el subciclo  $t^A$  que en el subciclo  $t^D$ . Ribes, Torres y Mayoral (2000b, 2002) y Ribes, Torres, Mayoral e Ibáñez (2000) mencionan que este efecto difícilmente puede atribuirse al desarrollo de un patrón de respuestas tipo “festón” iniciado en el subciclo  $t^A$  debido a que, como ocurrió en el presente estudio, siempre se observan latencias de respuestas durante  $t^D$  mayores a los 10 s. De existir un patrón tipo festón, las latencias de respuesta en  $t^D$  serían muy cercanas a 0.

En este estudio, el incremento de la frecuencia de respuesta con disminución en la probabilidad programada de agua se dio solo en la mitad de los sujetos. Sin embargo, se trata de un efecto aparente, pues la probabilidad programada y la probabilidad efectiva no coincidieron, dado el alto porcentaje de reforzadores perdidos principalmente en las dos primeras fases. De hecho, los resultados muestran que la entrega de agua aumentó con el incremento en la frecuencia de respuesta, y que este efecto se acentuó con la presentación de los estímulos correlacionados con cada subciclo. De igual manera, la frecuencia de respuesta por sesión aumentó en función del porcentaje de entregas de agua en los primeros quince ciclos de cada sesión, lo que subraya que la frecuencia de respuesta varió en ambos subciclos de acuerdo con la frecuencia de entregas efectivas de agua y no de su probabilidad programada.

Los datos de este experimento sugieren que la frecuencia de respuesta en  $t^A$  depende de la frecuencia de respuesta en  $t^D$ . Aunque se observaron grandes variaciones de frecuencia de respuesta entre sesiones en cada sujeto, las frecuencias de respuesta en  $t^D$  y  $t^A$  tendieron a covariar. Todos los incrementos en  $t^A$  acompañaron a incrementos en  $t^D$ , lo mismo que en los decrementos de respuesta. Este efecto se observó incluso en los períodos de sondeo, en que el agua se entregó de manera no contingente a la respuesta. A pesar de que en estos períodos, la frecuencia de respuesta en  $t^A$  fue menor que en  $t^D$ , también hubo un decremento de la respuesta en este último subciclo. De igual manera,

se encontró que en casi todos los ciclos en que no se dio respuesta en  $t^D$ , tampoco ocurrió respuesta en  $t^A$ . Por el contrario, cuando ocurrió más de una respuesta en el subciclo  $t^D$ , también ocurrió más de una respuesta en el subciclo  $t^A$  correspondiente. Un efecto semejante se observó con la longitud de la pausa post-reforzamiento, que tendió a aumentar después de dos o más ciclos no reforzados, es decir, de un aumento en el valor del intervalo entre reforzadores. Al aumentar el valor de la pausa post-reforzamiento en  $t^D$ , disminuyó la frecuencia de respuesta en  $t^D$  y en el subciclo  $t^A$  sucesivo. Estos datos sugieren que la frecuencia respuesta en  $t^A$  es afectada directamente por la frecuencia de respuesta en  $t^D$ .

Los programas temporales de reforzamiento tienen dos características distintivas. Por una parte, la probabilidad de reforzamiento se programa de manera aleatoria, de modo que no se puede anticipar en que ciclo está disponible un reforzador. Por otra, el reforzador tiene una disponibilidad diferencial en cada uno de los subciclos del ciclo, y la ausencia de respuesta en el tiempo correspondiente, produce la pérdida u omisión del reforzador. De este modo, el programa empleado en este experimento durante las fases no correlacionadas con estímulos, puede equipararse a un programa de intervalo aleatorio (IR) (Millenson, 1966), cuyos valores dependen del valor de la probabilidad de reforzamiento (que puede programar dos reforzadores en un solo ciclo inclusive), del valor de los subciclos, y de la ocurrencia o no de una respuesta en los subciclos con disponibilidad de reforzamiento. Cuando se introdujeron estímulos no diferenciales o diferenciales, el programa puede ser comparado con un programa mixto IR-extinción o un múltiple IR-extinción, respectivamente, con la diferencia de que el componente IR es de solo un subintervalo y que la ausencia de una respuesta en cada subintervalo produce la omisión del reforzador disponible. Considerando lo anterior, es razonable suponer que la variabilidad observada entre sesiones y entre sujetos en la frecuencia de respuesta se debe a la variabilidad temporal en la entrega del agua, debida a la interacción de la aleatoriedad de la probabilidad de reforzamiento, la ausencia de respuestas en los subciclos con disponibilidad, y el valor de cada uno de los subciclos. Cuando las ratas obtuvieron un alto porcentaje de reforzadores en los primeros ciclos de la sesión, se incrementó la respuesta tanto en el subciclo  $t^D$  como en el  $t^A$ . Sin embargo, las características del programa no facilitan una ejecución estable comparable a las de los programas de reforzamiento tradicional. En los programas temporales, la estabilidad se manifiesta en las covariaciones de frecuencia de respuesta en  $t^D$  y  $t^A$  y en el nivel de la frecuencia de respuesta en la sesión dependiendo del número inicial de ciclos reforzados. Con el aumento en el tiempo de exposición al programa (incluso con cambios en los valores de probabilidad del reforzamiento), las ratas tienden a perder menos reforzadores debido al aumento de las frecuencias locales de respuesta en los inicios de sesiones sucesivas. La presentación de los estímulos correlacionados con cada subciclo

reduce la frecuencia de respuesta disminuyendo el porcentaje de reforzadores perdidos, lo que sugiere que su función consiste en distribuir temporalmente la respuesta de manera más apropiada a la distribución de los reforzadores.

Esta interpretación descarta que las frecuencias elevadas de respuesta en  $t^A$  puedan atribuirse a un efecto similar al de omisión o porcentaje de reforzamiento (Jensen & Fallon, 1973; Neuringer & Chung, 1967; Staddon & Innis, 1969). La falta de un patrón estable de entrega de los reforzadores y la disminución de la frecuencia de respuesta en  $t^A$  con disminuciones en  $t^D$  hacen poco plausible esta posibilidad. De igual manera se descarta una interpretación en términos de una discriminación temporal, en la que la respuesta reforzada en  $t^D$  fuera la respuesta terminal de un festón iniciado en  $t^A$ . La constancia de las latencias de respuesta en  $t^D$  y  $t^A$  en rangos de 10 a 20 segundos sugieren que no hay continuidad en las ejecuciones entre ambos subciclos.

## BIBLIOGRAFIA

- Bruner, C.A. (1981) The effect of cycle length, inter-stimulus interval and probability of reinforcement in autoshaping. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 7, 149-157.
- Carpio, C. A. (1989) *Efectos de la variación de la probabilidad y la disponibilidad temporal relativa de reforzamiento en programas temporales, señalados y no señalados de distinta duración*. Tesis de Maestría, UNAM.
- Carpio, C.A., González, R. & Ribes, E. (1986) Probabilidad de reforzamiento y su señalización en un programa definido temporalmente. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 12, 89-104.
- Ferster, C.B. & Skinner, B.F. (1957) *Schedules of reinforcement*. New York: Appleton Century Crofts.
- Jensen, C. & Fallon, D. (1973) Behavioral aftereffects of reinforcement and its omission as function of reinforcement magnitude. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 19, 459-468.
- Martin, J.M. (1971) *Temporally defined schedules of stimulus correlations*. Tesis Doctoral, City University of New York.
- Millenson, J.R. (1966) Probability of response and probability of reinforcement in a response defined analogue of an interval schedule. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 9, 87-94.
- Neuringer, A.J. & Chung, S. (1967) Quasi-reinforcement: control of responding by percentage-reinforcement schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 10, 45-54.
- 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 discriminated limited-hold temporal schedule does not produce stimulus control. *Behavioral Processes*, 59, 131-146.
- Ribes, E., Torres, C., Mayoral, A. & Ibañez, J. (2000) Effects of auditory stimuli correlated with different

- probabilities of water delivery in a limited-hold temporal schedule. *Behavioral Processes*, 52, 49-59.
- 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 Comportamental*, 7, 5-29.
- Schoenfeld, W.N. & Cole, B.K. (1972) *Stimulus schedules: the t-tau systems*. New York: Harper & Row Publishers.
- Schoenfeld, W.N., Cununing, W.W. & Hearst, E. (1956) On the classification of reinforcement schedules. *Proceedings of the National Academy of Science*, 42, 536-570.
- Skinner, B.F. (1938) *The Behavior of organism*. New York: Appleton Century Crofts.
- Staddon, J.E.R. & Innis, N.K. (1969) Reinforcement omission on fixed-interval schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 12, 689-700.
- Terrace, H.S. (1966) "Stimulus Control". En W.K. Honig (Ed.) *Operant Behavior: Areas of research and application*. pp. 271-344. New York: Appleton Century Crofts.

## RESUMEN

Se evaluaron los efectos de la variación inicial de probabilidades complementarias de reforzamiento (1.0-0.0, 0.75-0.25, 0.5-0.5 y 1.0-0.0 para  $t^D$  y  $t^P$ , respectivamente) sin señalización y de la introducción posterior de estímulos no diferenciales (luz verde en ambos subciclos) y diferenciales (luz verde para  $t^D$  y luz roja para  $t^P$ ) bajo probabilidades contrastadas (1.0-0.0) en programas temporales. Los resultados obtenidos confirman que la variación de la probabilidad de reforzamiento tiene un efecto inversamente proporcional en la frecuencia de respuesta, aún en condiciones de no señalización. Bajo condiciones de probabilidad de reforzamiento contrastado se observó una frecuencia de respuesta mayor durante  $t^D$  que durante  $t^P$ , independientemente de la ausencia o presencia de estímulos correlacionados. En presencia de los estímulos diferenciales se observó una menor frecuencia y variabilidad del responder en  $t^P$ . Se examinan los resultados en términos de la discriminabilidad de las probabilidades de reforzamiento en cada subciclo y del número de entregas de agua obtenidas en los ciclos iniciales de cada sesión.

Palabras clave: Probabilidad de reforzamiento, frecuencia de respuesta, control de estímulo, programas temporales, ratas.

## ABSTRACT

An experiment was conducted to evaluate the effects on temporal schedules of the initial variation of complementary probabilities of reinforcement (1.0-0.0, 0.75-0.25, 0.5-0.5 y 1.0-0.0 for  $t^D$  and  $t^P$ , respectively) without correlated stimuli, and the subsequent introduction of non differential stimuli (green light in both subcycles), and differential stimuli (green light for  $t^D$  and red light for  $t^P$ ) under contrasted probabilities of reinforcement (1.0-0.0). The results confirm that probability of reinforcement had an inversely-proportional effect on response frequency, even when no signal was present. Under contrasted values of probability of reinforcement the highest response frequency was observed during  $t^D$ , independently of correlated stimuli. Under differential stimuli, response frequency and response variability decreased in  $t^P$ . Results are discussed in terms of the discriminability of probabilities in each subcycle and the number of water deliveries obtained in the initial cycles of each session.

Key words: Probability of reinforcement, response frequency, stimulus control, temporally defined schedules, rats.