

Discriminación y generalización temporal en automoldeamiento: transición y estado estable

(Temporal discrimination and generalization in autoshaping: transition and steady states)

Francisco Fernández Serra, M^a Francisca Arias Holgado y Luis E. Gómez Sancho

Universidad de Sevilla

Es un hecho bien conocido que los animales son capaces de discriminar la duración de los eventos ambientales y adaptar su comportamiento a las dimensiones temporales del medio (ver Richelle y Lejeune, 1980, para una extensa revisión clásica y Roberts, 2002, para un tratamiento más reciente). El estudio de la discriminación temporal constituye un prolífico ámbito de investigación que ha dado lugar al desarrollo de modelos teóricos específicos, siendo los más influyentes aquellos que incorporan algún tipo de reloj interno o marcapasos como mecanismo explicativo del ajuste temporal de la conducta. En esta línea cabe destacar la teoría escalar de la expectativa (Gibbon, 1977, 1991; Gibbon y Church, 1984, 1990) entre los modelos cognitivos y, dentro de las aproximaciones conductuales, la teoría conductual de la medición del tiempo (Killcen y Fetterman, 1988; Fetterman y Killcen, 1991). En el momento de su aparición, los modelos teóricos mencionados pusieron de manifiesto la insuficiencia de las teorías asociativas del condicionamiento para integrar los factores temporales implicados en el aprendizaje (tales como las teorías de Mackintosh, 1975; Pearce y Hall, 1980; Rescorla y Wagner, 1972) pero, al mismo tiempo, favorecieron que el análisis de la discriminación temporal se desarrollara al margen de otros fenómenos de aprendizaje y condicionamiento. Recientemente esta tendencia parece haberse modificado y han surgido propuestas teóricas y evidencias empíricas que toman en consideración tanto los factores temporales, como los mecanismos asociativos y no asociativos del aprendizaje (por ejemplo, Balsan. Drew y Yang, 2002; Dragoi, Staddon, Palmer y Buhusi, 2003; Gallistel y Gibbon,

2000; Kirkpatrick y Church, 1998, 2000; Machado, 1997; Savastano y Miller, 1998; Staddon y Higa, 1999). Sin embargo, exceptuando el reciente modelo de Dragoi *et al.* (2003), estos nuevos abordajes siguen arrastrando, a nuestro juicio, dos de los problemas ya presentes en previos modelos de discriminación temporal. Por un lado, hacen recaer el proceso de discriminación temporal en alguno o varios mecanismos inferidos, tales como un reloj interno o marcapasos, un mecanismo de memoria y un proceso de decisión que, aunque les hace potentes heurísticamente, también les hace perder parsimonia. Por otro lado, en general dichos modelos se han centrado en la ejecución en el estado estable de los sujetos y, por consiguiente, han desatendido el proceso de adquisición de la discriminación temporal y los estados de transición.

El planteamiento teórico que subyace al presente trabajo se ubica en una perspectiva diferente a la de las propuestas teóricas acabadas de referir. Como ya hace tiempo señalaron algunos autores (Catania, 1970; Elsmore, 1971; Skinner, 1938; Staddon, 1965; Stubbs, 1979; Zeiler, 1977, entre otros), el abordaje del control de la conducta por la duración de los estímulos supone considerar a la dimensión temporal como una propiedad más de los eventos ambientales, aunque los organismos no cuenten con un receptor sensorial obvio para su detección. Siguiendo esta concepción, la duración, en tanto propiedad estimular, es comparable a las dimensiones sensoriales de los estímulos, tales como forma, color, tamaño, intensidad, brillo, frecuencia, etc. A partir de esas propiedades sensoriales han sido extensamente estudiados fenómenos clásicos de la psicología del aprendizaje como la discriminación y la generalización, dentro del marco general conocido a partir de Terrace (1966a) como control de estímulos (para revisiones ver, por ejemplo, Arias, Benjumea y Fernández Serra, 1997; Honig y Urcuioli, 1981; Mostofsky, 1965; Rilling, 1977). Como consecuencia, nada impide que la discriminación y generalización temporal sean abordadas desde dicho marco teórico-experimental ya que, a la vez que general, se nos antoja más parsimonioso que cualquiera de los planteamientos teóricos que mencionamos con anterioridad.

Los iniciales trabajos experimentales centrados sobre la discriminación y generalización temporal se llevaron a cabo combinando, de forma más o menos explícita, técnicas procedentes de la tradición psicofísica y programas operantes de reforzamiento (por ejemplo, Catania, 1970; Catania y Reynolds, 1968; Elsmore, 1971; Reynolds y Catania, 1962; Stubbs, 1968; para revisiones ver: Fernández Serra y Arias, 1993; Lejeune, 1993; Roberts, 1998). Uno de los procedimientos experimentales más empleados es el de producción de respuestas. La técnica más simple de producción consiste en presentar ensayos en los que el reforzador aparece ante la primera respuesta dada por el sujeto después de un tiempo preestablecido, tiempo durante el que un estímulo está constantemente presente. Esto, naturalmente, no es otra cosa que un programa señalado de Intervalo Fijo (IF) con ensayos discretos. La evolución diferenciada de la

tasa de respuesta a lo largo del intervalo, ya se presente con las características de pausa inicial y posterior aceleración progresiva de respuestas (Ferster y Skinner, 1957) o bajo un patrón consistente en una abrupta transición desde un periodo inicial sin respuestas a otro con respuestas (Church, Meck y Gibbon, 1994), se toma aquí como medida de la discriminación temporal, como índice de que el tiempo subjetivo se aproxima al criterio temporal entrenado.

Los anteriores ensayos discretos y señalados de IF pueden ser utilizados como ensayos base para otro procedimiento de producción algo más sofisticado. Éste consiste en intercalar ocasionalmente entre los ensayos base de una sesión experimental otros diferentes que llamamos ensayos de prueba. En estos ensayos el estímulo entrenado vuelve a estar presente pero perdura sensiblemente más tiempo que en los ensayos base y no va seguido del reforzador (programa en extinción de un Tiempo Fijo -TF- más largo que el IF del ensayo base). El procedimiento acabado de describir fue originalmente utilizado en el ámbito del condicionamiento clásico por Bitterman (1964) y en el condicionamiento operante por Catania (1970). Pero fue a partir de su utilización por Roberts (1981) cuando se produjo su popularización y comenzó a ser conocido como procedimiento del máximo de respuestas o procedimiento del vértice. Dicho procedimiento debe su nombre al hecho de que permite observar en qué instante (tiempo vértice) dentro de los ensayos de prueba presenta el sujeto la mayor tasa de respuesta (tasa vértice), instante que hace posible inferir cuándo estima el sujeto que aparecerá el reforzador (Lejeune, 1990, 1993).

Los datos obtenidos tras la utilización del procedimiento del vértice suelen representarse mediante un gradiente de generalización temporal construido a partir de las tasas de respuesta obtenidas a lo largo de los distintos instantes de los ensayos de prueba. El vértice o tasa máxima de respuesta viene a coincidir con la duración reforzada del estímulo (E+) en los ensayos base y decrece, progresiva y simétricamente, a lo largo del tiempo conforme nos alejamos de la duración reforzada. A partir de la relativamente precisa coincidencia del vértice del gradiente con la duración reforzada del estímulo, se concluye que existe una buena discriminación de las características temporales de la estimulación utilizada.

Dado que el objetivo primordial de los trabajos que han utilizado el procedimiento del vértice ha consistido en la demostración de las propiedades escalares de la discriminación temporal (Gibbon, 1977; 1991), los gradientes de generalización resultantes se caracterizan, generalmente, por recoger la actuación promedio de un grupo de sujetos en estado estable (por ejemplo, Cheng y Roberts, 1989, 1991; Meck, 1984; Meck y Church, 1982, 1984; Roberts, 1981, 1982; Roberts, Cheng y Cohen, 1989). Además, siguiendo la pauta iniciada por Roberts (1981), los datos empíricos directos suelen transformarse mediante procedimientos iterativos de ajuste a un estadístico

de tendencia central. Lógicamente, tanto por su objetivo como por el formato de presentación de sus resultados, en la inmensa mayoría de los trabajos sobre discriminación y generalización temporal se ha desatendido el estudio de los estados conductuales de transición. Con ello, se ha dejado fuera el análisis de típicos fenómenos transitorios que aparecen en las pruebas de generalización realizadas con posterioridad a un entrenamiento discriminativo, como el desplazamiento del vértice (Hanson, 1959; Terrace, 1966b): presentación del máximo de respuestas ante un valor de estímulo diferente al expresamente reforzado y en sentido opuesto al del estímulo que no fue reforzado durante la discriminación.

El hecho de que existan escasos informes de investigación sobre la ocurrencia del desplazamiento del vértice a lo largo de la dimensión temporal es comprensible en cuanto, por ejemplo, bajo la lógica de la teoría escalar de la expectativa (Gibbon, 1977, 1991; Gibbon y Church, 1984, 1990), la ocurrencia de dicho fenómeno pudiera interpretarse como un fracaso en la discriminación temporal. No obstante, cabe mencionar el trabajo de Siegel (1967) como el primero en informar del fenómeno de desplazamiento del vértice a lo largo de la dimensión temporal y el realizado por Ohyama, Gibbon, Deich y Balsam (1999) en el que se informa de la obtención de un desplazamiento del vértice (experimentos 1 y 2) hacia el lado opuesto a la duración no reforzada. Sin embargo, en el trabajo de Spetch y Cheng (1998), único estudio diseñado explícitamente para evaluar la aparición del desplazamiento del vértice en un procedimiento de generalización temporal, no se obtuvieron resultados exitosos al respecto.

Por otro lado, aunque en la literatura pueden encontrarse estudios sobre discriminación temporal utilizando técnicas de condicionamiento clásico (por ejemplo, Balsam, *et al.*, 2002; Bitterman, 1964; Brown, Hemmes y Cabeza de Vaca, 1997; Colombo, Broadbent, Taylor y Frost, 2001; Holder y Roberts, 1985; LaBarbera y Church, 1974; Ohyama *et al.*, 1999; Ohyama, Horvitz, Kitsos y Balsam, 2001; Pavlov, 1927; Roberts y Holder, 1984; Rosas y Alonso, 1996; Siegel, 1967), las investigaciones que emplean el procedimiento del vértice son comparativamente muy escasas respecto a las realizadas en condicionamiento instrumental. Hasta donde sabemos, sólo los trabajos de Balsam *et al.* (2002), Bitterman (1964), Colombo *et al.* (2001), Holder y Roberts (1985), Ohyama *et al.* (1999), Ohyama, *et al.* (2001) y de Roberts y Holder (1984) han utilizado dicho procedimiento en situaciones de condicionamiento pavloviano.

Dentro del ámbito del condicionamiento clásico es ampliamente conocido que el procedimiento de automoldeamiento (Brown y Jenkins, 1968) constituye la preparación experimental más utilizada en el terreno del aprendizaje animal cuando se emplean estímulos incondicionales apetitivos (ver Hearst y Jenkins, 1974; Locurto, Terrace y Gibbon, 1981; Schwartz y Gamzu, 1977, para distintas revisiones). A pesar de la multitud de fenómenos que han sido estudiados con dicha preparación, resulta llamativa

la escasa atención prestada a procesos clásicos de control de estímulos en general (ver Weiss y Weissman, 1992, para una detallada revisión) y a la discriminación temporal en particular (pero ver, Brown *et al.*, 1997; Colombo *et al.*, 2001; Ohyama *et al.*, 1999; Ohyama, *et al.*, (2001). Respecto a esta última temática, sólo hemos hallado en la literatura tres trabajos en los que se implemente un procedimiento del vértice en la situación de automoldeamiento: el trabajo de Colombo *et al.* (2001), el de Ohyama *et al.* (1999) y el de Ohyama, *et al.* (2001).

Los tres trabajos acabados de citar asumen la existencia y la lógica del funcionamiento de un reloj interno o marcapasos como mecanismo responsable de la discriminación temporal, siendo su objetivo fundamental la demostración de las propiedades de dicho mecanismo. Así, utilizando palomas a las que se les había efectuado una lesión hipocampal y palomas intactas, el estudio de Colombo *et al.* (2001) perseguía examinar si los sujetos lesionados mostraban un deterioro de la discriminación temporal respecto a los sujetos sin lesión. Por su parte, el principal objetivo del trabajo de Ohyama *et al.* (1999) consistió en demostrar las propiedades escalares de la discriminación temporal, tanto en el establecimiento como en la extinción de la respuesta automoldeada en tórtolas. Finalmente, Ohyama, *et al.* (2001) presentan un estudio farmacológico con el objetivo de mostrar el efecto selectivo de drogas antagonistas y agonistas dopaminérgicas sobre, respectivamente, el retraso o el adelanto producido en el reloj interno. Globalmente, los resultados de estos trabajos mostraron, por un lado, que la tasa máxima de respuestas venía a coincidir con la duración reforzada (tiempo vértice) y, por otro, que las manipulaciones llevadas a cabo afectaron al nivel de respuesta presentado, pero no afectaron al tiempo vértice (caso de las condiciones de lesión y extinción) o no lo hicieron inmediatamente tras su aplicación (caso de la administración de drogas dopaminérgicas). Tales resultados llevan a la conclusión de que los mecanismos de la discriminación temporal son relativamente independientes de los mecanismos del condicionamiento.

Por último, para concluir esta revisión sobre los antecedentes de la discriminación y generalización temporal en automoldeamiento, sólo resta comentar que, en relación con el fenómeno del desplazamiento del vértice y a tenor de los resultados procedentes de los escasos estudios realizados al respecto, éste ha resultado ser un fenómeno bastante elusivo (Bushnell y Weiss, 1980; Nallan, McCoy, Pace y Welch, 1979; Weiss y Dacanay, 1982; Weiss y Weissman, 1992). Sólo los resultados del estudio de Weiss y Weissman (1992) mostraron un robusto desplazamiento del vértice en automoldeamiento a lo largo de la dimensión visual.

Dada la constatada escasez de investigaciones centradas de forma exclusiva en la generalización y discriminación temporal en automoldeamiento, así como la escasez de trabajos en los que se ha obtenido desplazamiento del vértice a lo largo de la dimensión

temporal, su estudio constituyó el objetivo central de este trabajo. Para ello, no sólo nos ocupamos del análisis del control temporal de la conducta durante el estado estable, sino que también nos centramos en el periodo de transición.

MÉTODO

Sujetos

Se utilizaron cinco palomas (*Columba Livia*), adultas, machos y procedentes de un experimento anterior sobre inhibición de demora en automoldeamiento (Fernández Serra, 1990), por lo que ya contaban con una extensa historia de condicionamiento con estímulos de larga duración. Los sujetos fueron mantenidos durante todo el experimento al 75% de su peso *ad libitum*.

Aparatos

Se emplearon cinco cámaras experimentales Letica (modelo LI-830) de 32 cm de largo, 24 de ancho y 27'5 de altura. En el centro del panel frontal de cada cámara y a 19'5 cm del suelo de rejilla se colocó una tecla translúcida de respuestas, de 2'8 cm de diámetro (Letica, modelo LE-200-7); dicha tecla era iluminada con luz roja mediante una lámpara de 24 V y 0'1 a. En cada cámara experimental, debajo de la tecla de respuestas y a 4'85 cm sobre el suelo de rejilla, había un orificio de 4'3 x 3'3 cm que permitía el acceso a un comedero de la marca Letica (modelo LE-200-5). La activación del comedero ponía a disposición de los sujetos una tolva llena de trigo que, simultáneamente a su aparición, se iluminaba mediante una bombilla de 24 V y 0'1 a. Las cámaras experimentales estaban, a su vez, alojadas en cubículos de insonorización (Letica, modelo LI-20); cada cámara de insonorización tenía instalado un extractor que, al mismo tiempo que permitía la renovación del aire del espacio experimental, proporcionaba un ruido blanco durante toda la sesión. Una lámpara de 220 V y 25 W, instalada junto al extractor de la cámara de insonorización, proporcionaba iluminación general del habitáculo a lo largo de toda la sesión experimental, excepto en los momentos en los que se activaba el comedero.

El equipo de control y registro estaba situado en una habitación adyacente a la experimental. Dicho equipo estaba compuesto por un microordenador TRS-80, modelo III y una *interface* LVB de Med Associates. El experimento fue programado mediante un paquete de programación OPN (Emmett-Oglesby, Spencer y Arnoult, 1982).

Procedimiento

Procedimiento simple de producción como Línea Base: automoldeamiento demorado.

A lo largo de las distintas fases de la investigación previa sobre inhibición de demora, los sujetos recibieron un total de 2564 ensayos base de automoldeamiento en los que el Estimulo Condicional (EC) de larga duración consistió en la iluminación de la tecla de respuestas con luz roja durante un tiempo fijo de 32 s. Transcurrido ese tiempo, en el 50% de las ocasiones y siguiendo una secuencia aleatoria, se activaba el comedero, permitiendo a los sujetos el acceso al grano durante 4 s. (Estímulo Incondicional -EI-). Las presentaciones del EC estaban separadas por un intervalo entre ensayos (IEE) de 192 s. durante el que permaneció encendida la luz general de la cámara. Este entrenamiento base puede verse como un procedimiento simple de producción que se diferencia del típico procedimiento operante con ensayos discretos de IF señalados, solamente en la independencia entre respuesta y reforzador que es propia del automoldeamiento.

Finalizada la investigación sobre inhibición de demora, se prolongó el tratamiento básico con el estímulo rojo de 32 s durante 20 sesiones de 26 ensayos cada una. El comportamiento estable de los sujetos bajo las 5 últimas de estas sesiones, fue tomado como *línea base* con la que comparar los efectos de las manipulaciones introducidas en la siguiente fase del experimento.

Procedimiento del vértice: generalización temporal.

Las manipulaciones de esta fase comenzaron al día siguiente a la finalización de las sesiones de línea base. Consistieron en la instauración de un procedimiento del vértice, llevado a cabo a razón de una sesión por día a lo largo de los siete días de cada semana. Las primeras 26 sesiones contaron cada una de ellas con la presentación de 16 ensayos base idénticos a las ocurrencias del EC durante el entrenamiento previo: encendido de la luz de la tecla de respuestas con luz roja durante 32 s con reforzamiento parcial del 50%. Entre los ensayos base se intercalaron 2 ensayos de prueba por sesión, en los que la tecla de respuesta permanecía iluminada en rojo durante 64 s; estos ensayos nunca fueron seguidos del EI. En cada sesión un ensayo de prueba fue precedido por un ensayo base reforzado, mientras que el otro siguió a un ensayo base sin EI. A partir de la sesión 27, incluida, y hasta el final del experimento (sesión 63), se duplicó la duración de las sesiones presentándose en cada una 32 ensayos base y 4 ensayos de prueba con idénticas características a los descritos para las sesiones anteriores. Cada sujeto recibió a lo largo del experimento un total de 200 ensayos de prueba. El IEE que precedió tanto a los ensayos base como a los de prueba fue siempre el mismo e idéntico al de las sesiones de la primera fase: 192 s. Por último, tanto los ensayos base como los de

prueba se dividieron internamente en tantos componentes o unidades de registro como segundos duraban los estímulos.

RESULTADOS

Procedimiento simple de producción como Línea Base: automoldeamiento demorado.

El comportamiento estable de los sujetos en los ensayos base de 32 s se representa en la figura 1. Como puede observarse, se generó un patrón progresivamente acelerado de respuestas a lo largo del EC, con las tasas máximas coincidiendo con la finalización del estímulo. Este resultado fue similar al de otras investigaciones previas en automoldeamiento que emplearon reforzamiento parcial (por ejemplo, Gibbon, Locurto y Terrace, 1975; Gibbon, Farrell, Locurto, Duncan y Terrace, 1980) o utilizaron EE.CC. de larga duración (por ej., Gibbon, Baldock, Locurto, Gold y Terrace, 1977). Dicho patrón conductual es también básicamente coincidente con los obtenidos a menudo con palomas bajo programas independientes de la respuesta o programas de tiempo (por ejemplo, Appel y Hiss, 1962; Lowe y Harzem, 1977; Zeiler, 1968). Tal coincidencia no es extraña si tenemos en cuenta que, visto desde la óptica operante, un procedimiento de automoldeamiento con ensayo fijo no es otra cosa que un programa señalado de TF con ensayos discretos. A partir de estos datos podemos concluir que los sujetos manifiestan en estado estable una buena discriminación temporal del estímulo entrenado, produciendo la mayor cantidad de respuestas justo en el instante final del EC.

Procedimiento del vértice: generalización temporal.

Por claridad en la exposición de los resultados distinguiremos entre, por un lado, el comportamiento estable de los sujetos bajo el procedimiento del vértice y, por otro, el comportamiento durante el estado de transición.

Estado estable.

En la figura 2 se recoge la evolución de la tasa de respuesta a lo largo del estímulo de prueba de 64 La figura se ha construido a partir de los datos del grupo en los últimos cien ensayos de prueba (ensayos 101 a 200). Como puede observarse, nos encontramos ante un gradiente de generalización temporal en el que las máximas tasas de respuesta se presentan de forma bastante ajustada a la duración largamente entrenada del EC automoldeado (E+: 32 s; el bloque 16 de la figura 2 corresponde a los datos promediados de los segundos 31 y 32). Como consecuencia, parece razonable concluir que el tiempo vértice se ajusta con bastante precisión a la duración de la señal reforzada de automoldeamiento que veníamos utilizando.

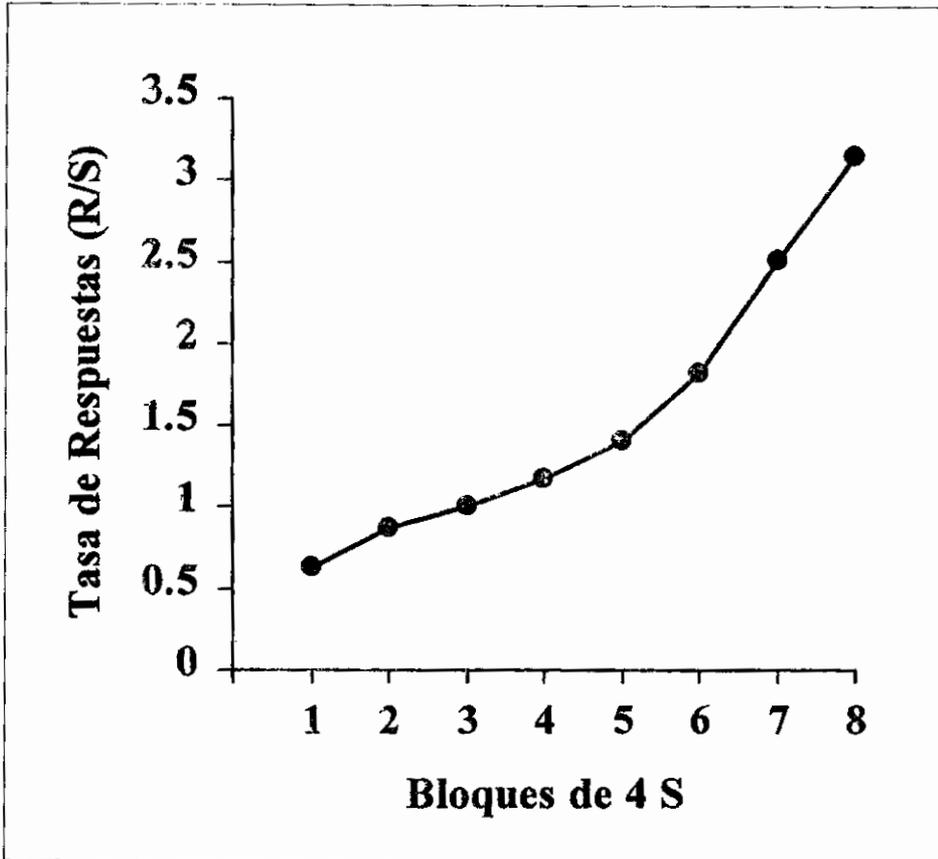


Figura 1. Tasas medias de respuesta (r/s) del grupo en estado estable ante el EC de 32 s de duración. Las tasas a lo largo del EC se representan utilizando los valores correspondientes a los 8 segmentos de 4 s en que internamente fue dividido el estímulo de 32 s para el registro de las respuestas presentadas.

También se observa en la figura 2 una falta de simetría entre la mitad izquierda (duraciones inferiores a 32 s) y la mitad derecha del gradiente (duraciones superiores a 32 s). Tal asimetría, conocida como desplazamiento del área (Terrace, 1964; Rilling, 1977), en nuestro caso se produce hacia la segunda mitad de los estímulos de 64 s. Como puede apreciarse, la superficie contenida bajo la línea que representa las tasas de respuesta durante la segunda mitad de los estímulos de prueba es mayor que la superficie contenida debajo de la línea del gradiente durante la primera mitad de estos estímulos.

Por último, en la figura 2 también puede apreciarse cómo las tasas mínimas de respuesta que se producen hacia el final del ensayo de prueba (a partir del segundo 54)

en ningún caso descienden hasta los mismos valores presentes en los instantes iniciales del ensayo, sino que se mantienen estables con un valor aproximado ligeramente superior a 1 R/S.

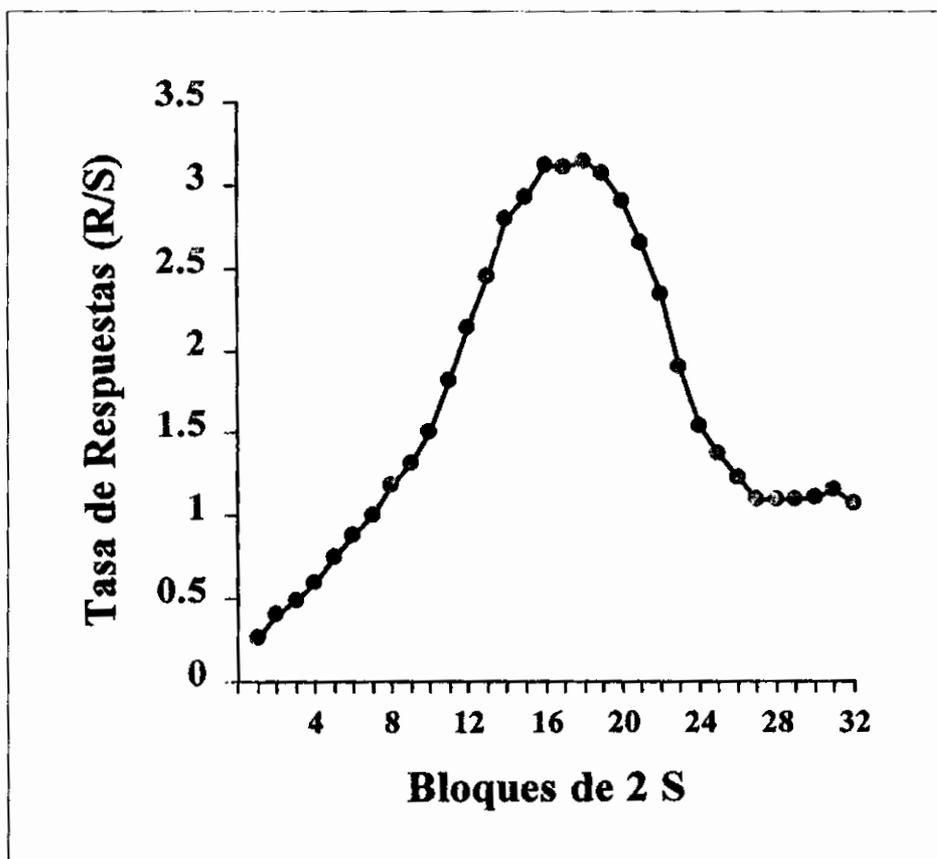


Figura 2. Gradiente de generalización temporal obtenido por el grupo en los 100 últimos ensayos de prueba de 64 s. Los datos representan tasas medias de respuesta (r/s) agrupadas en 32 bloques de 2 s.

Estado de transición.

El ajuste recién comentado entre tasa vértice de respuestas y duración del EC entrenado no es algo que ocurra desde los primeros ensayos de prueba. En la figura 3, agrupados los primeros 40 ensayos de prueba de diez en diez y con las tasas de respuesta del grupo promediadas en bloques de cuatro segundos, se representan los respectivos gradientes de generalización temporal a lo largo de la duración completa de los estímulos de prueba.

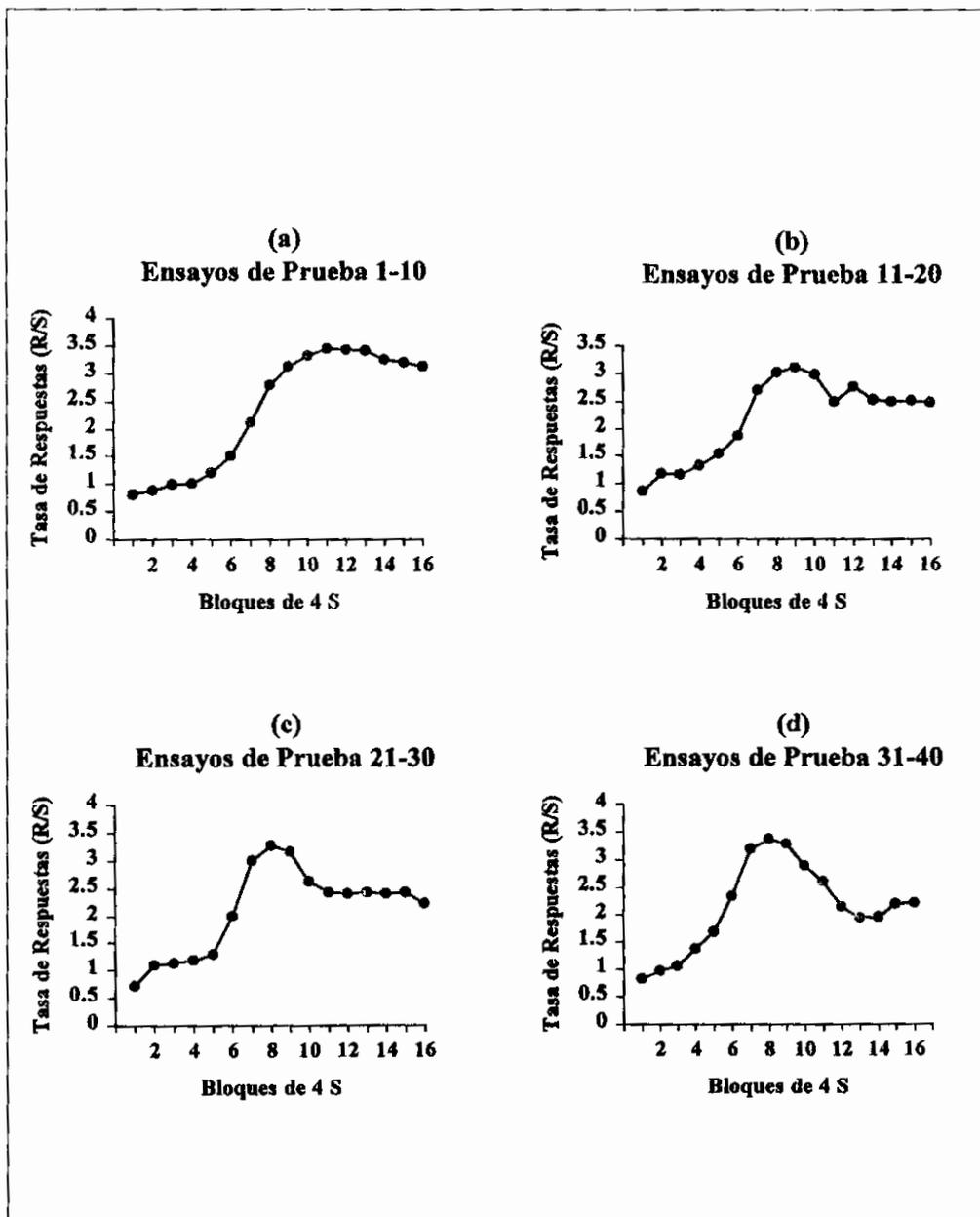


Figura 3. Gradientes de generalización temporal que representan las tasas medias de respuesta (r/s) obtenidas por el grupo en los primeros 40 ensayos de prueba. Los ensayos han sido agrupados de diez en diez y las tasas de respuesta se han promediado en bloques de 4 s.

Si observamos el momento de aparición de la tasa máxima en la primera decena de estos ensayos, nos encontramos con una clara desviación o desplazamiento del vértice (Hanson, 1959) respecto al segundo 32 donde, históricamente, los sujetos venían recibiendo la comida y presentando la mayor tasa de respuesta figura 3a). Como puede observarse, hay una clara evolución desde las muy altas tasas de la respuesta de picoteo a lo largo de toda la segunda mitad de los estímulos de prueba en los ensayos 1 a 10, hasta una aproximación en los ensayos 31 a 40 (figura 3d) al que hemos considerado como estado estable (compárese el gradiente de estos últimos ensayos con el representado en la figura 2). En los diez ensayos iniciales, además del claro desplazamiento del vértice (situado en el bloque 11 correspondiente a los segundos 41 a 44), aparece también un nítido desplazamiento del área del gradiente hacia la segunda mitad de los estímulos de 64 s. Tal desplazamiento supone que, en ningún momento de la mitad derecha del gradiente, los valores de respuesta queden por debajo de las tasas mostradas alrededor de los 32 s. En los siguientes bloques de diez ensayos, además del progresivo ajuste del vértice de respuestas hacia el segundo 32, puede verse una disminución gradual del área de la mitad derecha del gradiente.

La desviación inicial del vértice y el proceso de progresivo ajuste de la tasa máxima de respuestas del grupo hacia el segundo 32 se analizó estadísticamente. Elegimos para ello los primeros treinta ensayos de prueba (correspondientes a las representaciones a, b y c de la figura 3) agrupados en seis bloques de cinco ensayos cada uno. Se escogió para el análisis esta treintena de ensayos porque, tomados de cinco en cinco, aparece en todos ellos algún desplazamiento de las tasas vértice del grupo si éstas se miran segundo a segundo. Así consideradas, ya en los ensayos 31 a 35 y 36 a 40 (figura 3d), las tasas máximas se dan coincidiendo con el segundo 32 y son, por tanto, excluidas del análisis. En cada uno de los bloques de ensayos de prueba escogidos se tuvieron en cuenta las tasas presentadas por cada sujeto justo en el segundo 32 y las obtenidas por cada uno de ellos en el momento donde la media del grupo presentaba su tasa máxima o vértice de respuestas (momento correspondiente, por lo tanto, al tiempo vértice del grupo en cada bloque de cinco ensayos de prueba).

Tras aplicar la prueba de rangos señalados y pares igualados (T) de Wilcoxon, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la comparación entre el conjunto de las tasas de respuesta presentadas en el segundo 32 y el conjunto de las tasas vértices a lo largo de los 30 ensayos de prueba analizados: $T(N:24, \text{debido a la liga de seis pares de datos}) = 56.5, p < 0.005$ para prueba de una cola, ya que se las denominadas tasas vértices deberían ser mayores que las tasas en el segundo 32.

Como era de esperar, la comprobación de diferencias entre tasas vértice y tasas en el segundo 32 a lo largo de los sucesivos bloques de cinco ensayos de prueba, analizadas mediante la T de Wilcoxon, puso de manifiesto la tendencia hacia un aumento progresivo

en los valores de T desde el primer bloque de ensayos al sexto y, por lo tanto, un progresivo aumento de la probabilidad de que las tasas máximas de respuesta coincidan en el segundo 32. Como datos ilustrativos, indicaremos que los valores de T en los dos primeros bloques (ensayos 1 a 5 y ensayos 6 a 10, representados en la figura 3a) fueron de cero (N:4 en ambos casos, debido a la liga de uno de los pares de datos en cada uno de los bloques) lo que, para prueba de una cola, nos permite rechazar la hipótesis de nulidad en las diferencias con una probabilidad de 0'05. En el tercer bloque (ensayos 11 a 15), el valor observado de T fue de uno, lo que para N:4 (liga de un par de datos) y prueba de una cola supone un valor de $p = 0'10$ y, por lo tanto, la marginalidad de las diferencias entre las tasas máximas y las tasas en el segundo 32. Las diferencias entre tasas en los tres bloques de ensayos restantes ya no fueron significativas en modo alguno.

Para el análisis del desplazamiento de vértice que acabamos de realizar nos hemos centrado, necesariamente, de forma exclusiva en los ensayos de prueba de 64 s; resulta obvio que si queremos ver en qué momento aparece la tasa máxima de respuestas más allá de los 32 s de duración del EC tradicionalmente entrenado, quedarán descartados los ensayos base. Podemos plantearnos entonces si las tasas que presentan los sujetos hacia el segundo 32 en los ensayos de prueba utilizados en el anterior análisis estadístico son similares a las que se dan en el tramo final de los ensayos base y, por lo tanto, representativas del comportamiento habitual de los sujetos en las proximidades de la duración históricamente reforzada de 32 s. Para aclarar este punto se compararon las tasas de respuesta entre los segundos 29 y 32 en los ensayos base y en los ensayos de prueba de las cinco primeras sesiones de generalización donde se produce un desplazamiento del vértice significativo (ensayos de prueba 1 a 10 representados en la figura 3a). La realización de la prueba de Friedman arrojó estos resultados: $Xr^2(3, N:5) = 2'52$; $0'50 > p > 0'30$. Tales resultados nos permiten descartar la existencia de diferencias significativas entre los ensayos base y los ensayos de prueba en el tramo temporal de los segundos 29 a 32. A partir de ello podemos considerar que el anterior análisis estadístico del desplazamiento del vértice se asienta en comparaciones de las tasas máximas con tasas representativas del comportamiento habitual de los sujetos en el tramo final del EC de 32 s.

Puesto que podemos mirar como equivalentes las tasas terminales en torno al segundo 32 s, tanto en los ensayos base como en los de prueba, las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre tasas vértice y tasas en los 32 s en los ensayos de prueba no pueden achacarse a un descenso significativo de las altas y estables tasas presentadas por el grupo en las proximidades del segundo 32. No parecen imputables -al menos exclusivamente- al desplazamiento general del área que acompaña a la desviación del vértice más allá del segundo 32; no parece que sean un simple

subproducto de ello. Más bien el desplazamiento del vértice encontrado parece suponer un aumento inicial de las tasas de respuesta respecto a las ya altas que se vienen presentando los sujetos hacia el segundo 32.

Como conclusión y resumen del análisis relativo al estado de transición, podemos decir que el desplazamiento del vértice descrito (que, además, supone tasas de respuestas superiores a las presentadas en las proximidades del segundo 32) nos permite desechar la ocurrencia de un buen ajuste inicial entre la tasa máxima de respuestas y la duración reforzada del estímulo en, al menos, la primera decena de ensayos de prueba.

DISCUSIÓN

El gradiente de generalización temporal obtenido en estado estable (figura 2) tras la aplicación del procedimiento del vértice en una situación de automoldeamiento, pone de manifiesto el buen ajuste de la conducta de los sujetos a la duración de la señal entrenada. La tasa máxima de respuesta se produce en las proximidades de la duración reforzada, seguida de un progresivo declive en la misma hasta alcanzar un mínimo coincidiendo con los instantes finales del ensayo de prueba. En este aspecto, los resultados obtenidos en el presente trabajo son coincidentes con los habituales en los estudios que utilizaron el procedimiento de vértice con ratas (por ejemplo, Church y Gibbon, 1982; Meck, 1984; Meck y Church, 1982, 1984; Roberts, 1981, 1982), con palomas (por ejemplo, Catania, 1970; Colombo et al., 2001; Cheng y Roberts, 1989, 1991; Gibbon et al., 1984; Kirkpatrick-Steger, Miller, Betti y Wasserman, 1996; Roberts et al., 1989) o con tórtolas (Ohyama et al., 1999).

También se observa en el gradiente global referido un desplazamiento del área hacia la segunda mitad del estímulo de prueba de 64 s y, en consecuencia, asimetría. Esto es debido, por un lado, al mantenimiento de una alta tasa de respuesta más allá de la duración históricamente reforzada y, por otro lado, a que el nivel mínimo de la tasa de respuesta al final del ensayo de prueba no decrece hasta valores equivalentes a los obtenidos en los momentos iniciales del ensayo. Aunque el resultado habitualmente obtenido en los trabajos que emplean el procedimiento del vértice ha consistido en la obtención de gradientes simétricos de generalización temporal, con tasas de respuesta mínimas y equivalentes tanto en los instantes iniciales del ensayo de prueba como coincidiendo con el doble de la duración reforzada (por ejemplo, Church y Gibbon, 1982; Meck y Church, 1982, 1984; Roberts, 1981, 1982; S. Roberts y Holder, 1984), también se encuentran algunos trabajos en los que los gradientes de generalización temporal obtenidos no son simétricos (por ejemplo, Colombo et al., 2001; Kirkpatrick-Steger et al., 1996; Papini y Hollingsworth, 1998; Roberts et al., 1989).

Una posible justificación de estas diferencias podríamos achacarla, al menos

inicialmente, a la utilización de procedimientos distintos de entrenamiento en los estudios donde se observan gradientes simétricos y aquellos en los que no se obtiene simetría. En nuestro caso, al igual que sucede en los trabajos de Kirkpatrick-Steger *et al.* (1996), Papini y Hollingsworth (1998) y Roberts *et al.* (1989), el procedimiento del vértice se introdujo tras haber realizado un entrenamiento previo con la duración reforzada en solitario, lo que proporcionó a los sujetos una experiencia claramente descompensada entre duraciones menores y superiores a la reforzada. Así, en nuestro caso, mientras que las duraciones no reforzadas menores de 32 s fueron entrenadas a lo largo de unos 4600 ensayos (sumando el entrenamiento durante el automoldeamiento demorado con el dado en la fase de generalización), las duraciones no reforzadas superiores a 32 s sólo fueron experimentadas en los 200 ensayos de prueba. Por el contrario, en los experimentos con el procedimiento del vértice en los que se obtienen gradientes simétricos estos son el resultado de un entrenamiento simultáneo con ensayos base reforzados y ensayos de prueba que, entre otras cosas, está menos descompensado en cuanto al total de ocurrencias de los mismos.

El desplazamiento del área del gradiente de generalización hacia el lado de las duraciones superiores a 32 s y, por lo tanto, en dirección opuesta a la parte temprana del estímulo, sugiere una segunda interpretación basada en la posibilidad de que los instantes iniciales del EC estén ejerciendo un control inhibitorio sobre la respuesta de picoteo. Así, por ejemplo, Bushnell y Weiss (1980), tras la obtención de un desplazamiento del área en gradientes de generalización de la respuesta automoldeada de picoteo ante diferentes valores de longitud de onda visual, sugieren que la asimetría encontrada en sus gradientes podría atribuirse a la existencia de un estímulo inhibitorio. En la misma línea, Weiss y Weissman (1992) amplían esta idea al señalar que el desplazamiento del área pudiera deberse a que el estímulo inhibitorio reduce de forma diferencial la tasa de respuestas en su lado del gradiente, pero tiene poco efecto sobre la conducta ante los estímulos de prueba situados al lado opuesto. Aplicado lo anterior a nuestro caso, podría decirse que la parte temprana del EC -con una baja tasa de respuesta- poseería propiedades inhibitorias que ejercen poco efecto sobre la conducta ante los valores de la segunda mitad del estímulo de prueba. Adicionalmente, la interpretación acabada de apuntar para el desplazamiento del área, confirmaría y complementaría los resultados obtenidos en la investigación con automoldeamiento demorado realizada inmediatamente antes del presente experimento con los mismos sujetos (Fernández Serra, 1990).

Respecto al estado de transición, hay que destacar el hecho de que la magnitud del desplazamiento en el tiempo de la tasa máxima de respuestas en la primera decena de ensayos de prueba resulte superior a la previsible. No es inusual que al emplear el procedimiento del vértice aparezca un pequeño desplazamiento de la tasa máxima en

una u otra dirección respecto a la duración reforzada (Gibbon *et al.*, 1984). Si el desplazamiento encontrado hubiera sido solamente de unos pocos segundos, podríamos considerar que la tasa máxima observada queda situada en un instante que está por debajo del umbral diferencial requerido para la discriminación de duraciones. Así, asumiendo que el valor de la fracción de Weber en palomas para la duración de 32 s llegue a ser de 0'20 (Stubbs, 1979), un desplazamiento del vértice hasta duraciones situadas 6 ó 7 s antes o después del segundo 32 sería aceptable y no implicaría inevitablemente un fracaso en el control de la conducta por la duración reforzada. En nuestro experimento, dado que, por un lado, el desplazamiento que mostraron nuestros sujetos en los diez primeros ensayos de prueba sitúa el vértice en los segundos 41 a 44 (ver figura 3a) y que, además, el vértice continúa presentándose en duraciones superiores a 32 s en los diez ensayos siguientes (figura 3b), cabe descartar que tal desviación se deba a la simple variabilidad en la cuantificación subjetiva de la duración reforzada.

Lo anterior nos lleva a plantear si el desplazamiento del vértice obtenido implica una mala discriminación de la duración de 32 s por parte de nuestros sujetos. Tenemos más que indicios para suponer que los mismos habían aprendido a discriminar la duración reforzada. Por un lado, la igualdad en las tasas de respuesta encontrada hacia el segundo 32, tanto en los ensayos base y como en los de prueba de prueba de la fase de generalización, así como la similitud del patrón conductual a lo largo de los 32 s con independencia del tipo de ensayo, pone de manifiesto que, efectivamente, se estableció una buena discriminación entre los momentos próximos a la aparición del reforzador y los periodos anteriores del EC. No podría ser de otro modo ya que únicamente cuando han transcurrido 32 s los sujetos tienen la oportunidad de comprobar en qué tipo de ensayo se encuentra (base reforzado o de prueba sin EI), por lo que cabe esperar que la ejecución a lo largo de 32 s sea bastante homogénea para cualquier tipo de ensayo.

Por otro lado, el incremento significativo de las tasas de respuesta en la segunda parte del estímulo de 64 s que, al menos en los diez primeros ensayos de prueba, se sitúan siempre por encima del valor presentado ante la duración reforzada, implica (en la terminología del control de estímulos) un comportamiento discriminativo entre la duración reforzada y, globalmente, las superiores a ella. Si, por el contrario, hubiéramos obtenido una mera estabilización de la tasa de respuesta en la segunda parte del estímulo de 64 s, estaríamos frente a una generalización completa y, por tanto, en ausencia de cualquier discriminación entre la duración de 32 s y las duraciones posteriores.

Si, como parece, los sujetos discriminan claramente la duración reforzada de las anteriores no reforzadas y también, en cierta medida, se comportan diferencialmente respecto a las posteriores sin historia de condicionamiento: ¿Por qué no presentan desde los primeros ensayos de prueba el máximo de respuestas en las proximidades del segundo 32? ¿Por qué incluso aumenta significativamente la tasa máxima de respuesta respecto

a la presentada históricamente ante la duración reforzada?

Como mencionamos anteriormente, en nuestro experimento los sujetos recibieron dos fases de entrenamiento consecutivas. En la primera fase, sólo existieron ensayos base reforzados y, en la segunda, se comenzaron a intercalar ensayos de prueba, siempre en extinción, en una proporción de 8:1. Consecuentemente, durante la fase de línea base, nuestros sujetos sólo tuvieron oportunidad de confrontar una gama de duraciones no reforzadas (las inferiores a 32 s) con la duración reforzada. Únicamente con la introducción de los ensayos de prueba durante la segunda fase los sujetos tuvieron la ocasión de experimentar dos gamas de duraciones no reforzadas de los estímulos: las inferiores y superiores a 32 s.

Ya señaló Elmsore (1971) que para el establecimiento de una discriminación temporal fina es necesario un entrenamiento diferencial entre duraciones explícitamente reforzadas y otras que no lo son. Church y Gibbon (1982), partiendo de los trabajos clásicos de Hanson (1959, 1961) sobre generalización intradimensional, señalan expresamente que para obtener gradientes de generalización temporal ajustados a la duración reforzada es necesario que los sujetos experimenten duraciones no reforzadas superiores e inferiores a otra que sí lo es. Más recientemente, Kirkpatrick-Steger *et al.* (1996) sugieren que la obtención de gradientes simétricos requiere entrenamiento diferencial con ensayos reforzados y de prueba, puesto que los sujetos tienden a responder a lo largo de estos últimos ensayos cuando se introducen tras un periodo previo de entrenamiento base en solitario. En la misma línea, Ohyama *et al.* (1999) plantean que un entrenamiento desde el principio con el procedimiento del vértice lleva a que los sujetos aprendan a retener la respuesta una vez transcurrido el tiempo de la duración reforzada, ya que dicho entrenamiento posibilita que las duraciones superiores a la reforzada adquieran propiedades inhibitorias sobre las respuestas producidas con posterioridad a la duración reforzada.

Los antecedentes acabados de mencionar nos llevan a tratar de ubicar nuestros resultados en el marco de la teoría de la discriminación de Spence (1937). Según dicha teoría, en una discriminación intradimensional: a) el reforzamiento de la conducta ante un estímulo (E+) produce una tendencia excitatoria de respuesta ante el E+ que se generaliza a los valores próximos de la misma dimensión estimular; b) la extinción de la respuesta ante otro estímulo (E-) perteneciente al mismo continuo, produce una tendencia inhibitoria que se generaliza a los valores situados alrededor del E-; c) el gradiente posterior a la discriminación que se observa será el resultante de la interacción entre, por un lado, el gradiente excitatorio teórico centrado alrededor del E+ y, por otro, el gradiente inhibitorio centrado alrededor del E-. Como resultado de la suma algebraica de las tendencias excitatorias e inhibitorias, dicha teoría predice que la tasa máxima de respuestas en la prueba de generalización no se producirá ante el E+, sino ante otro

estímulo situado en dirección opuesta al E-, siendo mayor la magnitud del desplazamiento del vértice cuanto más próximos estén el E+ y el E-. En nuestro experimento, como ya dijimos, el largo entrenamiento pudo conducir al condicionamiento inhibitorio de la parte temprana del EC de 32 s (E-), frente a la alta tasa de RC excitatoria presente en los momentos próximos a la aparición del EI (E+). La situación discriminativa intradimensional del periodo de línea base reunía así las condiciones necesarias para que, según la teoría de interacción de gradientes de Spence, se observara un desplazamiento del vértice en la posterior fase de generalización temporal.

En la formulación de Spence, los hipotéticos gradientes que interactúan son considerados independientes, uno alrededor del valor del E+ y otro alrededor del valor del E-. Sin embargo, en nuestro caso (como en todas las discriminaciones temporales), al reforzar una sola duración, inevitablemente no se reforzaron todas las duraciones anteriores a 32 s; el carácter irreversible y sucesivo de la dimensión temporal así lo exige. Aplicando la teoría de Spence, cabe considerar que ante las duraciones no reforzadas que son discriminadas por el sujeto como diferentes a la reforzada (según la fracción de Weber, hasta los 25 s de los 32 que dura el E+), se desarrollarán tendencias y gradientes inhibitorios que interactuarán con el gradiente excitatorio centrado en el E+ y con los gradientes generalizados a duraciones inmediatamente anteriores. Por tanto, en la medida en que la tasa de respuesta ante la duración reforzada se vea afectada por las tendencias inhibitorias de los E- más próximos, cabe esperar que en los primeros ensayos de la prueba de generalización temporal aparezca no sólo el desplazamiento del vértice, sino también una elevación de la tasa vértice respecto a la presentada históricamente ante la duración del E+. Este último efecto sería el resultado de la aparición de respuestas excitatorias "puras" ante duraciones que ya no se encuentran afectadas por la influencia de ninguna duración inhibitoria y sí lo están bajo la influencia del E+. Naturalmente, la prolongación del entrenamiento con los estímulos no reforzados de 64 s llevará a la progresiva adquisición de propiedades inhibitorias de las duraciones superiores a 32 s y, según la teoría de interacción de gradientes, a la definitiva ubicación de la tasa vértice en el valor correspondiente a E+, la duración reforzada en nuestro caso. No obstante, al parecer la longitud de dicho entrenamiento resultó ser insuficiente para generar la magnitud de inhibición necesaria como para lograr que la tasa de respuesta en los últimos instantes del ensayo de prueba caiga hasta valores equivalente a los obtenidos en las duraciones tempranas del EC. Vemos así como la teoría de la discriminación de Spence puede dar cuenta de los resultados más significativos del presente trabajo: el desplazamiento inicial del tiempo vértice, el ascenso de la tasa vértice, el ajuste final de la conducta a la duración de 32 s y la asimetría que acompaña al desplazamiento del área del gradiente final.

Consideraciones finales

Del presente trabajo pueden extraerse las siguientes conclusiones:

1. Al igual que ocurre con otras dimensiones, la dimensión temporal de un EC automoldeado puede ejercer control sobre la respuesta de picoteo en palomas. Tal control permite los fenómenos de generalización y de discriminación temporal y ubicarlos teóricamente dentro de la temática general del control de estímulos.

2. Fenómenos típicos dentro del marco del control de estímulos, como el desplazamiento del vértice y del área, se producen también ante la dimensión temporal de los estímulos automoldeados.

3. Puede considerarse de especial relevancia el desplazamiento del vértice observado a lo largo de la dimensión temporal en un procedimiento de automoldemiento, ya que sólo hemos encontrado en la literatura un precedente al respecto (Ohyama *et al.*, 1999).

4. Los resultados aquí presentados, tanto los referentes al estado de transición como al estado estable, pueden ser explicados desde la teoría de la discriminación de Spence (1937). Dicha teoría es considerada un modelo de parsimonia al dar cuenta de fenómenos complejos sin necesidad de recurrir a nuevos conceptos, más allá de los principios básicos de condicionamiento, extinción y generalización (Bower y Hilgard, 1981). La extensión de la teoría de Spence al problema de la discriminación temporal dota de una mayor generalidad a esta propuesta, a la vez que permite rescatar para el ámbito del control de estímulos la problemática de la discriminación temporal.

REFERENCIAS

- Appel, J.B. y Hiss, R.H. (1962). The discrimination of contingent from noncontingent reinforcement. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 37-39.
- Arias, M.F., Benjumea, S. y Fernández Serra, F. (1997). Control de estímulos. En P. Ferrándiz (Coord), *Psicología del Aprendizaje* (pp. 249-312 y 389-395). Madrid: Síntesis.
- Balsam, P.D., Drew, M.R. y Yang, C. (2002). Timing at the start of associative learning. *Learning and Motivation*, 33, 141-155.
- Bitterman, M.E. (1964). Classical conditioning in the goldfish as a function of the CS-UCS interval. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 58, 359-366.
- Bower, G.H. y Hilgard, E.R. (1981). *Theories of learning*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Brown, B.L., Henmes, N.S. y Cabeza de Vaca, S. (1997). Timing of the CS-US interval by pigeons in trace and delay autoshaping. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50B, 40-53.
- Brown, P.L. y Jenkins, H.M. (1968). Autoshaping of the pigeon's key-peck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 1-8.
- Bushnell, M.C. y Weiss, S.J. (1980). An investigation of peak shift and behavioral contrast for autoshaped and operant behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 33, 101-118.

- Catania, A.C. (1970). Programas de reforzamiento y juicios psicofísicos: Estudio de algunas propiedades temporales de la conducta. En W.N. Schoenfeld (Ed.), *Teoría de los programas de reforzamiento* (pp. 15-64). México: Trillas, 1979.
- Catania, A.C. y Reynolds, G.S. (1968). A quantitative analysis of the responding maintained by interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *11*, 327-383.
- Cheng, K. y Roberts, W.A. (1989). Timing multimodal events in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *52*, 363-376.
- Cheng, K. y Roberts, W.A. (1991). Three psychophysical principles of timing in pigeons. *Learning and Motivation*, *22*, 112-128.
- Church, R.M. y Gibbon, J. (1982). Temporal generalization. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *8*, 165-186.
- Church, R.M., Meck, W.H. y Gibbon, J. (1994). Application of scalar timing theory to individual trials. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *20*, 135-155.
- Colombo, M., Broadbent, N.J., Taylor, C.S.R. y Frost, N. (2001). The role of the avian hippocampus in orientation in space and time. *Brain Research*, *919*, 292-301.
- Dragoi, V., Staddon, J.E.R., Palmer, R.G. y Buhusi, C.V. (2003). Interval timing as an emergent learning property. *Psychological Review*, *110*, 126-144.
- Elsmore, T.F. (1971). Control of responding by stimulus duration. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *16*, 81-87.
- Emmett-Oglesby, M.W., Spencer, D.G. y Arnoult, D.E. (1982). A TRS-80-based system for the control of behavioral experiments. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, *17*, 583-587.
- Fernández Serra, F. (1990). *Inhibición de demora en automoldeamiento*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Sevilla.
- Fernández Serra, F. y Arias, M.F. (1993). La adaptación temporal del comportamiento: aspectos básicos y comparados. En J.I. Navarro (Coord), *Aprendizaje y memoria humana: aspectos básicos y evolutivos* (pp. 481-520). Madrid: McGraw-Hill.
- Ferster, C.B. y Skinner, B.F. (1957). *Schedules of reinforcement*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Fetterman, J.G. y Killcen, P.R. (1991). Adjusting the pacemaker. *Learning and Motivation*, *22*, 226-252.
- Gallistel, C.R. y Gibbon, J. (2000). Time, rate, and conditioning. *Psychological Review*, *107*, 289-344.
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's Law in animal timing. *Psychological Review*, *84*, 279-325.
- Gibbon, J. (1991). Origins of scalar timing. *Learning and Motivation*, *22*, 3-38.
- Gibbon, J., Baldock, M., Locurto, C., Gold, L. y Terrace, H.S. (1977). Trial and intertrial durations in autoshaping. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *3*, 264-284.
- Gibbon, J. y Church, R.M. (1984). Sources of variance in an information processing theory of timing. En H.L. Roitblat, T.G. Bever y H.S. Terrace (Eds.), *Animal cognition* (pp. 465-488). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Gibbon, J. y Church, R.M. (1990). Representation of time. *Cognition*, *37*, 22-54.
- Gibbon, J., Farrell, L., Locurto, C.M., Duncan, H.J. y Terrace, H.S. (1980). Partial reinforcement in autoshaping with pigeons. *Animal Learning and Behavior*, *8*, 45-59.
- Gibbon, J., Locurto, C.M. y Terrace, H.S. (1975). Signal food contingency and signal frequency in a continuous trials autoshaping paradigm. *Animal Learning and Behavior*, *3*, 317-324.
- Hanson, H.M. (1959). Effects of discrimination training on stimulus generalization. *Journal of Experimental Psychology*, *58*, 321-334.

- Hanson, H.M. (1961). Stimulus generalization following three stimulus discrimination training. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 54, 181-185.
- I Hearst, E. y Jenkins, H.M. (1974). *Sign tracking: The stimulus reinforcer relation and directed action*. Monografía de la Psychonomic Society: Austin, Texas.
- Holder, M.D. y Roberts, S. (1985). Comparison of timing and classical conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 172-193.
- Honig, W.K. y Urcuioli, P.J. (1981). The legacy of Guttman and Kalish (1956): 25 years of research on stimulus generalization. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 36, 405-445.
- Killeen, P.R. y Fetterman, J.G. (1988). A behavioral theory of timing. *Psychological Review*, 95, 274-295.
- Kirkpatrick, K. y Church, R.M. (1998). Are separate theories of conditioning and timing necessary? *Behavioural Processes*, 44, 163-182.
- Kirkpatrick, K. y Church, R.M. (2000). Stimulus and temporal cues in classical conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 206-219.
- Kirkpatrick-Steger, K., Miller, S.S., Betti, C.A. y Wasserman, E.A. (1996). Cyclic responding by pigeons on the peak timing procedure. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22, 447-460.
- LaBarbera, J.D. y Church, R.M. (1974). Magnitude of fear as a function of expected time to an aversive event. *Animal Learning and Behavior*, 2, 199-202.
- Lejeune, H. (1990). Timing: Differences in continuity or generality beyond differences? En D.E. Blackman y H. Lejeune (Eds.), *Behaviour analysis in theory and practice: Contributions and controversies* (pp. 53-90). Hove: Erlbaum.
- Lejeune, H. (1993). L'adaptation au temps chez l'animal. *Acta Comportamentalia*, 1, 83-131.
- Locurto, C.M., Terrace, H.S. y Gibbon, J. (Eds.) (1981). *Autoshaping and conditioning theory*. Nueva York: Academic Press.
- Lowe, C.F. y Harzem, P. (1977). Species differences in temporal control of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 28, 189-201.
- Machado, A. (1997). Learning the temporal dynamic of behavior. *Psychological Review*, 104, 241-265.
- Mackintosh, N.J. (1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, 82, 276-298.
- Meck, W.H. (1984). Attentional bias between modalities: Effect on the internal clock, memory, and decision stages used in animal time discrimination. En J. Gibbon y L.G. Allan (Eds.), *Annals of the New York Academy of Sciences: Timing and time perception* (pp. 528-541). Nueva York: New York Academy of Sciences.
- Meck, W.H. y Church, R.M. (1982). Abstraction of temporal attributes. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 226-243.
- Meck, W.H. y Church, R.M. (1984). Simultaneous temporal processing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 1-29.
- Mostofsky, D.I. (Ed.) (1965). *Stimulus generalization*. Stanford: Stanford University Press.
- Nallan, G.B., McCoy, D.F., Pace, G.M. y Welch, R. (1979). Generalization gradients following differential intradimensional autoshaping. *Perceptual and Motor Skills*, 48, 671-677.
- Ohyama, T., Gibbon, J., Deich, J.D. y Balsam, P.D. (1999). Temporal control during maintenance and extinction of conditioned keypecking in ring doves. *Animal Learning and Behavior*, 27, 89-98.
- Ohyama, T., Horvitz, J.C., Kitsos, E. y Balsam, P.D. (2001). The role of dopamine in the timing of pavlovian conditioned keypecking in ring doves. *Pharmacology, Biochemistry, and Behavior*, 69, 617-627.

- Papini, M.R. y Hollingsworth, P.R. (1998). Role of nonreinforcement in the fixed-interval performance of pigeons. *Psychonomic Bulletin and Review*, 5, 84-90.
- Pavlov, I.P. (1927). *Conditioned reflexes*. Oxford: University Press.
- Pearce J.M. y Hall, G. (1980). A model for Pavlovian learning: Variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological Review*, 87, 532-552.
- Rescorla, R.A. y Wagner, A.R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. En A.H. Black y W.F. Porkasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current research and theory* (pp. 64-99). Nueva York: Appleton Century Crofts.
- Reynolds, G.S. y Catania, A.C. (1962). Temporal discrimination in pigeons. *Science*, 135, 314-315.
- Richelle, M. y Lejeune, H. (1980). *Time in animal behavior*. Oxford: Pergamon Press.
- Rilling, M. (1977). Control de estímulos y procesos inhibitorios. En W.K. Honig y J.E.R. Staddon (Eds.), *Manual de conducta operante* (pp. 578-642). México: Trillas, 1983.
- Roberts, S. (1981). Isolation of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7, 242-268.
- Roberts, S. (1982). Cross-modal use of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 2-22.
- Roberts, S. y Holder, M.D. (1984). What starts an internal clock? *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 273-296.
- Roberts, W.A. (1998). *Principles of animal cognition*. Boston, MA: McGraw-Hill.
- Roberts, W.A. (2002). Are animals stuck in time? *Psychological Bulletin*, 128, 473-489.
- Roberts, W.A., Cheng, K. y Cohen, J.S. (1989). Timing light and tone signals in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15, 23-35.
- Rosas, J.M. y Alonso, G. (1996). Temporal discrimination and forgetting of CS duration in conditioned suppression. *Learning and Motivation*, 27, 43-57.
- Savastano, H.I. y Miller, R.R. (1998). Time as content in Pavlovian conditioning. *Behavioural Processes*, 44, 147-162.
- Schwartz, B. y Gamzu, E. (1977). Control pavloviano de la conducta operante. En W.K. Honig y J.E.R. Staddon (Eds.), *Manual de conducta operante* (pp. 79-138). México: Trillas, 1983.
- Siegel, A. (1967). Stimulus generalization of a classically conditioned response along a temporal dimension. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 64, 461-466.
- Skinner, B.F. (1938). *La conducta de los organismos*. Barcelona: Fontanella, 1975.
- Spence, K.W. (1937). The differential response of animals to stimuli differing within a single dimension. *Psychological Review*, 44, 430-444.
- Spetch, M.L. y Cheng, K. (1998). A step function in pigeons' temporal generalization in the peak shift task. *Animal Learning and Behavior*, 26, 103-118.
- Staddon, J.E.R. (1965). Some properties of spaced responding in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 8, 19-27.
- Staddon, J.E.R. y Higa, J.J. (1999). Time and memory: A pace-maker free theory of interval timing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 215-251.
- Stubbs, D.A. (1968). The discrimination of stimulus duration by pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 223-238.
- Stubbs, D.A. (1979). Temporal discrimination and psychophysics. En M.D. Zeiler y P. Harzem (Eds.), *Advances in analysis of behaviour. Vol. 1. Reinforcement and the organization of behavior* (pp. 241-369). Chichester: Wiley.

- Terrace, H.S. (1964). Wavelength generalization after discrimination training with and without errors. *Science*, 144, 78-80.
- Terrace, H.S. (1966a). Control del estímulo. En W.K. Honig (Ed.), *Conducta operante* (pp. 330-413). México: Trillas, 1975.
- Terrace, H.S. (1966b). Behavioral contrast and the peak shift: Effects of extended discrimination training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 613-617.
- Weiss, S.J. y Dacanay, R.J. (1982). Incentive processes and the peak shift. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 441-453.
- Weiss, S.J. y Weissman, R.D. (1992). Generalization peak shift for autoshaped and operant key pecks. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57, 127-143.
- Zeiler, M.D. (1968). Fixed and variable schedules of response-independent reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 405-414.
- Zeiler, M.D. (1977). Programas de reforzamiento. Variables controladoras. En W.K. Honig y J.F.R. Staddon (Eds.), *Manual de conducta operante* (pp. 273-313). México: Trillas, 1983.

RESUMEN

Se utilizó un grupo de cinco palomas que, procedentes de una investigación previa, poseían un extenso entrenamiento con un EC automoldeado de 32 s seguido de comida en el 50% de los ensayos. A lo largo del EC los sujetos manifestaron un comportamiento diferenciado consistente en una progresiva aceleración de la tasa de picoteo conforme se acercaba la terminación del EC. Este comportamiento se tomó como línea base para el estudio de la generalización temporal mediante la instauración de un procedimiento del vértice: ensayos con el EC de 32 s reforzados al 50% (ensayos base) y presentación ocasional de ensayos en extinción con la tecla iluminada durante 64 s (ensayos de prueba). El registro y análisis de la respuesta de picoteo en los ensayos de prueba permitió observar un gradiente de generalización temporal que, en los primeros ensayos, manifestaba desplazamientos del vértice y del área más allá de la duración reforzada de 32 s. La prolongación del entrenamiento diferencial entre ensayos base y ensayos de prueba condujo al progresivo ajuste del vértice de respuestas a la duración reforzada y a la disminución del desplazamiento del área. Los resultados se discuten e interpretan en el marco de la teoría clásica de interacción de gradientes (Spence, 1937).

Palabras clave: automoldeamiento demorado, procedimiento del vértice, discriminación/generalización temporal, desplazamiento del vértice, palomas.

ABSTRACT

Although some studies have dealt with generalization and discrimination processes in the autoshaping situation, few of them have directed their attention exclusively to the temporal dimensions of the autoshaped stimulus. To tackle this subject, this study used a group of five pigeons which had been used in a previous experiment with delayed autoshaping. The CS consisted of the illumination with a red light of a response key for 32 secs., and that was followed by the presentation of food in 50% of the trials. After extended exposure to the former training, subjects showed differentiated behavior throughout the presentation of the CS: progressive acceleration in the response rate of autopecking as the end of the trial and the moment in which the food appeared drew nearer. This pattern of behavior was taken as a baseline for the temporal generalization test that was carried out in the present research.

The temporal generalization study was conducted by installing a peak procedure (Catania, 1970; Roberts, 1981) where in each session, besides the trials with the autoshaped CS of 32 s reinforced in 50% of occasions (food trials), some trials were inserted which were never followed by food and in which the responses key red light remained on for 64 s (empty trials). From the autopecking responses of these last trials, a temporal generalization gradient could be observed where, in the steady state, the peak rate approximately coincided with the reinforced duration of 32 s, in spite of there being presented an area shift of the gradient toward the second half of the empty trials. However, during the first test trials, besides a clear area shift, there was also a lack of adjustment between the peak rate of responses and the reinforced duration of the stimulus: a clear peak shift of responses due to a significant increase in the rates of responses beyond the 32nd second was appeared. With the prolongation of the differential training with both food trials of 32 s and empty trials of 64 s, the peak of responses adjusted progressively to the reinforced duration and, also, decreased the magnitude of the area shift.

The data show the course of temporal discrimination and generalization when autoshaped stimuli with a longer duration than the standard ones are used. The results and the technique of peak procedure itself are discussed in the stimulus control framework, defending the suitability of a classic theory such as that by Spence (1937) for the interpretation of the control of behavior by the temporal dimensions of long lasting autoshaped stimuli.

Key words: Delayed autoshaping, peak procedure, temporal discrimination / generalization, peak shift, pigeons.