

EL AJUSTE CONDUCTUAL A SECUENCIAS TEMPORALES: EFECTOS DE LAS REGLAS DE SECUENCIACIÓN

BEHAVIORAL ADJUSTMENT TO SEQUENCES OF PERIODIC SCHEDULES: EFFECTS OF THE RULES OF THE PRESENTATION ORDER

Marina Menez, Florente López y Sarahí Gallardo
Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

Se investigan los efectos de reglas de presentación de secuencias temporales en el control temporal de la conducta. Se comparó la ejecución de tres grupos de ratas sometidos a programas de intervalo fijo (IF) presentados en bloques de 3 valores cada uno: 15, 45 y 75 s. Las secuencias de cada grupo difirieron en la regla de presentación: Totalmente aleatoria, aleatoria sin reemplazo y ascendente. Se evaluaron dos medidas de control temporal, el punto de transición (BP) y el gradiente temporal de respuestas. La primera medida indicó que el BP incrementó conforme aumentó el valor del IF; la segunda medida sugirió que los dos primeros grupos respondieron de acuerdo con una combinación de gradientes correspondientes a las tres duraciones examinadas. En el grupo ascendente se observó una tendencia a mostrar control

Marina Menez, Florente López y Sarahí Gallardo, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Investigación apoyada por DGAPA, UNAM (Proyecto PAPIIT IN306315). Dirigir correspondencia a Marina Menez Díaz (menez@unam.mx) o a Florente López Rodríguez (florente@unam.mx)

temporal en las tres duraciones, pero influidas por los demás valores programados. Estos hallazgos se discuten en el contexto de estudios de programas temporales complejos que combinan la presentación de varios requisitos temporales.

Palabras clave: Control temporal, programas dinámicos, punto de transición, gradiente temporal de respuestas, ratas

Abstract

We evaluated the effects of the rules of sequential ordering of durations on the temporal control of behavior. The performance of three groups of rats under fixed-interval (FI) schedules arranged in blocks of three values each, 15, 45, and 75 s, was analyzed. On each group, different rules for the presentation of FI values was applied: Totally random, random without replacement, and ascending. Two measures of temporal control were obtained, the break-point (BP) and the temporal gradient of responding. Comparison of the BP among groups suggested that in the first two groups BP increased as a function of the FI value, while the response gradients suggested a combined performance resulting of control by the three durations. In the ascending group, a tendency to temporal control as a function of the duration was observed, but such control was influenced by the remaining FI values. These findings are discussed in relation to research on complex temporal schedules combining the presentation of several temporal requirements.

Keywords: Temporal control, dynamic schedules, break point, temporal response gradients, rats

La mayor parte de la investigación sobre control temporal se dirige al estudio del ajuste conductual a programas periódicos (Rodríguez-Gironés & Kacelnik, 1999). Con ese fin, el procedimiento más utilizado dentro de la investigación en condicionamiento operante es el programa de intervalo fijo (IF), en sus diferentes modalidades, aplicado a varias especies de animales no humanos. En general, los estudios parecen coincidir en cuanto a las regularidades empíricas sobresalientes del control temporal en estos programas y que pueden resumirse en el principio escalar: la tendencia a traslaparse de los gradientes temporales de respuesta obtenidos en diversos valores de intervalo fijo cuando se grafican en una escala normalizada común (Church, 2003). En menor grado se estudia el ajuste conductual a la transición de

un programa de reforzamiento a otro de carácter temporal. El interés en este ajuste surge por varias razones: por un lado, permite observar el proceso de adquisición del control temporal de un programa IF cuando es precedido por entrenamiento en un programa de reforzamiento diferente (López & Menez, 2005; 2009). Por otro lado, autores como Rodríguez-Gironés y Kacelnik (1999) indican que, a pesar de que el control temporal en programas de IF implica aprendizaje del intervalo temporal, es poca la importancia que se ha dado al estudio del ajuste de la conducta a la duración del intervalo, ya que la mayoría de los estudios son de estado estable. Además, como señalan los autores, este ajuste es particularmente importante cuando la transición es de un valor temporal a otro y que este tipo de transiciones se pueden denominar con el rótulo de dinámica del ajuste conductual a las propiedades temporales del ambiente. Los estudios de este tipo se caracterizan por su interés en los cambios en la organización temporal de la conducta en un valor temporal particular, en el contexto de otro, u otros, valores temporales. Se pueden reconocer al menos dos tipos de arreglos en las secuencias temporales estudiadas. En uno, que llamaremos transiciones, el entrenamiento en un valor temporal en un programa IF es seguido por la aplicación de otro valor temporal. En otro, que llamaremos series, varios valores de IF se programan de acuerdo con alguna regla de secuenciación.

Transiciones temporales

Meck, Komeily-Zadeh, y Church (1984) aplicaron un procedimiento de pico, originalmente descrito por Catania (1970), en el que se presenta un programa de IF por ensayos y, en un porcentaje de los ensayos denominados ensayos pico, se programa extinción. La duración de los ensayos de extinción se extiende a valores del doble o triple del IF programado. En el estudio arriba citado, las ratas fueron expuestas a dos fases en las que el tiempo requerido cambió de 10 a 20 o de 20 a 10 s y el tiempo de los ensayos de extinción se fijó en el triple del valor más corto. La medida de interés fue el gradiente temporal de la respuesta en los ensayos pico de las primeras sesiones de la segunda fase. Resumieron sus hallazgos como una adquisición en dos pasos abruptos: en el primero, reportan una transición abrupta en los primeros ensayos, de un patrón temporal de respuesta similar al de la primera fase a un patrón combinado correspondiente a los dos valores temporales. En el segundo, reportan una transición rápida del patrón combinado a otro correspondiente al nuevo valor de la segunda fase. Sin embargo, estudios posteriores no confirmaron la naturaleza abrupta de la adquisición (Rodríguez-Gironés & Kacelnik, 1999) y otros

investigadores solo la observaron cuando el porcentaje de ensayos reforzados en el procedimiento de pico fue de 50% (Lejeune, Ferrara, Simons, & Wearden, 1997). La gradualidad de la adquisición del nuevo valor temporal en la transición de un valor a otro de diferente duración no ha recibido atención adicional (cf. Reyes & Buhusi, 2014), pero sí la cuestión de cómo se combinan los gradientes de respuesta en el nuevo valor temporal (problema que se ha referido como integración de memorias temporales). Si ponemos como ejemplo la transición de IF 10 s a IF 20 s del experimento de Meck et al. (1984), se puede esperar que, en algún momento de la introducción del segundo valor, el gradiente temporal de respuesta observado corresponda a una combinación de los gradientes ante los dos valores programados. Así propuesto, la pregunta se reduce al estudio de la combinación del control temporal de los IF programados. Lejeune et al. (1997) consideran las siguientes posibilidades: (1) que la integración ocurra gradualmente hacia el control temporal del segundo valor de IF; (2) que primero el gradiente cambie hacia un patrón regulado por los dos valores de IF y luego hacia el patrón regulado por el segundo IF. La investigación realizada no ha sido concluyente en cuanto a estas posibilidades (cf. Rodríguez-Gironés & Kacelnik, 1999) y este procedimiento de investigación no se ha sostenido en años posteriores. En cambio, la investigación reciente de la combinación del control temporal usa preferentemente una preparación de discriminación temporal simultánea en la que, por lo general, dos valores temporales se entrenan en presencia de estímulos diferentes en una primera fase. En una segunda fase, los dos estímulos son presentados simultáneamente permitiendo evaluar la manera como los animales integran la información temporal vinculada a los dos estímulos (e.g., Swanton, Gooch, & Matell, 2009; Swanton & Matell, 2011). Es muy pronto para decidir la forma en que se combina el control temporal de eventos temporales sucesivos o concurrentes y la manera en que la conducta se ajusta a las condiciones presentes, pero estos estudios sugieren una extensión hacia la pregunta del control temporal en arreglos temporales complejos.

Series temporales

Una segunda línea de investigación tiene que ver con la programación de múltiples valores temporales dentro de un mismo período. En un caso, se pueden programar varios valores dentro de una misma sesión. Por ejemplo, en los programas de intervalo variable se programan diversos valores temporales según alguna regla de presentación. La única regularidad en estos programas es su valor promedio, pero

el valor temporal del intervalo actual es poco informativo del valor del siguiente intervalo. Una manera de investigar un arreglo temporal complejo es considerar el valor informativo o de señal que tiene un valor temporal particular y analizar el patrón temporal de conducta que genera, dependiendo del contexto de otros valores temporales. Lo anterior se puede evaluar manipulando el grado de información del valor presente respecto a la probabilidad del valor subsiguiente. Es decir, manejando la probabilidad de que una duración particular siga a otra. En general, se puede afirmar que las diferentes formulaciones en los procedimientos de series temporales se encuadran dentro del estudio de la dinámica del control temporal. Los dos procedimientos más conocidos son los de aprendizaje serial y los llamados de dinámica temporal.

Aprendizaje Serial

Para estudiar cómo la conducta se ajusta dependiendo de la experiencia con valores temporales precedentes Church y Lacourse (1998), en un estudio con ratas, analizaron los efectos de 12 valores temporales presentados en tres tipos de secuencias: Aleatorio con reemplazo, aleatorio sin reemplazo y serie aleatoria repetida. A diferencia de los estudios con un solo valor de IF, el estudio de las series permite evaluar si el control temporal provisto por la serie se combina y cómo ésta determina la ejecución en la duración presente. Si esta combinación ocurre, se podría observar que el control de la duración presente estaría vinculada a los otros valores temporales. Los autores concluyeron que el rastreo temporal, (i.e., ajustar la pausa pos-reforzador (PPR) al patrón de ocurrencia de los intervalos) solo ocurrió en la serie ascendente y que la PPR más bien estuvo regulada por el valor del IF subsecuente. En un segundo experimento estudiaron series geométricas de 10 valores. Estas series se presentaron de manera ascendente, descendente o combinada. Los hallazgos no fueron tan simples ni contundentes, aunque como en el experimento anterior, sugieren que el rastreo temporal ocurrió como anticipación al siguiente valor en la serie ascendente. Sin embargo, en la serie descendente el rastreo pareció ocurrir como reacción al valor precedente. Los autores no continuaron el estudio del patrón serial de intervalos, aunque persistieron en el interés más específico de cuantificar la forma en que se combina la información temporal simultánea o sucesiva cuando ésta proviene de dos o más fuentes de información temporal (Church, Guilhaudi, Keen, MacInnis, & Kirkpatrick, 2003). No obstante, una serie de estudios paralelos analizaron sistemáticamente el rastreo de series temporales.

Rastreo temporal

Como el nombre lo sugiere, estudia la relación entre el patrón de regulación temporal de la conducta y el patrón de valores temporales. La estimación del tiempo, sugerido por la PPR, cuando los valores temporales programados tienen un patrón serial puede indicar alguna forma de rastreo del tiempo. Por ejemplo, la PPR observada en el intervalo vigente puede ser resultado del efecto de uno o varios intervalos temporales precedentes o subsecuentes, además de una regla de ponderación según la distancia entre el valor actual y los precedentes o subsecuentes. Esta investigación tiene una larga historia y sus objetivos fueron claramente especificados por Higa, Moreno y Sparkman (2002) quienes propusieron que una alternativa al estudio de programas de intervalo en condiciones de entrenamiento intensivo en un valor de IF, es el estudio en situaciones dinámicas, cambiantes. Bajo estas condiciones, resulta posible evaluar si los animales rastrean los cambios, qué tan rápido lo hacen y cómo influyen los valores precedentes (véase también, Lejeune et al., 1997). Por lo general, el rastreo se estudia programando series de valores temporales de manera cíclica, como en el procedimiento de rampa (Church & Lacourse, 1998), donde los requisitos temporales primero incrementan y luego decrecientan. Un indicador de que ocurre un rastreo de los valores temporales requeridos es que la pausa post-reforzador observada incrementa conforme los tiempos requeridos incrementan. En cambio, la PPR decrecienta conforme los tiempos requeridos lo hacen. Un hallazgo frecuente es que el rastreo ocurre con una demora de un ciclo, es decir, la PPR parece ser influida por el valor temporal del intervalo previo y no por el valor presente. Por lo general, la evidencia proviene de programas cíclicos donde los requisitos temporales oscilan según alguna regla periódica (Higa, Wynne, & Staddon, 1991).

La cantidad de estudios congruentes con las regularidades anotadas es extensa pero sus rasgos esenciales los podemos describir de la siguiente manera: Primero, el indicador fundamental del rastreo temporal es la PPR o tiempo de espera, como prefieren denominarla los autores. Segundo, utilizan una versión particular de programa de IF, a la que llaman demora iniciada por la respuesta (DIR), que consiste en un programa encadenado en que la primera respuesta después del reforzador inicia un tiempo fijo al final del cual se entrega un reforzador sin requisito de respuesta alguno (e.g., Wynne, Staddon, & Delius, 1996). Tercero, la PPR, como medida de control temporal, se ajusta rápidamente a las secuencias de valores y, por lo general, la pausa en el intervalo presente es proporcional al valor inmediatamente precedente.

En estas condiciones, Wynne, y Staddon, (1988), Staddon, Wynne, y Higa (1991) y Higa, Wynne y Staddon, (1991), propusieron la hipótesis simple de espera lineal, para explicar la relación de proporcionalidad entre la PPR obtenida en el intervalo vigente y el valor del intervalo precedente. Esta hipótesis fue posteriormente ampliada por Wynne, Staddon, y Delius, (1996), considerando que el control del tiempo presente puede implicar varios intervalos precedentes que contribuyen de manera ponderada al valor de la PPR actual. De esta forma, la pausa presente es resultado de la suma ponderada de los valores de los intervalos entre alimentos (IEA) precedentes. Sin embargo, no es tan clara la forma en que los efectos de los IEA precedentes sobre la pausa actual muestran una dependencia. El problema radica en la regla de ponderación que tendría que agregar cuestiones como el hecho de que los valores pequeños parecen tener una influencia notablemente elevada. Según parece, el procedimiento particular que utilizan para los IF no es una limitante de sus conclusiones puesto que sus hallazgos son congruentes con los obtenidos en programas IF estándar (Ludvig & Staddon, 2004). Sin embargo, una posible fuente de imprecisión puede provenir de la medición utilizada, ya que la PPR no necesariamente es la más precisa para medir el control temporal. Además, de manera importante, esta medida obscurece posibles efectos sobre el patrón temporal de la conducta, sobre todo cuando existen varias 'pausas' o remanentes del control por valores de los intervalos precedentes. De hecho, ya Church y Lacourse (1998) habían sugerido considerar medidas distintas a la PPR como indicadoras del control temporal.

En resumen, los estudios revisados consideran el análisis del control temporal bajo condiciones temporales cambiantes. El elemento común es que, si consideramos un requisito temporal particular, el control resulta de la influencia de los otros requisitos temporales que ocurren en el contexto. Los procedimientos manipulan el contexto en forma de reglas de presentación serial, influencia de un valor temporal sobre otro o efectos de la suma de dos valores temporales. Dos cuestiones que han recibido atención son la influencia de una regla de presentación serial sobre el control temporal en un valor particular de la serie y los efectos de información dispar sobre los requisitos temporales y la forma como se combina esa información.

En el experimento que aquí presentamos abordamos ambas cuestiones, pero, a diferencia de los estudios seriales, en la presente investigación el número de valores de la serie se reduce a tres. La razón es que en las series más amplias existe la posibilidad de que el animal responda únicamente a la naturaleza cíclica de la serie y no al valor precedente. En segundo lugar, en las series cíclicas los valores extremos

son precedidos y sucedidos por las mismas duraciones y su control puede ser resultado de esa doble secuencia. En el presente estudio, las series se presentan como bloques repetitivos y no como ciclos continuos, para asegurar el control por un valor precedente particular. En tercer lugar, se manipula la regla secuencial de los valores temporales dentro de un bloque con el fin de evaluar si diferentes secuencias conducen a formas diferentes de combinación de los valores. Finalmente, además de un indicador del tiempo de espera, como en los estudios dinámicos y de series, aquí obtenemos el gradiente temporal de respuesta. En éste, se puede evaluar con mayor propiedad la forma que asume el control temporal en el contexto de la serie presentada.

Con estos arreglos, en el presente estudio utilizamos tres valores de IF (15, 45 y 75 s) presentados en bloques de acuerdo con la siguiente lógica. Una serie completamente aleatoria que sirve como línea base donde la duración presente no proporciona información o señal alguna sobre la duración subsecuente. Una serie sin reemplazo en la que la duración del primer ensayo se descarta como posibilidad en el segundo ensayo y la tercera duración queda completamente determinada por las dos que ya ocurrieron. En este caso se puede decir que la posición ordinal del valor temporal proporciona condiciones para el control discriminativo de la siguiente duración. Finalmente, aplicamos una serie temporal ascendente en la que la duración particular señala completamente la duración siguiente; ésta replica parcialmente los estudios de series ascendentes antes presentados.

Método

Sujetos

Treinta ratas Wistar macho experimentalmente ingenuas, provenientes de la colonia local de la Universidad Nacional Autónoma de México y de aproximadamente 90 días de edad al inicio del experimento. Las ratas se alojaron en cajas individuales en el bioterio de la institución bajo un ciclo luz/oscuridad de 12:12 hr y fueron mantenidas al 85 % de su peso bajo alimentación libre, a lo largo del experimento.

Aparatos

Ocho cámaras experimentales modulares (MED Associates®). La iluminación general de la caja la proporcionó una lámpara de 3 W, colocada tras una pantalla translúcida ubicada en el centro del techo. El reforzador consistió en una mezcla de agua potable con leche condensada en una proporción de 2:1 en volumen. Éste

se proporcionó en una cucharilla de 0.05 ml operada por un solenoide, a la que se podía acceder mediante una apertura cilíndrica localizada en el centro de la pared frontal de la caja, 20 mm por encima del piso. La cámara experimental se colocó dentro de una caja sono-amortiguada y con un extractor de aire. Los eventos experimentales se controlaron y registraron, con una resolución de 10 ms, mediante una computadora personal, una interface y software MED Associates®.

Procedimiento

Se entrenó a las ratas a apretar la palanca mediante moldeamiento, lo que se consiguió en la primera o segunda sesión de entrenamiento. En las siguientes tres sesiones las ratas se expusieron a un programa de razón fija 1 (RF 1); cada sesión concluyó a la entrega del reforzador número 45. A la siguiente sesión se asignó aleatoriamente cada rata a uno de tres grupos de 10 ratas cada uno, definidos como se describe a continuación.

Primera fase. Cada sesión se compuso de 15 bloques de tres ciclos cada uno. En cada bloque se programaron tres ciclos con programas de Intervalo Fijo (IF), con valores de 15, 45 o 75 s. Cada bloque iniciaba con la luz de la cámara encendida. Cada ciclo concluyó en el momento en que se cumplía con el requisito programado en el mismo y se entregaba el reforzador. La entrega del reforzador se acompañó de un período de 3 s con las luces de la cámara apagadas y la luz del comedero encendida. Al concluir el periodo de entrega del reforzador se inició el siguiente valor programado hasta concluir los tres del bloque. Al concluir un bloque se programó un intervalo entre bloques (IEB) de 5 s, en total obscuridad. La sesión terminó al completar un total de 15 bloques. La secuencia de presentación de los valores de intervalo para cada bloque se hizo de acuerdo con las siguientes reglas:

Grupo Totalmente Aleatorio (TA). En cada ciclo de un bloque cada valor de intervalo tuvo la misma probabilidad de ocurrir.

Grupo Aleatorio Sin Reemplazo (SR). En el primer ciclo de cada bloque los tres valores tuvieron la misma probabilidad de ocurrir. En el segundo ciclo solo se mantuvieron los valores que no ocurrieron en el primero, con probabilidad de ocurrencia de $\frac{1}{2}$ para cada valor temporal y, en el tercero, se aplicó el valor restante.

Grupo Ascendente (AS). Los valores de los intervalos se programaron en orden ascendente.

Esta fase se mantuvo vigente durante 45 sesiones.

Segunda Fase. La mitad de las ratas de cada grupo fue asignada a un programa IF 15 s y la otra mitad a un programa IF 75 s. Estos programas se arreglaron en la

misma disposición que durante la primera fase, es decir, en bloques de tres ciclos, pero ahora con el mismo valor en cada uno de los 3 ciclos de cada bloque, y con un IEB de 5 s. Estas condiciones se mantuvieron vigentes durante 20 sesiones.

Análisis de datos

Se obtuvieron dos indicadores del control temporal. (1) El punto de transición (BP, por sus siglas en inglés, Break-Point), que es el tiempo en el intervalo en que ocurre una transición de una tasa de respuesta baja a una tasa alta, obtenido con el algoritmo descrito por Guilhardi y Church (2004). (2) El gradiente temporal de la respuesta. Para obtener el gradiente, se contaron las respuestas ocurridas en cada segundo sucesivo, iniciando con la terminación del periodo de 3 s asociado a la entrega del reforzador. En cada sesión se acumularon las respuestas en los segundos sucesivos correspondientes para cada valor de intervalo programado.

Resultados

Se realizó un primer análisis con los datos de BP con el fin de tener una medida comparable a la utilizada en los estudios de series y transiciones aquí revisados. A diferencia de la PPR utilizada en dichos estudios, aquí obtuvimos el BP que refleja con mayor precisión la transición de tendencias de respuesta. Con este fin se obtuvieron los BP de cada ensayo de las últimas cinco sesiones, en cada valor de IF de los tres grupos en la primera fase, y se obtuvo la mediana, en cada sesión, para cada rata. En la Figura 1 se presentan los diagramas de caja de las medianas de BP de cada rata, de cada grupo y para cada valor de IF. Como se puede observar, en los tres grupos se obtuvo el mismo patrón de resultados: las cajas se desplazaron a valores cada vez más altos conforme se incrementó el requisito temporal del IF. Un análisis estadístico multinivel (Bickel, 2007) confirmó las diferencias observadas. En el grupo Totalmente Aleatorio (TA) se encontró un efecto significativo del valor del IF [$\chi^2(6) = 44, p < .01$]. Los contrastes ortogonales mostraron que el BP fue significativamente mayor para IF 75 s que para los datos combinados de IF 45 s e IF 15 s, [$b = 4.5, t(18) = 8.3, p < .001$] y para IF 45 s que para IF 15 s, [$b = 6.5, t(18) = 7, p < .001$]. En el caso del grupo Sin Reemplazo (SR), el efecto de valor del IF resultó significativo, [$\chi^2(6) = 49, p < .01$]. Los contrastes ortogonales mostraron que el BP fue significativamente mayor para IF 75 s que para los datos combinados de IF 45 s e IF 15 s, [$b = 5.3, t(18) = 8.7, p < .001$] y para IF 45 s que para IF 15 s, [$b = 8.6, t(18) = 8.2, p < .001$]. De igual manera, en el grupo Ascendente (AS) el

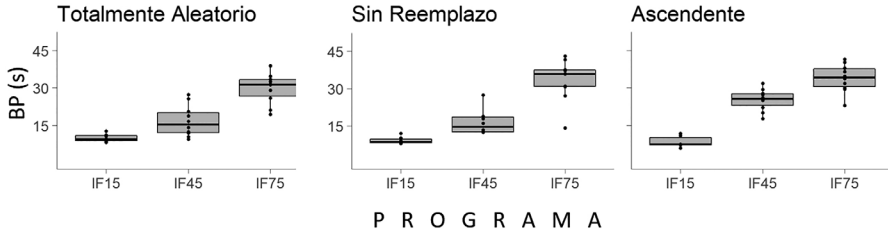


Figura 1. Diagrama de caja del punto de transición (BP) en segundos para cada valor de IF en cada uno de los grupos. Los datos corresponden al promedio de las medianas de los BP de cada rata, en las últimas cinco sesiones de la primera fase.

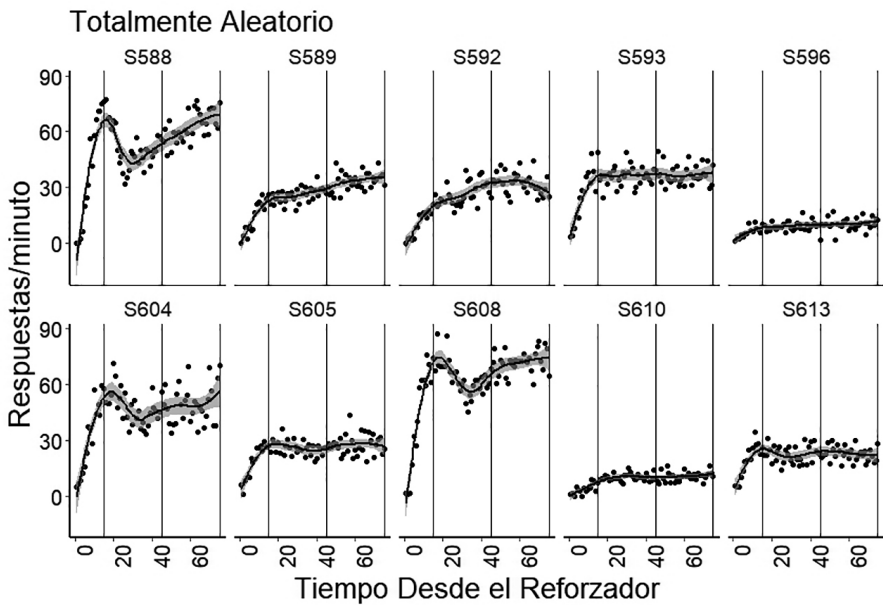


Figura 2. Gradiente temporal de respuestas en IF 75 s del grupo Totalmente Aleatorio. Los datos son promedio de las últimas cinco sesiones de cada rata. La línea continua representa el ajuste de regresión local (Loess). Las líneas verticales son de referencia, colocadas en 15, 45 y 75 s.

efecto de valor del IF fue significativo, [$x^2(6) = 70, p < .01$]. Los contrastes ortogonales mostraron que el BP fue significativamente mayor para IF 75 s que para los datos combinados de IF 45 s e IF 15 s, [$b = 7.1, t(18) = 18.9, p < .001$] y para IF 45 s que para IF 15 s, [$b = 4.3, t(18) = 6.7, p < .001$]. En resumen, en todos los grupos se observó que el BP incrementó conforme aumentó el requisito del IF.

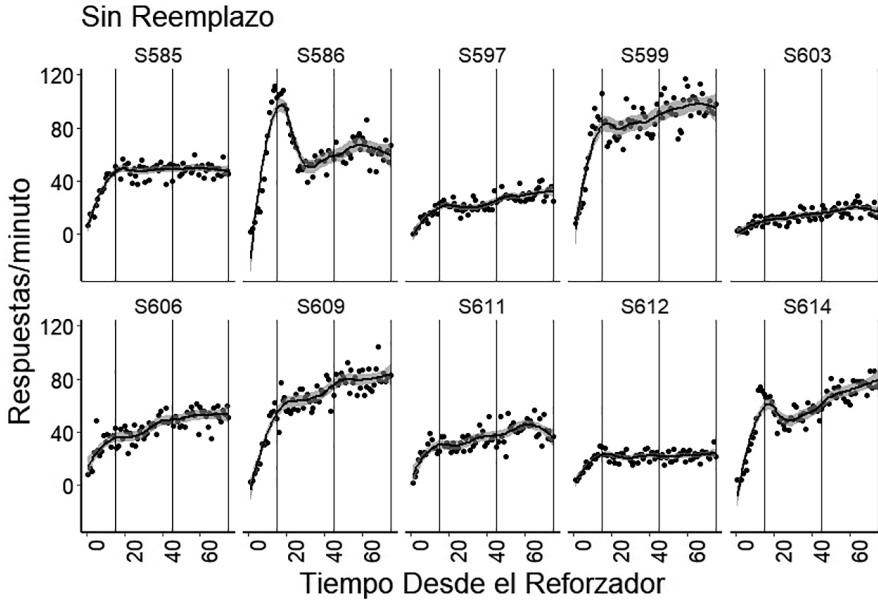


Figura 3. Gradiente temporal de respuestas en IF 75 s del grupo Sin Reemplazo. Los datos son promedio de las últimas cinco sesiones de cada rata. La línea continua representa el ajuste de regresión local (Loess). Las líneas verticales son de referencia, colocadas en 15, 45 y 75 s.

El IF 75 s representa un valor crucial en el sentido de que en el grupo TA, su probabilidad de ocurrencia a lo largo de los tres ensayos de un bloque permanece constante. En el grupo SR, si los valores de IF 15 s e IF 45 s ya ocurrieron, la probabilidad de que el IF 75 s ocurra en el tercer ensayo del bloque es 1.0. En el grupo AS, la probabilidad de que el valor IF 75 ocurra en el tercer ensayo del bloque siempre será de 1. En consecuencia, este valor temporal permite evaluar las posibles influencias de los valores más pequeños en los diferentes arreglos.

Como se indicó, la Figura 1 sugiere que el BP fue máximo en el IF 75 s y, en la comparación de este valor de IF, mediante ANOVA, entre los grupos, no se encontraron diferencias [$F(2, 27) = 1.11, p = .34$]. Para evaluar si esta similitud en los puntos de transición se corresponde con el mismo tipo de control temporal en este valor, se obtuvieron los gradientes temporales respectivos (Figuras 2, 3 y 4) en esta primera fase. A fin de facilitar la descripción de los gradientes se agregó un ajuste de regresión local por el método Loess que básicamente ajusta modelos simples, como regresión lineal o cuadrática, a segmentos sucesivos de datos. Este

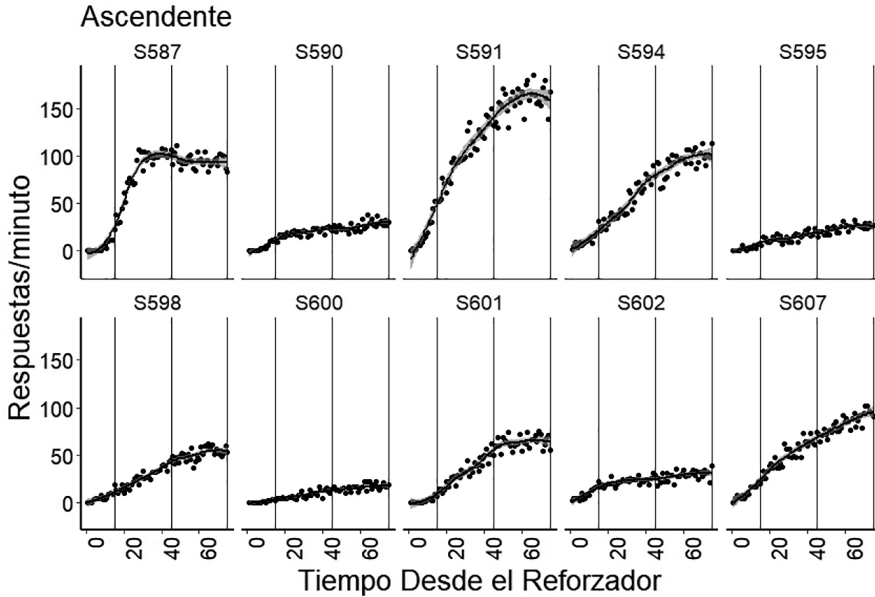


Figura 4. Gradiente temporal de respuestas en IF 75 s del grupo Ascendente. Los datos son promedio de las últimas cinco sesiones de cada rata. La línea continua representa el ajuste de regresión local (Loess). Las líneas verticales son de referencia, colocadas en 15, 45 y 75 s.

método proporciona una buena representación de la tendencia de los datos, por lo que se le consideró apropiado. La línea continua representa la curva Loess y las líneas verticales sirven como referencia de los valores correspondientes a los tres IF programados. La Figura 2 muestra los gradientes obtenidos en el grupo Totalmente Aleatorio. En general, en todos los casos se observa un rápido incremento inicial de la tasa de respuestas hasta llegar aproximadamente a los 15. En ese punto, varias ratas muestran un pico (S588, S604, S605, S608 y S613) mientras que las demás muestran una transición a un crecimiento más lento o a una tasa de respuesta estable a partir de ese valor.

En la Figura 3 se muestran los gradientes del grupo Sin Reemplazo, observándose un patrón de resultados similar al del grupo anterior, en el que también algunas ratas mostraron picos alrededor de los 15 s (S586, S599, S611 y S614). También se observa una tasa creciente de respuestas en la parte terminal del intervalo, alrededor de los 40 s, en la mayoría de los casos. Finalmente, en el grupo Ascendente se observaron diferencias considerables respecto a los grupos anteriores. En el IF 75 s

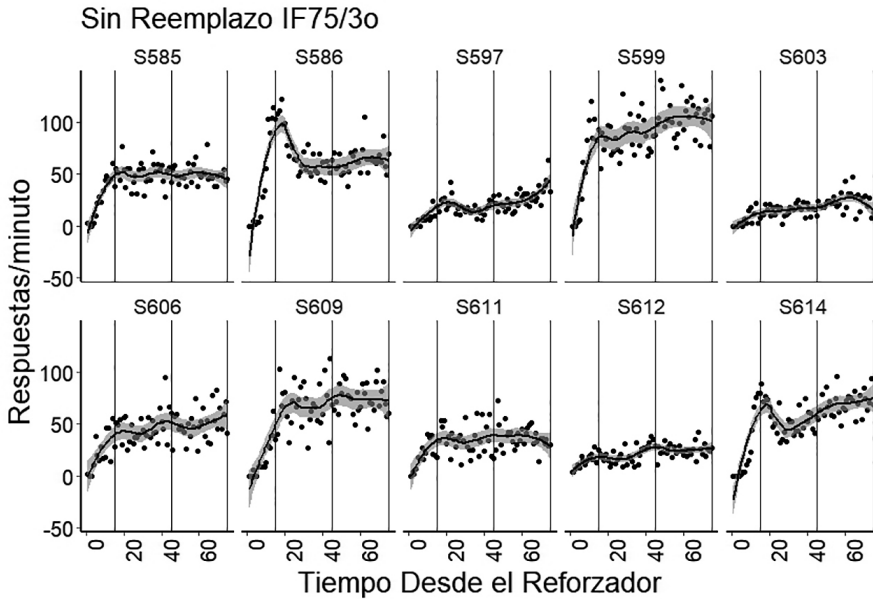


Figura 5. Gradiente temporal de respuestas en IF 75, cuando ocurrió en la tercera posición de los bloques, en el grupo Sin Reemplazo. Los datos son promedio de las últimas cinco sesiones de cada rata. La línea continua representa el ajuste de regresión local (Loess). Las líneas verticales son de referencia, colocadas en 15, 45 y 75 s.

(Figura 4) la tasa de respuesta inicial (de los 3 a los 7 s) tendió a ser baja y enseguida pasó a una velocidad de crecimiento más rápida a partir de ese inicio, velocidad que tendió a disminuir a entre los 30 y los 45 s aproximadamente.

En general, los tiempos de 15 y 45 s desde el reforzador parecieron ser críticos en todos los grupos cuando se presentó el IF 75 s, pero actuaron de diferente manera. En los grupos TA y SR la tasa de respuesta en el periodo de 0 a 15 s incrementó, mientras que en el grupo AS la tasa fue más baja. En los grupos TA y SR la tasa de respuesta tendió a estabilizarse en valores cercanos a los 45 s, mientras que en el grupo AS continuó creciendo, aunque en forma más lenta después de los 45 s.

En el grupo SR se realizó un análisis adicional de los gradientes a fin de determinar si en los bloques en que el valor de IF75 o el IF15 ocurrió en el tercer ensayo de un bloque, se observaba un incremento en la regulación temporal. Esto sería de esperar si las ratas discriminaban que ese valor ocurría en esa posición una vez que los otros dos valores ya habían aparecido. La Figura 5 muestra los gradientes tem-

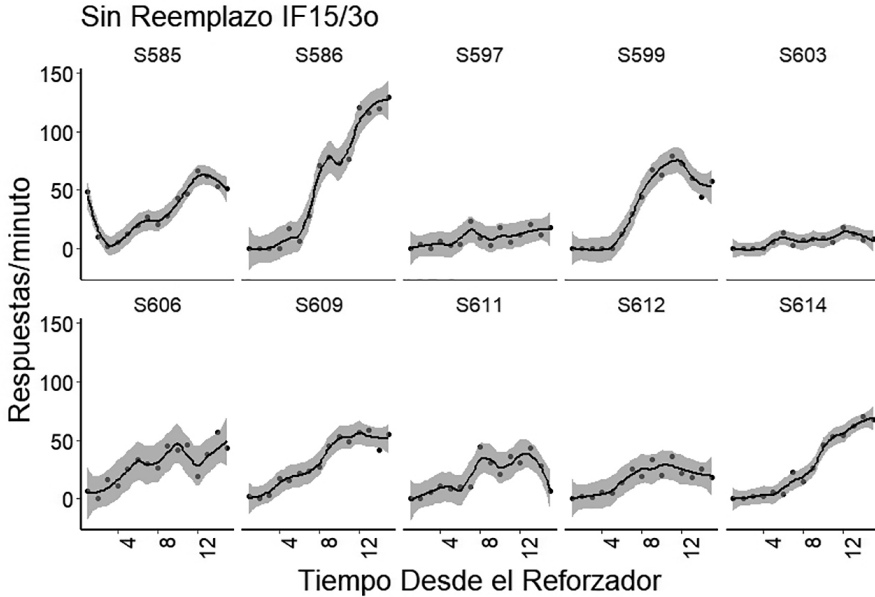


Figura 6. Gradiente temporal de respuestas en IF 15, cuando ocurrió en la tercera posición de los bloques, en el grupo Sin Reemplazo. Los datos son promedio de las últimas cinco sesiones de cada rata. La línea continua representa el ajuste de regresión local (Loess).

porales de respuesta para el IF 75 s y puede observarse que básicamente mostraron el mismo patrón que el obtenido cuando se consideraron esos gradientes independientemente de su posición. Se puede concluir que las ratas no discriminaron la regla de asignación de valores temporales según su posición ordinal en el bloque.

Para confirmar lo anterior se obtuvieron los gradientes en IF 15 s cuando ocupó la tercera posición en un bloque en el Grupo SR. La Figura 6 presenta los gradientes resultantes para cada rata, con la línea de tendencia obtenida por el método Loess. En general, todos los gradientes tendieron a ser crecientes, con la excepción de S585 que mostró un patrón decreciente-creciente. Si bien el gradiente temporal creciente sugiere una forma de regulación temporal, los gradientes temporales obtenidos difieren de las curvas ojivales usualmente observadas en programas periódicos. Algo similar ocurrió con los gradientes en la duración 15 s del Grupo AS (Figura 7), donde los gradientes tendieron a crecer a una tasa lenta y relativamente constante en la mitad de los casos (S590, S595, S600, S601 y S602) y a una tasa mayor, pero negativamente acelerada, en los casos restantes.

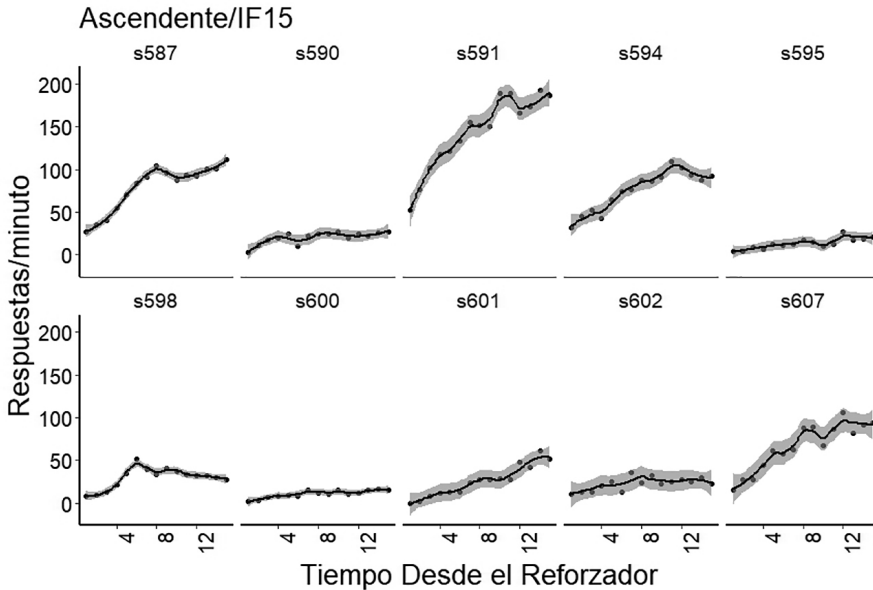


Figura 7. Gradiente temporal de respuestas en IF 15, en el grupo Ascendente. Los datos son promedio de las últimas cinco sesiones de cada rata. La línea continua representa el ajuste de regresión local (Loess).

Los gradientes anteriores se pueden comparar con los obtenidos en la segunda fase, donde se obtuvieron los gradientes de respuesta para los valores de 15 y 75 s, cuando los bloques solo estuvieron compuestos por el mismo requisito, según la asignación de la rata a IF 15 s o IF 75 s. Se ensayó una descripción cuantitativa de los gradientes de cada rata, en los dos IF programados en cada grupo. De esta manera, se puede verificar además si la presentación por bloques genera resultados incongruentes con procedimientos regulares. Por lo general los gradientes temporales son bien descritos por la función ojival (véase, por ejemplo, Guilhardi & Church, 2005), según la Ecuación 1:

$$Y = m / 1 + \exp^{-(t-c)/s}$$

Donde m es el valor estimado de la tasa máxima de la función o nivel asintótico de respuestas, c es el estimado del centro que se toma como el valor estimado de la duración y s es el valor estimado de la escala de la función que indica la precisión del mismo. En las Tablas 1, 2 y 3 se muestra los valores de los parámetros de mejor

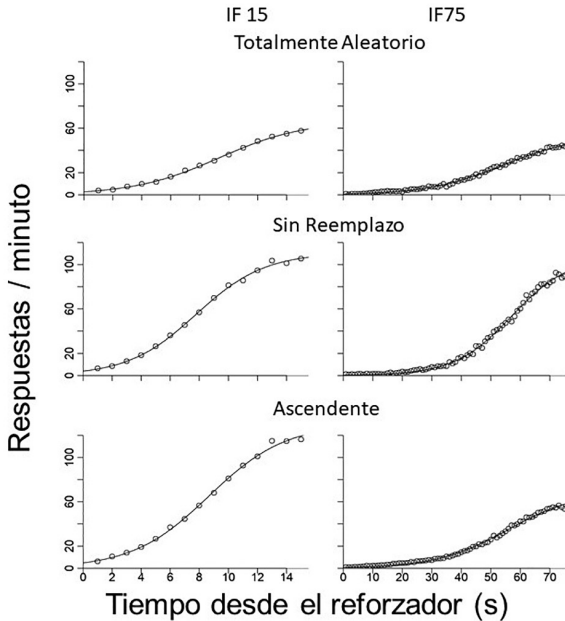


Figura 8. Gradiente temporal de respuestas de los datos promediados de las ratas de cada grupo en los IF 15 y 75 s. Estos datos corresponden a la Fase 2 de Evaluación Simple. La línea continua representa la función sigmoidea de mejor ajuste según la Ecuación 1.

ajuste, así como evaluaciones de la bondad del ajuste, para cada uno de los sujetos de cada grupo y para los gradientes promedio.

En general todos los gradientes mostraron un crecimiento similar y fueron bien descritos por la función ojival, excepto por un caso debido a una baja tasa de respuestas (S610 del grupo CR, en IF75). Los valores de varianza explicada cayeron en un rango de .97 a .99. La Figura 8 que muestra los gradientes promedio obtenidos en cada grupo para cada valor de IF, resume de manera razonable lo que ocurrió en cada una de las ratas de cada grupo y sugiere: Primero, que los patrones temporales son similares en cada valor de IF, independientemente del tratamiento recibido en la primera fase. Segundo, que las tasas de respuesta tendieron hacia valores más altos en los grupos sometidos a IF15 que en los de IF75, conforme avanzaba el tiempo desde el reforzador. Tercero, que el control de la duración como lo indica el parámetro c , es mayor en IF 75 s que en IF 15 s. Cuarto, la precisión fue mayor en el IF 15 s que en el IF 75 s, considerando los valores absolutos utilizados en este análisis.

En resumen, la programación de los tres valores de IF del presente experimento sugieren que un ambiente relativamente complejo compuesto por varias duraciones, organizadas según diferentes reglas de ocurrencia, no parece generar comportamiento que indique la discriminación de las mismas. En particular, aún en aquellos

Tabla 1

Parámetros de ajuste de la función ojival (Ecuación 1) a los gradientes temporales de respuesta del grupo Totalmente Aleatorio.

Grupo	Rata	m	c	s	EER	R ²
IF15	S588	50.89	4.14	1.84	2.21	.982
	S592	74.40	9.87	2.13	2.39	.992
	S596	69.61	11.97	2.57	1.80	.991
	S604	78.22	10.19	2.45	2.39	.992
	S613	57.27	8.33	2.86	3.01	.970
	Prom	66.60	9.32	2.93	0.75	.999
IF75	S589	73.14	54.33	8.34	2.10	.992
	S593	34.10	45.68	12.91	1.39	.984
	S605	62.14	56.87	15.81	1.97	.983
	S608	63.05	47.60	11.94	2.86	.979
	S610	ns	ns	ns	---	---
	Prom	53.31	53.94	12.70	0.80	.997

Nota. Los datos corresponden a la aplicación simple de los programas IF 15 s e IF 75 s en la segunda fase del experimento, para cada rata y para los datos promedio (Prom). Donde *m* es el valor estimado de la tasa máxima de la función, *c* es el estimado del centro y *s* es el estimado de la escala de la función. También se muestra el Error estándar residual (EER) y la variancia explicada (R²). ns= no significativo.

casos en que la programación de las secuencias proporcionaba indicios sobre la duración por presentar (Grupos SR y AS) en ningún caso se observaron gradientes comparables a los obtenidos en la presentación simple de la Segunda Fase. Como se discute más adelante, los hallazgos en general sugieren que el control temporal resultante proviene de alguna regla general de combinación del control temporal de los valores de IF individuales.

Discusión

En un trabajo reciente Kalafut y Church (2017) anotan que los animales viven en ambientes complejos que pueden proporcionar señales o indicios respecto a las contingencias ambientales presentes. Estas señales son importantes para el ajuste

Tabla 2

Parámetros de ajuste de la función ojival (Ecuación 1) a los gradientes temporales de respuesta del grupo Sin Reemplazo.

Grupo	Rata	m	c	s	EER	R ²
IF15	S599	164.08	6.65	1.94	4.54	.995
	S603	83.36	11.70	3.84	2.49	.984
	S606	135.43	8.85	2.27	2.80	.997
	S609	108.26	7.08	2.57	3.23	.993
	S612	85.35	8.33	2.15	2.71	.993
	Prom	110.68	7.77	2.35	1.59	.998
IF75	S585	77.82	52.35	11.10	3.07	.983
	S586	148.02	54.16	9.24	4.44	.991
	S597	87.09	57.10	9.02	2.46	.991
	S611	110.14	64.63	9.17	2.61	.990
	S614	115.56	56.70	8.83	3.15	.992
	Prom	107.51	57.05	9.71	1.72	.997

Nota. Los datos corresponden a la aplicación simple de los programas IF 15 s e IF 75 s en la segunda fase del experimento, para cada rata y para los datos promedio (Prom). Donde *m* es el valor estimado de la tasa máxima de la función, *c* es el estimado del centro y *s* es el estimado de la escala de la función También se muestra el Error estándar residual (EER) y la variancia explicada (R²).

conductual del organismo a las condiciones ambientales y, por consiguiente, resulta importante conocer la forma en cómo se combina la información que proporcionan. En el caso del control temporal de la conducta, la mayoría de los estudios abordan el ajuste de los organismos a ambientes regulares, es decir, a un programa periódico que permanece vigente por varias sesiones. Tal investigación ha generado varias formas de abordar el estudio del ajuste a regularidades temporales del ambiente, dentro de las que ha cobrado interés el estudio de combinaciones de contingencias temporales orientadas a entender la forma en que diversas fuentes de control temporal regulan la conducta. Los autores arriba citados lo hacen presentando estímulos compuestos previamente entrenados individualmente para señalar diferentes valores temporales. Otros investigadores analizan la programación sucesiva de dos valores temporales y la observación del ajuste del comportamiento al segundo valor

Tabla 3

Parámetros de ajuste de la función ojival (Ecuación 1) a los gradientes temporales de respuesta del grupo Ascendente.

Grupo	Rata	m	c	s	EER	R ²
IF15	S591	196.30	7.48	2.33	8.35	.986
	S598	93.50	11.69	2.37	1.91	.995
	S601	156.75	10.84	2.32	4.38	.993
	S602	72.92	6.91	2.73	2.35	.990
	S607	142.21	7.21	2.53	4.24	.993
	Prom	110.68	7.77	2.35	1.59	.998
IF75	S587	99.81	52.30	7.80	2.42	.995
	S590	41.60	62.77	14.26	1.41	.976
	S594	99.22	54.74	7.60	2.18	.996
	S595	42.12	57.28	9.62	1.63	.983
	S600	15.38	57.64	8.68	0.72	.976
	Prom	69.67	55.73	12.06	1.08	.997

Nota. Los datos corresponden a la aplicación simple de los programas IF 15 s e IF 75 s en la segunda fase del experimento, para cada rata y para los datos promedio (Prom). Donde *m* es el valor estimado de la tasa máxima de la función, *c* es el estimado del centro y *s* es el estimado de la escala de la función. También se muestra el Error estándar residual (EER) y la variancia explicada (R²).

introducido, como en los estudios sobre transición presentados en la introducción. Aún en otras ocasiones, se analiza el ajuste del comportamiento a patrones regulares de secuencias de cambios en los requisitos temporales, como en los estudios de la dinámica temporal revisada al inicio. El presente estudio extiende los anteriores en cuanto a la información, o eventos discriminativos, que puede proporcionar la estructura del ambiente respecto al requisito temporal presente. Para conseguir lo anterior se aplicaron patrones repetitivos de tres valores temporales según arreglos de probabilidad aleatoria con reemplazo (grupo TA), sin reemplazo (Grupo SR) o de manera ascendente (Grupo AS).

Una primera cuestión se relaciona con las secuencias temporales contenidas en el procedimiento por bloques aquí utilizado. En el estudio de transiciones efectuado por Church y Lacourse (1998) se incorporan reglas de presentación aleatoria de duraciones ascendentes en forma similar a las del presente experimento. Sin

embargo, dichos autores utilizaron 12 valores de intervalo y los presentaron de manera cíclica ininterrumpida. Aquí únicamente se programaron tres duraciones en bloques señalados de tres ensayos con el fin de obtener información sobre la forma en que se combinan los requisitos temporales. Debido a que las secuencias fueron presentadas en bloques, se requiere evaluar si efectivamente las ratas discriminan los bloques y si valores particulares de IF difieren si se presentan de manera simple (segunda fase) o compuesta con otros valores dentro de un bloque (primera fase). La respuesta es afirmativa para ambas cuestiones: Primero, se puede observar que el BP incrementa conforme aumenta la duración criterio en todos los grupos en la primera fase (Figura 1). Por consiguiente, se puede decir que el patrón de resultados refleja la composición de duraciones de los bloques, sugiriendo discriminación de los mismos. Segundo, aunque el comportamiento de las ratas reflejó la composición de las duraciones de los bloques, los gradientes temporales, al menos en las duraciones 15 y 75 s, difirieron notablemente del observado en las presentaciones simples de la Fase 2. Adicionalmente, los datos de la segunda fase indican que la mera presentación por bloques de los valores simples no hizo que el gradiente temporal difiriera del que regularmente se observa en su presentación simple (véase Lowe & Harzem, 1977; Guilhardi & Church, 2005). Esto significa que los hallazgos aquí reportados no son resultado del procedimiento particular de presentación de las duraciones por bloques.

Un segundo punto considera si el control temporal del valor del IF presente se relaciona con la duración precedente. Para evaluar esta posibilidad, tanto Church y Lacourse (1998) como Staddon y colaboradores en varios estudios (discutidos en Ludvig & Staddon, 2004) utilizaron la pausa pos-reforzador (PPR) como indicador. El hallazgo general fue que los animales parecen rastrear el patrón de cambio de los requisitos temporales. En el presente estudio no se utilizó la PPR debido a que los programas temporales pueden generar respuestas tempranas no reguladas por el tiempo. En consecuencia, este indicador puede no ser preciso. En su lugar se utilizó una medida relacionada, el punto de transición (BP), que mostraría una forma de rastreo si su valor crece en el grupo AS conforme aumenta el valor del intervalo. Efectivamente, en la Figura 1 de ese grupo se puede observar que sugiere esa relación de crecimiento entre el valor del IF y el BP; el problema es que ese mismo patrón se observa en los grupos en los que el rastreo temporal no era posible puesto que no existe un orden cíclico recurrente: en el grupo TA todos los órdenes de las duraciones programadas en un bloque son posibles, en el grupo SR la duración previa no es una señal importante sino su posición ordinal.

El patrón de hallazgos anterior sugiere la posibilidad de que la conducta de las ratas no sea sensible a las secuencias de duraciones sino al compuesto de duraciones en los bloques. Por ejemplo, en el valor de 75 s, es posible que el gradiente de respuestas resultante surja de alguna combinación de los tres valores programados. Si este es el caso, el patrón creciente de los BP puede entenderse por la insensibilidad de esta medida a múltiples transiciones de respuesta en el intervalo entre reforzadores, particularmente en los valores más largos. El BP se obtiene determinando el punto óptimo de intersección entre dos rectas, una que refleja tasas bajas y la otra altas (Guilhardi & Church, 2004), y siempre proporciona un solo valor independientemente de que ocurra más de una transición. De esta forma, la obtención de, por ejemplo, un BP más alto en el IF 75 s que en los valores más pequeños, puede ser resultado de la mayor extensión de tiempo considerado para obtener el BP. En todo caso, el gradiente temporal de respuesta nos puede ayudar a determinar la forma de combinación temporal que se puede inferir en las tres secuenciaciones estudiadas. Una duración crítica para efectuar esta tarea es el gradiente obtenido en la duración de 75 s.

En el grupo Totalmente Aleatorio podemos imaginar a la duración 75 s como una especie de prueba del control adquirido por las duraciones más pequeñas. En los estudios de transición de valores temporales, como el de Meck et al., (1984) descrito en la introducción, se programa una transición de un valor corto, 10 s, a uno largo, 20 s. De esta manera la ejecución en el valor largo sirve, en las sesiones iniciales, para evaluar la persistencia del control temporal generado en el corto. De la misma forma, cuando en el grupo TA del presente estudio ocurre la duración de 75 s lo hace en el contexto de otras duraciones más breves que también son reforzadas. En consecuencia, es de esperar que el gradiente resultante refleje el control adquirido por esos valores. Los datos sugieren que efectivamente la tasa de respuesta incrementa hasta llegar al valor de 15 s, en varios casos, mostrando un pico en ese valor. No obstante, aunque algunos datos lo sugieren, no fue tan clara la presencia de un segundo pico en los 45 s posiblemente debido a una disminución en la tasa de respuesta al bajar la densidad del reforzador y a su cercanía con la duración de 75 s. Nos parece que los gradientes reflejan una mezcla o composición de los que podrían generar los valores de tiempo individuales. Sin embargo, la influencia de los valores más pequeños en el gradiente asociado a la duración de 75 s será más confusa mientras más cercanas estén las duraciones entre sí. En consecuencia, es posible que la forma de influencia o interacción entre los tres valores resulte más clara si se programan duraciones más separadas temporalmente. Los datos presentes concuerdan con la idea de que el control temporal resulta de alguna regla de

combinación de otras duraciones entrenadas (véase Lejeune et al., 1997; Meck et al., 1984; Rodríguez-Gironés & Kacelnik, 1999) pero no informan sobre la forma u origen de la combinación.

Cabe señalar que la combinación del control temporal aquí obtenido excluye la posibilidad de que resulte del promedio de los valores programados, en cuyo caso se observaría un solo pico aproximadamente en los 45 s cuando en el grupo TA ocurrió el valor criterio de 75 s. En un procedimiento (Swanton et al., 2009) en el que se presentaron señales auditivas y visuales, asociadas a valores de 10 y 20 s en un programa múltiple y en una siguiente fase se presentaron en conjunto, efectivamente se observó que el gradiente ocurría con un solo pico alrededor de los 15 s. En otras palabras, ocurrió un comportamiento congruente con el valor promedio, diferente a lo aquí observado. Esto sugiere que la forma de combinación de los requisitos temporales se relaciona con las condiciones de evaluación de la programación de múltiples valores temporales.

En todo caso, en ambos procedimientos existe incertidumbre respecto al criterio temporal vigente al inicio del ensayo. Los efectos de la incertidumbre pueden observarse manipulando la probabilidad de valores temporales particulares dentro de un bloque. En el grupo TA no existe señal alguna del valor de intervalo que puede ocurrir en un ensayo particular. Pero podemos suponer diversas situaciones en que la presencia de un evento de alguna forma predice la ocurrencia de otro evento subsecuente. En el presente experimento, el Grupo SR agrega una posible señal, la posición ordinal del ensayo dentro el bloque. En particular, la duración del tercer ensayo de un bloque queda totalmente determinada por los valores que ya ocurrieron en los dos ensayos anteriores. La pregunta es si las ratas son sensibles a esta forma de discriminación condicional. Cuando se obtienen los gradientes generales de este grupo en IF 75 s (Figura 3), los patrones temporales resultantes son un tanto similares a los del grupo TA y, si se obtienen los gradientes cuando ese valor solo ocurrió en la tercera posición (Figura 5), se puede ver que no difirieron de los generales. En el caso de los gradientes de IF 15 s cuando ocurrió en la tercera posición (Figura 6) éstos no mostraron el patrón ojival típico obtenidos en programas IF. En conclusión, tal parece que las ratas no discriminan la información condicional proporcionada por los dos valores precedentes, sino que, como en el grupo TA, su ejecución sigue mostrando un control combinado de las duraciones presentadas.

Por último, en el grupo AS, cada posición ordinal está asociada a un valor particular y los valores son ascendentes. Sin embargo, los gradientes temporales de respuesta obtenidos en IF 75 s (Figura 4) no mostraron la forma característica observada cuando ese valor se presenta de manera individual (Figura 8). De hecho,

en este último caso, el gradiente obtenido fue bien descrito por la función sigmoidea como en otros estudios (véase Guilhardi & Church, 2005), no así en el IF 75 s en su presentación ascendente del presente experimento. El gradiente temporal de respuesta más común en este valor fue de crecimiento a una tasa relativamente constante con una tendencia a estabilizarse después de los 45 s. Tampoco ocurrió en el IF 15 s como puede verificarse en la Figura 7: los gradientes fueron relativamente planos o crecieron a una tasa de respuesta negativamente acelerada. Según parece, el control temporal de cada duración en este grupo de alguna forma se vio influido por la presentación de los otros valores en el bloque. Por el momento no tenemos una forma de discernir la forma en que pudo ocurrir la interacción entre los efectos de las duraciones, aunque posiblemente una preparación con solo dos valores en el bloque pueda ser útil en ese sentido.

En conjunto, los datos del presente experimento no sugieren que las ratas respondan a las reglas de presentación de secuencias de tres valores temporales. La afirmación anterior se sostiene aún si la secuencia de duraciones presentada proporciona condiciones favorables a las que generan rastreo temporal. Quedan pendientes varias cuestiones: Primero, si el rastreo temporal observado en otros estudios se debe a que el patrón de cambios cíclicos ocurre sobre un número relativamente grande de valores temporales (desde luego mayor a tres, como en el presente experimento) presentados de manera ininterrumpida. Es posible que, bajo estas condiciones, se propicie una mayor discriminación del patrón creciente (o decreciente) de las duraciones. Segundo, es posible que el rastreo de un paso atrás (cf. Higa et al., 1991) no sea tan informativo en esos procedimientos ya que lo único que se observa es un cambio en la PPR congruente con la dirección del cambio del patrón. Lo que no está completamente demostrado es que el valor de la PPR esté totalmente determinado por el valor precedente, sino que resulte de una combinación de varias duraciones precedentes. De hecho, este parece ser el caso como lo sugiere la necesidad de ampliar el modelo de un paso atrás a otro de promedio móvil (Wynne et al., 1996). Este último implica la determinación de la pausa actual por varios valores precedentes. Si es así, la pregunta crucial sigue siendo la de determinar la forma como el animal integra información temporal, así como identificar el mejor método para su estudio. De hecho, aunque la idea de la sensibilidad a los cambios en las duraciones criterio parece estar bien apoyada por la investigación (Higa et al., 2002), aún no son claros los mecanismos detrás de esa sensibilidad.

Referencias

- Bickel, R. (2007). *Multilevel analysis for applied research. It's just regression!* New York, NY: Guilford Press.
- Catania, A. C. (1970). Reinforcement schedules and psychophysical judgments: A study of some temporal properties of behavior. In W. N. Schoenfeld (Ed.), *The Theory of Reinforcement Schedules* (pp. 1-42). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Church, R. M. (2003). A concise introduction to scalar timing theory. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and neural mechanisms of interval timing* (pp. 3-22). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Church, R. M., Guilhardi, P., Keen, R., MacInnis, M., & Kirkpatrick, K. (2003) Simultaneous temporal processing. En H. Helfrich (Ed.), *Time and Mind II: Information Processing Perspectives* (pp. 3-19). Gottingen, Alemania: Hogrefe & Huber Publishers.
- Church, R. M., & Lacourse, D. M. (1998). Serial pattern learning of temporal intervals. *Animal Learning & Behavior*, 26, 272-289.
- Guilhardi, P., & Church, R. M. (2004). Measures of temporal discrimination in fixed-interval performance: A case study in archiving data. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 661-669.
- Guilhardi, P. & Church, R. M. (2005). Dynamics of temporal discrimination. *Learning and Behavior*, 33, 399-416.
- Higa, J. J., Moreno, S., & Sparkman, N. (2002). Interval timing in rats: tracking unsignaled changes in the fixed schedule requirement. *Behavioural Processes*, 58, 167-176.
- Higa, J. J., Wynne, C. D. L., & Staddon, J. E. R. (1991). Dynamics of time discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 17, 281-291.
- Kalafut, K. L., & Church, R. M. (2017). The quantification of behavior in the presence of compound stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 43, 96-108.
- Lejeune, H., Ferrara, A., Simons, F., & Wearden, J. H., 1997. Adjusting to changes in the time of reinforcement: Peak-interval transitions in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23, 211-231.
- Loess (aka LOWESS) (n.d.). En *Engineering Statistics Handbook*. Recuperado de <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmd/section1/pmd144.htm>
- López, F., & Menez, M. (2005). Effects of reinforcement history on response rate and response pattern in periodic reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 83, 221-241.

- López, F., & Menez, M. (2009). Control temporal en programas de intervalo fijo: Efectos de historias de condicionamiento con programas de intervalo variable. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 35, 109-128.
- Lowe, C. F., & Harzem, P. (1977). Species differences in temporal control of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 28, 189–201.
- Ludvig, E. A., & Staddon, J. E. R. (2004). The conditions for temporal tracking under interval schedules of reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 299–316.
- Meck, W. H., Komeily-Zadeh, F. N., & Church, R. M. (1984). Two-step acquisition: Modification of an internal clock's criterion. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 297-306.
- Reyes, M. B., & Buhusi, C. V. (2014). What is learned during simultaneous temporal acquisition? An individual-trials analysis. *Behavioural Processes*, 101, 32-37.
- Rodríguez-Gironés, M. A., & Kacelnik, A. (1999) Behavioral adjustment to modifications in temporal parameters of the environment. *Behavioural Processes*, 45, 173–191.
- Swanton, D. N., Gooch, C. M., & Matell, M. S. (2009). Averaging of temporal memories by rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 35, 434–439.
- Swanton, D. N., & Matell, M. S. (2011). Stimulus compounding in interval timing: the modality–duration relationship of the anchor durations results in qualitatively different response patterns to the compound cue. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 37, 94–107.
- Staddon, J. E. R., Wynne, C. D. L., & Higa, J. J. (1991). The role of timing in reinforcement schedule performance. *Learning and Motivation*, 22, 220-225.
- Wynne, C. D. L., & Staddon, J. E. R. (1988). Typical delay determines waiting time on periodic-food schedules: static and dynamic tests. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 50, 197-210.
- Wynne, C. D. L., Staddon, J. E. R., & Delius, J. D. (1996). Dynamics of waiting in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65, 603-618.

Recibido Agosto 28, 2017 /

Received August 28, 2017

Acceptedado Noviembre 21, 2017 /

Accepted November 21, 2017