

Menez, Marina; López, Florente

Interrumpiendo el reloj interno: Efectos de la discriminabilidad y la localización de la interrupción

Revista Mexicana de Análisis de la Conducta, vol. 32, núm. 1, junio, 2006, pp. 27-37

Sociedad Mexicana de Análisis de la Conducta

Guadalajara, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59332103>

INTERRUMPIENDO EL RELOJ INTERNO: EFECTOS DE LA DISCRIMINABILIDAD Y LA LOCALIZACIÓN DE LA INTERRUPCIÓN¹

*INTERRUPTING THE INTERNAL CLOCK:
DISCRIMINABILITY AND BREAK LOCATION EFFECTS*

MARINA MENEZ Y FLORENTE LÓPEZ
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

RESUMEN

Las hipótesis de decaimiento del recuerdo y de ambigüedad instruccional son dos explicaciones de los modos de operación del reloj interno: detención y re-inicialización. La primera afirma que estos modos reflejan los extremos del decaimiento del recuerdo; la segunda, que resultan de una falla en la discriminación entre la interrupción y el intervalo entre ensayos. Ambas coinciden en señalar que las condiciones vigentes al momento de introducir la interrupción afectan la operación del reloj. En el presente experimento se contrastan las dos hipótesis, manipulando tanto la semejanza entre la duración de la interrupción y el intervalo entre ensayos (IEE) como la localización de la interrupción, en dos grupos de ratas. La semejanza en la duración de la interrupción y el IEE no produjo el re-inicio del reloj, como predice la hipótesis de ambigüedad instruccional, pero la localización de la interrupción sí produjo los cambios en el tiempo pico predichos por la hipótesis del decaimiento del recuerdo. Se propone una explicación alternativa de estos resultados considerando la tasa de respuesta vigente al momento de introducirse la interrupción.

Palabras clave: *reloj interno, hipótesis de decaimiento del recuerdo, hipótesis de ambigüedad instruccional, procedimiento de pico, ratas*.

1. Esta investigación recibió apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, proyecto número 37802-H y de la DGAPA, proyecto PAPIIT número IN-301505, otorgados al Dr. Florente López y forma parte de los requisitos para la obtención de grado de doctor del primer autor. Enviar toda comunicación al primer autor a: menez@servidor.unam.mx

ABSTRACT

Continuous memory decay and instructional ambiguity hypotheses are different explanations for reset and stop-retain timing strategies of the internal clock. For the memory decay hypothesis, stop-retain and reset represent the edges of memory decay. The instructional ambiguity hypothesis sustains that the clock operation mode is the result of a failure to discriminate between the inter trial interval (ITI) and the break. In addition, both hypotheses suggest that the current conditions at the moment of introducing the break are involved in the operation of the internal clock. These explanations were tested in two groups of rats. Break location and similarity of ITI and break duration were manipulated. Findings indicated that similarity between ITI and break duration, as was here manipulated, does not induce reset of the internal clock. Break location yielded shifts in peak time as predicted by the memory decay hypothesis. An alternative explanation in terms of current response rate at the moment of the introduction of the break, was proposed.

Keywords: internal clock, memory decay hypothesis, instructional ambiguity hypothesis, peak procedure, rats.

El sistema generador de pulsos-contador es un componente central en las teorías de estimación temporal (Staddon y Higa, 1999; Rammsayer y Ulrich, 2001). Se le ha identificado con el llamado “reloj interno” (Church, 1978, 1984), cuyas características cualitativas han sido analizadas principalmente desde la perspectiva de la teoría de expectancia escalar (SET; Gibbon, 1977).

Según dicho análisis, el reloj posee propiedades semejantes a las de un cronómetro: puede ser re-inicializado, detenido y vuelto a echar a andar, sin pérdida del tiempo previamente acumulado (Roberts y Church, 1978; Roberts, 1981, 1982, 1998; Church, 1980). Estas propiedades de re-inicio y detención se conocen como los “modos de operación” del reloj interno.

La preparación experimental más utilizada para el estudio de los modos de operación es el procedimiento de pico con interrupciones (Roberts, 1981; Buhusi y Meck, 2000). Este procedimiento consiste en la presentación inicial, en ensayos discretos, de un programa de intervalo fijo (IF) mezclado con ensayos hasta tres veces más largos, en los que se omite el reforzador (ensayos pico). Los ensayos están separados por intervalos de duración variable (Intervalos Entre Ensayos o IEE). La medida típica de control temporal es el tiempo pico o momento en que la tasa de respuesta alcanza su máximo, el cual generalmente está cercano al valor del IF entrenado. Una vez obtenido el patrón de respuesta pico, en una proporción de los ensayos no reforzados se introduce la interrupción de la señal asociada a la duración a estimarse (ensayo pico con interrupción; Roberts, 1981). La magnitud del cambio en el

tiempo pico al comparar los ensayos interrumpidos con los no interrumpidos, indica el modo de operación del reloj (Roberts, 1981; Cabeza de Vaca, Brown y Hemmes, 1994; Buhusi y Meck, 2000). Cuando este cambio es igual a la duración de la interrupción, se dice que el reloj se detuvo; cuando el cambio es igual al tiempo acumulado desde el inicio del ensayo hasta el final de la interrupción, se considera que el reloj se re-inició (Church, 1978; Roberts, 1981).

Las dos principales explicaciones acerca de la aparición de uno u otro modo de operación del reloj, han identificado como determinantes de dicha operación a la duración, la localización y la discriminabilidad de la interrupción de la señal a estimar.

Cabeza de Vaca, Brown y Hemmes (1994), en una serie de experimentos en los que utilizan pichones como sujetos, manipulan tanto la duración como la localización de la interrupción. Encuentran que conforme ésta transcurre, el recuerdo de la duración previamente experimentada va disminuyendo exponencialmente (tal como lo describen algunos modelos de memoria; Wixted y Ebbensen, 1991). Observan que a medida que la duración de la interrupción aumenta, el modo de operación cambia de detención a re-inicio. Esto los lleva a postular la "hipótesis de decaimiento del recuerdo", según la cual, detención y re-inicio son los extremos de la degradación de la memoria.

La otra explicación de los modos de operación del reloj es la "hipótesis de ambigüedad instruccional" (Kaiser, Zentall y Neiman, 2002). Ésta plantea que los modos de operación son resultado de un fallo en la discriminación. Kaiser et al (2002), en un estudio con pichones, manipularon la señalización del intervalo entre ensayos (IEE) y la interrupción (INT), encontrando que, cuando estos períodos tuvieron condiciones de iluminación idénticas (p.e., oscuridad, como es lo usual en esta preparación), las aves re-iniciaron el reloj (no hubo discriminación entre los períodos: ambos fueron tratados como señal de fin de ensayo). Cuando la iluminación de cada período difirió, las aves detuvieron el reloj (hubo discriminación). Este argumento puede extenderse a las duraciones del IEE y de la propia interrupción (Kaiser, et al, 2002). Entre más semejantes, mayor será la posibilidad de observar un cambio en el tiempo pico como el predicho por re-inicio. Entre menos semejantes, mayor será la posibilidad de obtener un cambio parecido a detención.

No obstante sus diferencias en la forma de explicar los modos de operación del reloj, ambas hipótesis coinciden en señalar que la localización de la interrupción juega un papel importante en la determinación del modo de operación. Según los proponentes de la hipótesis de decaimiento del recuerdo, Cabeza de Vaca et al (1994), el cambio en el modo de operación del reloj varía linealmente, de detención a reinicio, en función de la localización de la interrupción. Por su parte, Kaiser et al (2002), sugieren que la tasa de respuesta vigente al momento de introducir la interrupción se puede con-

vertir en otra fuente de confusión, que al igual que la semejanza entre IEE e INT, causan la aparición de la detención o reinicio del reloj. Por ejemplo, en la condición de interrupción tardía, los pichones tendrían dificultad para reasumir la respuesta a la misma tasa que estaba vigente al momento de producirse la interrupción, lo que se traduciría en que los cambios en el tiempo pico tomarían valores intermedios a los esperados según los dos modos de operación postulados. Esto no ocurriría con las interrupciones tempranas porque en ese período del ensayo la tasa de respuesta es nula o baja, por lo que resultaría más sencillo para el animal reanudar la respuesta a una tasa semejante, cuando la señal reaparece. Esto produciría cambios semejantes a detención (Kaiser, et al., 2002).

Tomando en cuenta las posibles causas de los modos de operación del reloj, este estudio se planteó dos objetivos: el primero fue determinar el efecto de la semejanza entre la duración de la INT y la duración del IEE, sobre el modo de operación del reloj, en ratas. Existen varias maneras de evaluar la hipótesis anterior. Una de las más simples consiste en incluir o no el valor de la interrupción dentro del rango de valores programados para el IEE. Si los animales son sensibles a esta manipulación, el primer caso provocará un sesgo hacia re-inicialización mientras que el segundo lo inducirá en dirección a detención. Para probar lo anterior, en este estudio se manipuló la duración mínima posible de IEE. En un grupo de ratas fue de 5s y en otro de 25s. La interrupción duró 9s. La señalización tanto del IEE como de la INT fue el apagón de todas las luces de la cámara experimental.

El segundo objetivo del estudio fue verificar si la localización de la interrupción afecta el modo de operación del reloj, como lo proponen las hipótesis del decaimiento del recuerdo y de la ambigüedad instruccional. Para ello, se programó la introducción de la interrupción de la señal en dos localizaciones del intervalo, la denominada “temprana”, a los 6s de iniciado el ensayo, y la “tardía”, a los 15s.

MÉTODO

Sujetos

Catorce ratas albinas Wistar, machos, de tres meses, diez días de edad al inicio del experimento, provenientes del bioterio de la Facultad de Psicología de la UNAM, mantenidas al 80% de su peso en ingesta libre. Al finalizar cada sesión experimental se les proporcionó el alimento necesario para mantenerlas en ese peso.

Aparatos

Siete cajas de condicionamiento operante, de 21.0 cm de altura x 30.5 cm de largo x 24.1 cm de ancho, marca MED-Associates. La pared frontal de cada caja estaba provista de la palanca fija izquierda, una luz señalizadora y el orificio del dispensador de pellets, colocado en la parte central de la pared y situado a 5 cm de la rejilla sobre la que se posaba el animal. Además de la luz ubicada sobre la palanca, se adaptó otra en el orificio del dispensador de pellets. Otra luz colocada en la pared trasera de la caja, proporcionó la iluminación general. El reforzador consistió en un pellet de 45 mg., marca Noyes. Se adaptó una fuente de ruido blanco para enmascarar ruidos externos, además de que las cajas se mantuvieron aisladas de luz y ruido. Cada rata fue moldeada en la caja en que correría todo el experimento.

Una computadora personal provista de una interfase MED, controló los eventos y registró los tiempos de ocurrencia de las respuestas con una aproximación a la centésima de segundo.

PROCEDIMIENTO

Preentrenamiento

Todas las ratas fueron moldeadas manualmente a presionar la palanca. Al inicio de la sesión, se encendieron la luz general y la luz colocada encima de la palanca. Cuando la rata husmeaba, tocaba o presionaba la palanca, estas luces se apagaban y se activaba el dispensador de pellets, al mismo tiempo que se encendía la luz del orificio del comedero. Después de tres segundos, el ciclo se reiniciaba. Todas las ratas tardaron entre dos y tres sesiones en adquirir la respuesta de presionar la palanca. El número de reforzadores por sesión fue de 50.

A fin de asegurar tasas de respuesta elevadas antes de introducir las sesiones con ensayos no reforzados, se procedió a someter a las ratas a dos sesiones de un programa de Intervalo Aleatorio (IA) de valor 15s, seguidas por cuatro sesiones de IA de valor 30s. El número de reforzadores por sesión fue de 50.

Procedimiento de Pico

Se procedió a asignar aleatoriamente a las ratas a los grupos IEE mínimo 5s e IEE mínimo 25s, para después presentarles una mezcla de 45 ensayos discretos de un programa de Intervalo Fijo de valor 30s (IF 30s) y 15 ensayos

discretos no reforzados o ensayos pico, con duración promedio 30s a los que se agregaron 90s. Para el cálculo de los valores de los ensayos pico se utilizó la fórmula de Flesher y Hoffman (1962) con $N = 15$ y media = 30s. La duración a estimar fue señalada por el encendido de la luz general y la luz colocada encima de la palanca. En el caso de los ensayos de IF, al momento de cumplirse el requisito de tiempo transcurrido y respuesta emitida, estos estímulos se apagaban, se activaba el dispensador de pellets y se encendía la luz señalizadora de la entrega del reforzador. Los ensayos estuvieron separados por un Intervalo entre Ensayos (IEE) de valor promedio de 45s, período durante el cual la caja permanecía a oscuras. Para calcular los valores de IEE se utilizó la fórmula de Flesher y Hoffman (1962), con $N = 60$ y media = 45s. A cada uno de los 60 intervalos así generados se le agregó 5 o 25 segundos, según el grupo. Las sesiones siempre iniciaron con cinco ensayos de IF reforzados, que no fueron analizados. El orden de presentación de los sesenta ensayos restantes, IF o Pico, fue aleatorio. Esta condición se mantuvo vigente por 60 sesiones.

Pico con Interrupciones

Estas sesiones consistieron en la presentación, durante el 80% de los ensayos pico, de interrupciones de 9s en la señal, pudiendo presentarse en dos localizaciones: a los 6s (Temprana) o a los 15s (Tardía) de iniciado el ensayo. La presentación de los distintos tipos de ensayo se organizó en tres bloques de 20 ensayos cada uno, de los cuales 15 fueron ensayos IF reforzados, 1 fue ensayo Pico, más dos ensayos pico con interrupción “temprana” y dos con interrupción “tardía”, todos presentados de manera aleatoria. Como en la fase anterior, las sesiones iniciaron siempre con cinco ensayos IF reforzados, que no fueron analizados. Esta fase estuvo vigente por 12 sesiones.

RESULTADOS

Se analizan los datos correspondientes a las 12 sesiones de la condición de Pico con Interrupción (un total de 36 ensayos de Pico y 72 ensayos de Pico con interrupción, de cada tipo). Las respuestas emitidas durante los ensayos Pico y Pico más Interrupción se ordenaron en intervalos de tiempo de 1s. Posteriormente se ajustó una curva gaussiana de cinco parámetros (SigmaPlot, 2001 versión 7) a dichos datos, a fin de obtener los valores de Tasa Pico y Tiempo Pico. Para el caso de los ensayos de “Solo Pico”, se tomó el intervalo de 0 a 90 segundos, en tanto que para los ensayos de “Pico con Interrupción”, el ajuste se realizó considerando los 90 segundos siguientes a la finalización de la interrupción. En todos los análisis estadísticos se utilizó un alfa de 0.05.

Se realizó un ANOVA tomando los tiempos pico diarios como dato, con Grupo como factor Entre (IEE 5s o 25s) y Sesión y Tipo de Ensayo como medidas repetidas (Pico, Interrupción Temprana e Interrupción Tardía). Únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el factor Tipo de Ensayo ($F_{[2,22]}=822.78$, $p<0.001$), por lo que se procedió a promediar los datos de las sesiones. Los tiempos pico promedio para los ensayos sin interrupción, con interrupción a los 6s (temprana) y con interrupción a los 15s (tardía), fueron 32.81, 44.86 y 51.42, respectivamente. La prueba de Scheffé indicó que, considerando el Tipo de Ensayo, existieron diferencias significativas entre todos los pares de comparaciones posibles ($p<.001$).

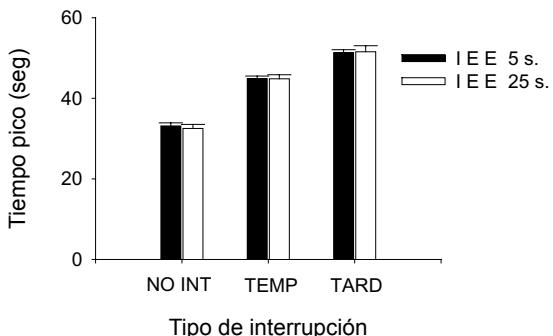


Figura 1. Tiempos pico promedio para los ensayos sin interrupción, con interrupción a los 6s (temprana) y con interrupción a los 15s (tardía), para los grupos IEE mínimo 5s (barra llena) e IEE mínimo 25s (barra vacía). En cada barra se indica el error estándar de la media.

Como se puede observar en la Figura 1, el tiempo pico aumentó en función del momento en que se presentó la interrupción de la señal a estimar, siendo este cambio independiente del valor mínimo del IEE programado (cinco o veinticinco segundos), lo que se confirma al observar que las medias de uno y otro grupo, por tipo de ensayo, resultan indistinguibles. Los datos de la Tabla 1 muestran que no existieron diferencias en medias ni desviaciones estándar entre los dos grupos, para los distintos tipos de ensayo.

A fin de determinar el modo de operación que se activó ante la interrupción de la señal a estimar, se procedió a calcular el cambio en el tiempo pico, sujeto por sujeto y sesión por sesión. Se efectuó un ANOVA con Grupo como factor Entre (IEE 5s o 25s) y Tipo de Ensayo y Sesión como medidas repetidas. Solamente el factor Tipo de Ensayo resultó estadísticamente significativo ($F_{[1,12]}=213.88$, $p<.001$). Por lo anterior, se promediaron los cambios de tiempo pico sin considerar la Sesión ni el Grupo y con esos datos se pro-

Tabla 1. Media y Desviación Estándar (D.E.) del Tiempo Pico por Grupo y Tipo de Ensayo (Sin interrupción = SIN INT; interrupción temprana = INT TEMP; interrupción tardía = INT TARD). Se promedian las doce sesiones de la condición de ensayos pico con interrupción.

Ensayo	IEE 5"			IEE 25"		
	SIN	INT	INT	SIN	INT	INT
	INT	TEMP	TARD	INT	TEMP	TARD
Media	33.12	44.89	51.32	32.50	44.83	51.53
D.E.	2.07	1.68	1.95	2.67	2.69	3.98

baron las hipótesis respecto al modo de operación utilizado. Las pruebas t indicaron que los cambios en los tiempo pico no se ajustaron a los predichos por detención ni por re-inicio, para ninguna de las localizaciones, temprana o tardía, de la interrupción. (Interrupción temprana: detención, $t_{13}=7.97$, $p<.05$; re-inicio, $t_{13}=-6.79$, $p<.05$; interrupción tardía: detención, $t_{13}=17.56$, $p<.05$ y re-inicio, $t_{13}=-9.30$, $p<.05$). Los cambios en el tiempo pico resultaron ser consistentemente mayores a los predichos por detención y consistentemente menores a los predichos por re-inicio.

En la Figura 2, se presentan las curvas de respuesta promedio, obtenidas para los ensayos pico y para los ensayos con interrupción temprana y tardía, de los doce días analizados. Se grafica el porcentaje de respuestas respecto al máximo. Este porcentaje se calculó primero para cada rata y después se promediaron los valores de todos los sujetos. La curva con línea continua corresponde a los ensayos pico, la curva con línea punteada a los ensayos con interrupción temprana y la curva con línea discontinua, a los ensayos con interrupción tardía. Las líneas verticales indican el tiempo pico predicho con detención del reloj (39s), con re-inicio para la interrupción temprana (45s) y con re-inicio para la interrupción tardía (54s). El desplazamiento del tiempo pico en los ensayos con interrupción "temprana" coincide con el valor predicho por re-inicio pero no coincide con el predicho por detención (aunque las pruebas t indican que el cambio no fue el esperado bajo ninguno de estos modos). El desplazamiento en el tiempo pico con la interrupción "tardía" se ubicó muy por encima del predicho por detención y por debajo del esperado por re-inicio. Cualitativamente, la ejecución se pareció más a un re-inicio que a una detención del reloj, es decir, los cambios del tiempo pico difirieron más de los predichos por detención que de los predichos por re-inicio (véase los valores de t).

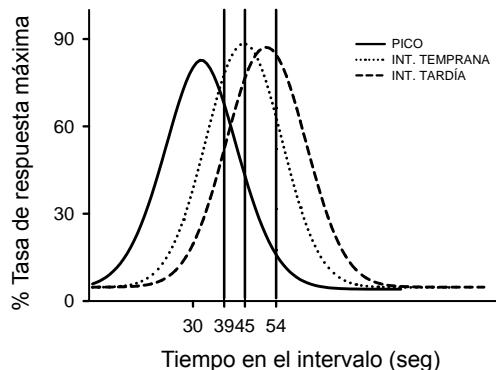


Figura 2. Ajustes al porcentaje de la tasa de respuesta máxima promedio en los ensayos sin interrupción (pico), con interrupción a los 6s (temprana) y con interrupción a los 15s (tardía). Las líneas verticales indican el tiempo pico predicho con detención del reloj (39s), con re-inicialización para la interrupción temprana (45s) y con re-inicialización para la interrupción tardía (54s).

DISCUSIÓN

Los análisis efectuados indicaron que la semejanza en términos de duración entre INT e IEE no produjo la aparición diferenciada de los modos re-inicio o detención del reloj interno. En el presente experimento, la similitud entre IEE e Interrupción se evaluó variando la duración mínima del IEE. Bajo estas condiciones no se observaron diferencias en el modo de operación atribuibles a esta manipulación del reloj. No obstante, la similitud comprende varias dimensiones de la distribución de los IEE, como la media y la dispersión de las series que componen los IEE, y es posible que los animales sean más sensibles a esas dimensiones que a la duración de los IEE individuales.

Las ratas del presente experimento mostraron cambios en el tiempo pico localizados entre los esperados bajo los dos modos de operación, detención y reinicio. Estos resultados concuerdan parcialmente con los reportados por Kaiser et al, (2002), quienes utilizaron una interrupción de 6s presentada en las mismas localizaciones que las aquí programadas y la misma señal en el IEE y la interrupción. Estos autores obtuvieron un cambio distinto a re-inicio con la interrupción tardía, pero, a diferencia de lo obtenido en este experimento, sí encuentran re-inicio con la interrupción temprana.

En términos generales, los presentes resultados son más congruentes con los reportados por Cabeza de Vaca, Brown y Hemmes (1994), quienes obtuvieron cambios distintos a re-inicio y detención, presentando interrup-

ciones de 6s (tres segundos más pequeñas que las aquí utilizadas) en las mismas localizaciones (6s y 15s) que las programadas en este experimento.

Analizando con más detalle los resultados del presente experimento, se observa que la manipulación de la localización de la interrupción, temprana o tardía, produjo cambios en el tiempo pico que resultaron significativamente distintos entre sí (12.24s vs. 18.81s, $p < .001$, prueba de Scheffé), mostrando una tendencia creciente y una diferencia entre cambios de aproximadamente 6s, igual a la reportada por Cabeza de Vaca et al., (1994) para el caso de la interrupción de 6s.

La hipótesis de decaimiento del recuerdo identifica dos determinantes del modo de operación del reloj: la duración de la interrupción y la localización de la misma. Según Cabeza de Vaca et al., (1994), la magnitud del cambio en el tiempo pico es una función lineal creciente de la localización de la interrupción: entre más tarde se presenta ésta, el cambio en el tiempo pico se parece más al esperado en condiciones de re-inicio del reloj. Sin embargo, los autores no hacen explícita la razón por la que esto ocurre.

Aquí se propone que el efecto de la localización podría estar relacionado con el nivel de respuesta vigente al momento de introducirse la interrupción, como lo señalan Kaiser et al., (2002). Si, como es lo usual en este procedimiento, las interrupciones se programan en la porción del intervalo que precede al tiempo esperado de entrega del reforzador, es probable que abarquen un segmento del ensayo con una tasa de respuesta alta.

Cabe preguntarse si el cambio observado en el tiempo pico es producto de la degradación del recuerdo o de la interrupción del flujo de respuesta en el momento en que estaría en su tasa más alta y que es más difícil de reobrar al reanudarse la señal.

Una consideración adicional sobre este punto, sugiere la posibilidad de que el efecto de la duración de la interrupción pudiera estar interactuando con el efecto de la localización. Esto es, duraciones prolongadas de la interrupción, en cualquier localización en la porción inicial del intervalo, afectan porciones del mismo con tasas de respuesta que van aumentando, por lo que los cambios observados al manipular la duración de la interrupción podrían reflejar, exclusiva o adicionalmente, el ya mencionado efecto de la tasa de respuesta.

Los razonamientos anteriores sugieren la necesidad de analizar más detalladamente los patrones de respuesta en los ensayos pico con y sin interrupción. Este análisis permitiría verificar la posibilidad de que uno de los determinantes de los modos de operación del reloj sea la tasa de respuesta presente al producirse la interrupción. Es necesario determinar si los niveles de respuesta posteriores a la interrupción difieren de los obtenidos en los ensayos no interrumpidos y si dicha diferencia depende de la localización y duración de la interrupción.

En conclusión, en el presente experimento no se encontraron efectos de la manipulación de la relación de duraciones entre IEE y períodos de inter-

rupción. Pero se debe resaltar que, a pesar de las diferentes condiciones de programación del IEE, se obtuvo un claro efecto de la localización de la interrupción que concordó con la teoría de decaimiento del recuerdo. No obstante, es necesario considerar la posibilidad de que los efectos de localización y duración puedan estar relacionados con el nivel de respuesta al momento de introducir la interrupción, como explicación alternativa del proceso.

REFERENCIAS

- Buhusi, C. V. & Meck, W. H. (2000). Timing for the absence of a stimulus: the gap paradigm reversed. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 305-322.
- Cabeza de Vaca, S., Brown, B. L., & Hemmes, N. S. (1994). Internal Clock and Memory Processes in Animal Timing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 184-198.
- Church, R. M. (1978). The internal clock. En S. H. Hulse, H. Fowler & W. K. Honig, *Cognitive processes in animal behavior* pp. 227-310, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Church, R. M. (1980). Short-term memory for time intervals. *Learning and Motivation*, 11, 208-219.
- Church, R. M. (1984). Properties of the internal Clock. En J. Gibbon & L. Allan (Eds.), *Annals of the New York Academy of Sciences: Timing and time perception*, pp. 566-582. New York: New York Academy of Sciences.
- Flesher, M., & Hoffman, H. S. (1962). A progression for generating variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 529-530.
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's law in animal timing. *Psychological Review*, 84, 279-325.
- Kaiser, D. H., Zentall, T.R., & Neiman, E. (2002). Timing in Pigeons: Effects of the Similarity Between Intertrial Interval and Gap in a Timing Signal. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 28, 416-422.
- Rammsayer, T., & Ulrich, R. (2001). Counting models of temporal discrimination. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 270-277.
- Roberts, S., & Church, R. M. (1978). Control of an Internal Clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 318-337.
- 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. (1998). The Mental Representation of Time: Uncovering a Biological Clock. En Don Scarborough & Saul Sternberg (Eds.), *An Invitation to Cognitive Science: Methods, Models, and Conceptual Issues*, pp. 53-106. Cambridge MA: MIT Press.
- SigmaPlot 2001, versión 7. Systat Software Inc., Richmond, CA: EUA.
- Staddon, J. & Higa, J. (1999). Time and memory: Towards a pacemaker-free theory of interval timing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 215-251.
- Wixted, J. T. & Ebbensen E. (1991). On the form for forgetting. *Psychological Science*, 2, 409-145