

El Análisis Experimental de la Conducta: Algunos modelos experimentales de interés para las neurociencias

Pulido Rull Marco Antonio,* Calzada Moyao José Luis*

* Laboratorio de Condicionamiento Operante, Universidad Intercontinental.

Revista Mexicana de Neurociencia

Julio-Agosto, 2010; 11(4): 296-301

INTRODUCCIÓN

La relación entre la psicología y las neurociencias fue inicialmente distante y caracterizada principalmente por la desconfianza mutua.¹ Detrás de este desencuentro es posible identificar un problema epistemológico fundamental; sustentado éste en lo que se considera un legítimo objeto de estudio científico y en lo que se considera un método de recolección de datos aceptable. En tanto la psicología tradicional se ocupa del estudio de la mente metafísica y utiliza como métodos de investigación la introspección y los estudios de caso, las neurociencias estudian el cerebro y emplean el método experimental para la recolección de datos.² Afortunadamente, en las últimas décadas se han tendido puentes teóricos entre las dos disciplinas y los resultados han mostrado ser provechosos para ambas.³⁻⁶ La experiencia particular del presente autor es la de que, al menos en los Estados Unidos (EU), la psicología y las neurociencias entablan un

trabajo colaborativo muy estrecho, mismo que se traduce en un trabajo interdisciplinario muy relevante.⁷⁻⁹

En México, la vinculación entre las dos disciplinas de interés tiene todavía espacio para crecer. Específicamente la relación entre las neurociencias y el Análisis Experimental de la Conducta difícilmente ha explotado todo su potencial. Algunos analistas de la conducta han evaluado los efectos de diferentes fármacos sobre la conducta de elección;¹⁰ complementariamente, algunos neurocientíficos han empleado modelos animales desarrollados por el Análisis de la Conducta como variable dependiente en el diseño de vacunas anti adicciones.¹¹

El propósito del presente trabajo es el de familiarizar a los científicos interesados en las neurociencias con las características del Análisis Experimental de la Conducta. La finalidad última es la de proporcionar a estos científicos elementos que les permitan valorar las distintas formas en la que el dicho paradigma puede potenciar su trabajo.

RESUMEN

A pesar de que el Análisis Experimental de la Conducta y las neurociencias, colaboran de manera estrecha en los Estados Unidos y en Europa, en México el trabajo interdisciplinario entre ambas disciplinas es aún escaso. En este trabajo se señalan las congruencias epistemológicas entre ambas disciplinas. También se describen algunos modelos experimentales que pueden resultar útiles para el trabajo de los neurocientíficos. Específicamente se presentan los modelos de: Adquisición con demora, Elección bajo programas concurrentes y Discriminación temporal.

Palabras clave: Análisis Experimental de la Conducta, trabajo interdisciplinario, modelos experimentales.

*The Experimental Analysis
of Behavior: Some experimental
models for the neurosciences*

ABSTRACT

The Experimental Analysis of Behavior has a close interdisciplinary collaboration with neuroscientists in both of US and Europe; in Mexico this collaboration is still infrequent. The present paper addresses the epistemological affinities between both disciplines. The paper also presents some experimental models that could be useful for neuroscientists. Specifically the paper presents the following models: Acquisition with delayed reinforcement, Matching under concurrent schedules, and Temporal discrimination.

Key words: Experimental Analysis of Behavior, interdisciplinary cooperation, experimental models.

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA CONDUCTA

A principios del siglo XX, psicólogos formados en los laboratorios de psicología experimental de Alemania, se integraron a diferentes universidades de los EU y rápidamente desarrollaron grupos de estudiantes para los cuales la psicología era una disciplina que nada tenía que ver con la filosofía.¹² Un personaje emblemático de esta nueva generación de psicólogos fue Watson. Su manifiesto de 1913 dejaba muy en claro que al menos una parte de la psicología de esos años rechazaba a la mente metafísica como objeto de estudio legítimo. Se proponía en cambio a la conducta como el objeto de interés de la psicología (de ahí el nombre del nuevo enfoque propuesto por Watson, "conductismo").

Hacer de la conducta el objeto de estudio de la psicología tenía como ventaja adicional eliminar a la introspección como herramienta de recopilación de datos y sustituirla por la observación directa (herramienta más objetiva y acorde con el método de la ciencia). Watson dedicó su vida a popularizar y difundir la corriente conductista en los EU; sus dotes como divulgador de la ciencia hicieron que el conductismo fuera identificado y reconocido dentro y fuera del mundo universitario y académico. A pesar de su éxito como divulgador, su aproximación etológica al comportamiento humano y su fe en el condicionamiento clásico de Pavlov como modelo de construcción de la conducta compleja, resultaron insuficientes para desarrollar un entendimiento cabal del comportamiento humano.^{13,14}

A pesar de su relativo fracaso, Watson sembró una semilla epistemológica que germinó de formas diversas. Así pues surgieron durante la primera mitad del siglo XX diferentes conductismos (entre otros el de Hull, Tolman, Lashley, Weiss y Holt); sin embargo, el conductismo que más adeptos recogió y cuyo desarrollo tecnológico ha resultado más amplio, fue el Análisis Experimental de la Conducta de B. F. Skinner. En el enfoque de Skinner, el objeto de estudio lo constituyen las consecuencias medioambientales de la conducta operante; es decir, la conducta de los organismos se "esculpe y moldea" a partir de las consecuencias que éstas tienen sobre su medio. Aquellas conductas que favorecen la adaptación y supervivencia del organismo en el medio ambiente, tienden a aumentar en frecuencia; por el contrario, aquellas que tienen efectos nocivos para el sujeto tienden a desaparecer. Así pues, desde este punto de vista, el comportamiento de los organismos se puede enten-

der como un proceso de selección por consecuencias, análogo al desarrollo de nuevas especies por mecanismos de selección natural. Los repertorios conductuales adaptativos permanecen y aquéllos que tienen efectos nocivos sobre el sujeto desaparecen.¹⁵

Las ideas de Skinner acerca de los orígenes del comportamiento en los organismos, se acompañaron de desarrollos tecnológicos que permitieron el estudio de las correlaciones entre el comportamiento y sus consecuencias de forma automatizada.¹⁶ El sujeto experimental era colocado en una cámara experimental con un *manipulandum* cuya operación producía la caída de una plumilla sobre un rollo de papel giratorio (y adicionalmente la entrega de una bola de alimento). De esta forma Skinner evaluaba sus hipótesis de selección por consecuencias y adicionalmente medía objetivamente el comportamiento del sujeto. Skinner rápidamente aprendió dos cosas a lo largo de sus investigaciones. En primer lugar se dio cuenta de que la cantidad de variantes que era posible utilizar para estudiar los efectos de las consecuencias sobre la conducta era virtualmente infinita. En segundo lugar, descubrió que la ejecución de diferentes especies animales en los diferentes procedimientos experimentales que empleaba, era muy similar. Por ejemplo, al comparar la ejecución de ratas y palomas en programas de intervalo fijo, encontró que en ambas especies, se observa una tasa de respuesta que incrementa de manera cada vez más acelerada, conforme se aproxima el vencimiento del tiempo de la duración del intervalo. Skinner denominó al patrón festón; este patrón ha sido replicado por numerosos autores y en diferentes especies animales.¹⁷⁻¹⁹

Algunos de los estudiantes de Skinner emplearon el enfoque del Análisis Experimental de la Conducta para estudiar la conducta humana. Por ejemplo, Bijou encontró que el comportamiento de los niños pequeños es enormemente sensible a las manipulaciones en las consecuencias. Por su parte, Wolf encontró que niños autistas y/o con retraso mental, pueden aprender nuevos repertorios conductuales mediante el empleo del reforzamiento positivo.

Así pues, no toda la psicología se ocupa del estudio de la mente metafísica, complementariamente, no toda la psicología emplea a la introspección y a los estudios de caso como herramientas de recopilación de datos. Al menos una parte de la psicología estudia el mundo físico y sus herramientas de trabajo son la experimentación rigurosa y la medición de la variable dependiente mediante métodos automatizados. Complementariamente, al menos una parte

de la psicología produce resultados sistemáticos, replicables y de gran generalidad entre especies.

A continuación se presentarán algunos arreglos experimentales que han sido ampliamente explorados por el Análisis Experimental de la Conducta y que pueden resultar de interés para las neurociencias. Los arreglos experimentales pueden resultar atractivos para éstas como variables dependientes para sus manipulaciones experimentales; complementariamente pueden resultar interesantes por sí mismos como modelos de trabajo para el desarrollo teórico y la evaluación de hipótesis científicas.

MODELOS EXPERIMENTALES EMPLEADOS

Adquisición con demora

En los párrafos anteriores se presentó el modelo general de trabajo del Análisis Experimental de la Conducta. En síntesis se trata de cubículos pequeños donde se puede introducir un animal pequeño (roedor, ave o mono), el cubículo tiene un *manipulandum* de metal cuya activación produce la entrega de un reforzador (usualmente alimento). Durante muchos años, la operación del *manipulandum* fue moldeada directamente por el investigador a través de la técnica de aproximaciones sucesivas; sin embargo, en los años noventas se descubrió que los roedores y las palomas pueden aprender a operar el *manipulandum* razonablemente rápido y aun bajo condiciones de reforzamiento demorado, es decir bajo condiciones en las cuales la respuesta se encuentra separada temporalmente del reforzador.²⁰ Estudios posteriores han mostrado que la adquisición con demora es posible en peces²¹ y en monos.²² Otros estudios han demostrado que la adquisición de la respuesta de palanqueo puede ocurrir incluso con demoras de hasta 60 s y aun después de largas historias de entrega de alimento no contingente.²³

Inicialmente el hallazgo parecía importante exclusivamente porque llevaba a reevaluar las capacidades asociativas de aves, roedores y otros animales; sin embargo, el modelo es interesante porque ofrece a las neurociencias una alternativa a los modelos de adquisición basados en el empleo de laberintos. Desde inicios del siglo XX, la adquisición de nuevas conductas ha sido evaluada, principalmente, a través de laberintos de diferente índole.²⁴ El uso de laberintos para estudiar adquisición representa diferentes problemas relacionados con variables extrañas, ya que generalmente es necesario manipular

al sujeto para iniciar cada ensayo (lo cual puede resultar aversivo tanto al sujeto como al investigador); de manera complementaria, resulta complicado interpretar los resultados, ya que los tiempos y ensayos de cada sesión dependen en gran medida de cuán fácil o difícil fue reiniciar el ensayo en cada caso. Obviamente el modelo de operante libre aquí propuesto limita considerablemente la interacción entre el científico y el sujeto; además el inicio de cada ensayo depende exclusivamente del sujeto experimental y así sus respuestas y los tiempos de sesión no se ven contaminados por las interacciones entre ensayos.

El equipo para llevar a cabo este tipo de investigación puede adquirirse de diferentes proveedores especializados (desafortunadamente muchos de ellos fuera del país). Sin embargo, para este trabajo se utilizaron materiales fácilmente asequibles en el país (acrílico, bancos de relevadores, tarjeta industrial y computadoras 486 descartadas por su obsolescencia).

El modelo de adquisición con demora permitiría a las neurociencias, estudiar procesos asociativos (respuesta-consecuencia) evitando los problemas ya mencionados de las preparaciones de laberintos. La preparación también podría resultar interesante para estudiar procesos mnémicos (específicamente la capacidad del sujeto para recordar el evento que produjo una consecuencia particular). De hecho ya existe al menos un estudio publicado en el cual la preparación ha sido empleada para evaluar el efecto de sustancias, que se sospecha, tienen efectos que favorecen el aprendizaje.²⁵

Elección bajo programas concurrentes

Una de las estrategias más empleadas para estudiar la elección en organismos no humanos consiste en exponer a una paloma a un programa concurrente con dos alternativas de respuesta.²⁶ En un programa concurrente dos o más programas independientes están vigentes simultáneamente a un organismo. El sujeto puede obtener reforzamiento en una de las dos opciones o alternar entre las opciones de respuesta; en la investigación sobre elección es frecuente que el investigador varíe la tasa de reforzamiento que produce cada opción²⁷ o el tipo de programa vigente en cada alternativa.²⁸ Generalmente el cambio de una opción a otra se logra mediante un *manipulandum* (tecla o palanca) que permite al organismo obtener reforzamiento en otra opción de respuesta. Programar una demora de cambio (DDC) me-

diente una tecla o una palanca, evita que alternar entre las opciones pueda ser reforzado supersticiosamente por la aparición inmediata de un reforzador al cambiar de opción (tómese en cuenta que una parte importante de la investigación en elección se lleva a cabo utilizando programa de intervalo variable;²⁹ así pues, la DDC, evita que se entregue un reforzador inmediatamente después de que se operó el *manipulandum* que inicia la DDC.

El hallazgo más frecuente en la investigación con programas concurrentes es que la tasa relativa de respuesta en cualquiera de las opciones, es igual a la tasa de reforzamiento en cada una de ellas.³⁰ La relación de igualdad entre la tasa relativa de respuesta y la tasa relativa de reforzamiento, fue descrita originalmente de acuerdo con la ecuación 1:

$$B1/(B1 + B2) = R1/(R1 + R2)$$

En la ecuación, B1 (behavior) es la tasa relativa de respuesta para la opción B1; complementariamente, R1 (reinforcement) es la tasa relativa de reforzamiento en la opción R1. Aunque la ecuación 1 se diseñó originalmente para describir el comportamiento de palomas en programas concurrentes de IV que producen grano como reforzador, su generalidad entre especies ha sido ampliamente demostrada (en humanos, peces, monos, ratas) y tipos de reforzadores (dinero, estimulación cerebral, cocaína, aceptación verbal).³¹

A pesar de la generalidad de la llamada Ley de igualación, algunos investigadores han mostrado que la tasa relativa de respuesta puede ser menor a la tasa relativa de reforzamiento (subigualación) o más elevada que la tasa relativa de reforzamiento (sobre igualación). Precisamente para describir estas desviaciones de la ley de igualación, se propuso la llamada Ley de igualación generalizada, que se describe en la ecuación 2:³²

$$B1/B2 = b (R1/R2)^s$$

En la ley de igualación generalizada se agregan dos parámetros adicionales a la ecuación 1. El parámetro *b* tiene que ver con desviaciones relacionadas con el tipo de alternativas de respuesta que recibe el sujeto (por ejemplo, la alternativa 1 es picoteo y la alternativa 2 es pisar un pedal). Por otro lado, el parámetro *s* refiere la sensibilidad del organismo a las diferentes frecuencias de reforzamiento. Así pues, valores de *s* de uno o cercanas a uno acercan al sujeto a la igualación estricta; de forma com-

plementaria, valores menores a uno describen comportamiento de subigualación (y valores mayores a uno describen comportamiento de sobreigualación).

Los programas concurrentes pueden ser de interés para las neurociencias por varios motivos, uno de estos tiene que ver con la descripción cuantitativa de sus efectos. La descripción en cuestión facilita evaluar objetivamente los efectos de las manipulaciones experimentales realizadas; complementariamente permite identificar los parámetros específicos de la ecuación que se ven afectados por las variables independientes. Los programas concurrentes también pueden resultar interesantes para las neurociencias, ya que permiten evaluar un mecanismo adaptativo fundamental para los seres vivos, la capacidad para discriminar entre fuentes de reforzamiento que difieren en su frecuencia. Poder identificar variables anatómicas, farmacológicas, genéticas o ambientales que modulen el funcionamiento de este mecanismo puede tener implicaciones terapéuticas y médicas relevantes. De hecho en el ámbito de las manipulaciones ambientales,³³ demostraron que las desviaciones de la igualación descritas en la literatura del área (en especial la subigualación) podrían deberse a la falta de experiencia de los sujetos con los programas de reforzamiento empleados. De manera complementaria, un estudio realizado mostró que la igualación en programas concurrentes se pierde en pacientes que padecen Alzheimer.³⁴

"Timing" utilizando programas de intervalo fijo

En un programa de intervalo fijo (IF) un organismo puede producir reforzamiento si emite una respuesta después de que ha transcurrido un intervalo de duración determinada. Típicamente, una vez que la respuesta ha ocurrido, el organismo recibe alimento y reinicia el intervalo una vez más. Aunque el organismo puede responder a lo largo de todo el intervalo, el hallazgo más frecuente es que una vez que se ha entregado el reforzador, el organismo deja de responder, las respuestas son relativamente infrecuentes durante la primera parte del intervalo; sin embargo, conforme se acerca nuevamente el vencimiento del intervalo el animal comienza a responder a una tasa cada vez más elevada, llegando a un máximo muy cerca del momento en que termina el IF.³⁵

Este patrón recibe el nombre de festón y ha sido considerado como evidencia conductual de que para

los organismos el transcurso del tiempo es una propiedad discriminable del medio ambiente. De hecho, en organismos que han sido expuestos durante muchos meses a programas de IF, eventualmente se observa que emiten solamente unas cuantas respuestas, justo antes de que termine el intervalo, recuperan el reforzador obtenido y no vuelven a emitir respuestas hasta que el nuevo intervalo está a punto de terminar.³⁶ Este tipo de observaciones ha llevado a algunos científicos interesados en el estudio de la discriminación temporal a diseñar un método de investigación que se conoce como metodología de cambio. En este método, el organismo es expuesto durante algún tiempo a un programa IF, posteriormente, el organismo es expuesto a un programa de tiempo fijo (TF) en el cual el alimento se entrega de manera gratuita de manera periódica y usualmente empleando la misma duración de tiempo del programa IF. La evidencia de la discriminación temporal ocurre cuando el organismo sigue alcanzando la cima de su festón cerca del momento de la entrega del reforzador.^{37,38}

Otro método empleado para estudiar discriminación temporal consiste en utilizar programas de Reforzamiento Diferencial de tasas Bajas (RDB). En estos programas, la entrega del reforzamiento ocurre si el organismo responde, respetando un tiempo mínimo entre respuestas, por ejemplo no responder de nuevo antes de que hayan transcurrido 5 s. Si el organismo responde antes del tiempo preestablecido, entonces pierde el reforzador; generalmente la capacidad del organismo para evitar perder reforzadores, se toma como evidencia de que ha ocurrido la discriminación temporal.³⁹

Al igual que con el caso de los fenómenos de elección, dentro del Análisis Experimental de la Conducta también se han diseñado modelos para explicar la discriminación temporal; sin embargo, la mayor parte de ellos comparte los siguientes elementos:

- En los organismos existe un sistema de marcapasos que emite pulsos a intervalos más o menos regulares.
- En los organismos existen capacidades mnémicas que permiten determinar cuántos pulsos ha emitido el marcapasos.
- Los organismos poseen la capacidad de comparar los valores acumulados en la memoria con la meta de tiempo planteada.

Aunque la mayor parte de los modelos de discriminación temporal comparten estos elementos, di-

fieren en múltiples detalles,⁴⁰ algunos de los cuales probablemente podrían ser evaluados y matizados desde las neurociencias.

SÍNTESIS ARGUMENTATIVA

En síntesis, el Análisis Experimental de la Conducta puede resultar de interés para las neurociencias debido a que comparte con ella elementos epistemológicos fundamentales tales como un interés por el estudio del mundo fáctico y una metodología objetiva y experimental.

Adicionalmente, el Análisis Experimental de la Conducta ha desarrollado preparaciones experimentales que permiten contestar preguntas fundamentales para las neurociencias. En este trabajo se presentan tres de estas preparaciones; la primera presentada aquí permite estudiar los mecanismos fundamentales del aprendizaje asociativo y la memoria; la segunda permite estudiar la adaptación de los sujetos a su medio ambiente a través de procesos de elección óptima; la tercera permite estudiar los procesos de discriminación temporal.

Estos procedimientos experimentales son tan sólo tres ejemplos del extenso legado científico de B. F. Skinner. Como se mencionó previamente, tanto en EU como en Europa, ha sido posible para las neurociencias aprovechar los desarrollos del análisis experimental de la conducta, de formas diversas y fructíferas. Se espera que este trabajo sirva para interesar a los neurocientíficos mexicanos en el legado de Skinner y que, al igual que sus contrapartes en otros países, puedan emplearlo para el desarrollo de su disciplina.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Área de la Salud de la Universidad Intercontinental y al IPIEC-UIC por su apoyo para la realización de este estudio. También desean agradecer a Marco Antonio Pulido Benítez por su profesional trabajo de corrección de estilo.

REFERENCIAS

1. Boring EG. A History of Experimental Psychology. New York: Appleton-Century Crofts; 1950.
2. Kantor JR. The aim and progress of psychology and other sciences. Chicago: Principia Press; 1971.
3. Dews, P.B. Studies on Behavior. Differential sensitivity to pentobarbital of pecking performance in pigeons depending on the schedule of reward. J Pharmacol Experimental Therap 1955; 113: 393-401.
4. Morse WH, Herrnstein RJ. Effects of drugs on characteristics of behavior maintained by complex schedules of intermittent positive reinforcement. Ann New York Acad Sci 1956; 65: 303-17.

5. Garcia J, Koelling RA. Relation of cue to consequence in avoidance learning. 1966; 4: 123-4.
6. Miller NE. Biofeedback and visceral learning. Annual Rev Psychol 1978; 29: 373-404.
7. Timberlak W, Schaal DW, Steinmetz JE. Relating behavior and neuroscience: Introduction and synopsis. J Experimental Anal Beh 2005; 84: 305-11.
8. Bratcher NA, Farmer-Dougan V, Dougan JD, Heidenreich BA, Garris PA. The role of dopamine in reinforcement: Changes in reinforcement sensitivity induced by D1-type, D2-type and nonselective dopamine receptor agonists. J Experimental Anal Beh 2005; 84: 371-99.
9. Villareal RP, Steinmetz JE. Neuroscience and learning: Lessons from studying the involvement of a region of cerebellar cortex in eye blink classical conditioning. J Experimental Anal Beh 2005; 84: 631-52.
10. Aparicio CF, Velasco F, Balderrama J. Haloperidol, elección y requisito de respuesta de cambio. Suma Psicológica 2004; 11: 181-204.
11. Antón B, Leff P. A novel bivalent morphine/heroin vaccine that prevents relapse to heroin addiction in rodents. Vaccine 2006; 24: 3232-40.
12. Buckley KW. Mechanical man: John Broadus Watson and the Beginnings of Behaviorism. New York: The Guilford Press; 1989.
13. Todd JT, Morris EK. Modern Perspectives on John B. Watson and Classical Behaviorism. New York: Green Wood Press; 1994.
14. Skinner BF. Can psychology be a science of the mind? American Psychologist 1990; 45: 1206-10.
15. Ferster CB, Skinner BF. Schedules of reinforcement. Boston: Prentice-Hall; 1957.
16. Lejeune H, Wearden JH. The comparative psychology of fixed interval responding: Some quantitative analyses. Learning and Motivation 1991; 22: 84-111.
17. Hoyert MS. Order and chaos in fixed-interval schedules of reinforcement. J Experimental Anal Beh 1992; 57: 339-63.
18. Baron A, Leinenweber A. Molecular and molar analyses of fixed-interval performance. J Experimental Anal Beh 1994; 61: 11-8.
19. Lattal KA, Gleeson S. Response acquisition with delayed reinforcement. J Experimental Psychol. Animal Behavior Processes 1990; 16: 27-39.
20. Lattal KA, Metzger B. Response acquisition by Siamese fighting fish. J Experimental Anal Beh 1994; 61: 35-44.
21. Galuzca CM, Woods JH. Acquisition of cocaine self-administration with unsignaled delayed reinforcement in rhesus monkeys. J Experimental Anal Beh 2005; 84: 269-80.
22. Pulido M, Paz M, Sosa R. The effects of behavioral history on response acquisition with delayed reinforcement: A parametric analysis. Rev Mex Anal Cond 2008; 34: 43-56.
23. Skinner BF. A case history in scientific method. American Psychologist 1956; 11: 221-3.
24. Le Sage MG, Byrne T, Poling A. Effects of d-amphetamine on response acquisition with immediate and delayed reinforcement. J Experimental Anal Beh 1996; 66: 349-67.
25. Herrnstein RJ. Relative and absolute strength of a response as a function of frequency of reinforcement. J Experimental Anal Beh 1961; 4: 267-72.
26. Baum WM. Choice in the rat as a function of probability and amount of reward. Doctoral dissertation: Harvard University; 1966.
27. Heyman GM, Herrnstein RJ. More on concurrent interval-ratio schedules: A replication and review. J Experimental Anal Behavior 1986; 46: 331-51.
28. De Villers PA. Choice in concurrent schedules and a quantitative formulation of the law of effect. In Honig WK, Staddon JER (Eds.). Handbook of operant behavior. New Jersey: Prentice-Hall; 1977: p. 233-87.
29. Baum WM. Matching, undermatching and overmatching in studies of choice. J Experimental Anal Beh 1979; 32: 269-81.
30. Williams BA. Reinforcement, choice and response strength. In Atkinson RC, Herrnstein RJ, Lindzey G, Luce RD (Eds.). Stevens handbook of experimental psychology. New York: Wiley; 1988: 167-244.
31. Baum WM. On two types of deviation from the matching law: Bias and undermatching. J Experimental Anal Beh 1974; 22: 231-42.
32. Todorov JC, Castro JM, Hanna E, Bittencourt de Sa MC, Barreto MQ. Choice, experience and the generalized matching law. J Experimental Anal Beh 1983; 40: 99-111.
33. Pulido M. Igualación en pacientes con Alzheimer. Trabajo Presentado en el XIII Congreso Mexicano de Análisis de la Conducta. Veracruz. 26 de junio 1996.
34. Dews PB. Studies on responding under fixed-interval schedules of reinforcement II. The scalloped pattern of the cumulative record. J Experimental Anal Beh 1978; 29: 67-75.
35. Cumming WW, Schoenfeld WN. Behavior under extended exposure to high value fixed-interval reinforcement schedules. J Experimental Anal Beh 1958; 1: 245-63.
36. Catania AC. Reinforcement schedules and the psychophysical judgments: A study of some temporal properties of behavior. In Schoenfeld WN (Ed.). The theory of reinforcement schedules. New York: Appleton-Century-Crofts; 1970: p. 1-42.
37. Roberts S. Isolation of an internal clock. J Experimental Psychol: Animal Behavior Processes 1981; 7: 242-68.
38. Mechner F, Guevrekian L. Effects of deprivation upon counting and timing in the rat. J Experimental Anal Beh 1962; 6: 463-6.
39. Machado A, Malheiros MT, Erlhagen W. Learning to time: A perspective 2009; 92: 423-58.


Correspondencia: Mtro. Marco A. Pulido Rull
Avenida Universidad, No. 1330, A, 1102
Col. Del Carmen Coyoacán,
C.P. 04100 México, D.F.
Tel.: 5604-6347, 5573-8544, ext. 3325
Correo electrónico: mpulido@uic.edu.mx