

Variabilidad de la respuesta bajo reforzamiento continuo, intermitente y extinción: Una replicación sistemática de Antonitis

(Response variability under continuous reinforcement, intermittent reinforcement, and extinction: a systematic replication of Antonitis)

Nadia Santillán & Rogelio Escobar¹

Universidad Nacional Autónoma de México
(México)

RESUMEN

En un estudio clásico en la literatura operante Antonitis (1951) mostró que la variabilidad de una respuesta mantenida con reforzamiento continuo aumenta durante extinción. Aunque disminuir la frecuencia de reforzamiento produce generalmente aumentos en la variabilidad, en algunos estudios se encontró que la variabilidad de la respuesta disminuye al cambiar de reforzamiento continuo a intermitente. Si bien existen numerosas diferencias en los procedimientos, es probable que el requisito de respuestas, ya fuera una respuesta individual o una secuencia de respuestas, pudieran ayudar a entender los resultados contradictorios. En este trabajo se realizó una replicación sistemática del estudio de Antonitis al registrar en ratas la respuesta de introducir la nariz en uno de siete orificios alineados horizontalmente. En el Experimento 1 se entregó el reforzador tras una respuesta en cualquier orificio y en el Experimento 2 se requirió una secuencia de dos respuestas: insertar la nariz en un orificio y visitar el comedero. Únicamente los resultados del Experimento 2 fueron congruentes con los resultados de Antonitis. Se concluyó que el nivel de variación inicial de la conducta interactúa con los efectos de la extinción y podría estar asociado con aumentos o disminuciones en la variabilidad de la conducta.

Palabras clave: variabilidad de la respuesta, extinción, estereotipia, ubicación espacial, ratas

1) Este trabajo es parte de la tesis de licenciatura del primer autor y se realizó con el apoyo del proyecto PAPIIT TA300213-2 otorgado al segundo autor. La correspondencia relacionada con este artículo debe enviarse a Nadia Santillán, Laboratorio de Condicionamiento Operante, 2º Piso, Edificio C. Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3004, Col. Copilco-Universidad, México, D.F. C.P. 04510. E-mail: nyect@hotmail.com

ABSTRACT

In a classic study in operant conditioning, Antonitis (1951) showed that variability of a response maintained under continuous reinforcement, increases during extinction. Even though decreasing reinforcement frequency is generally associated to increased variability, some studies reported a decrease in response variability when changing from continuous to intermittent reinforcement. Although there are numerous differences between the procedures, one aspect that could help understanding the contradictory results is response requirement; that is, whether an individual response or a sequence of responses are reinforced. In this paper Antonitis' procedure was systematically replicated by recording nose poking by rats in seven horizontally-aligned holes. In Experiment 1, reinforcement was delivered after a response in any hole, and in Experiment 2 a two-response sequence was required: inserting the nose in a hole and visiting the feeder. Only the results in Experiment 2 replicated Antonitis' results. It was concluded that initial levels of behavior variation interact with the effects of extinction and could be associated with increases and decreases in behavioral variability.

Keywords: response variability, extinction, stereotypy, spatial location, rats

La variabilidad de la conducta se refiere a los cambios espontáneos en alguna dimensión de la respuesta, por ejemplo, fuerza, duración, ubicación espacial de la respuesta e incluso en la topografía de la respuesta. Dentro del análisis experimental de la conducta el fenómeno de la variabilidad de la conducta ha sido útil para explicar la aparición de nuevas conductas (e.g., Baum, 1994; Skinner, 1981).

Antonitis (1951) realizó un experimento, ahora considerado como un clásico, sobre variabilidad de la conducta en el que mostró que la variabilidad aumenta como resultado de la exposición del sujeto a condiciones de extinción. Antonitis registró la variabilidad en la ubicación espacial de la respuesta de introducir la nariz en una ranura horizontal de 50 cm usando ratas como sujetos. La cámara que Antonitis fabricó contenía, de lado opuesto a la ranura un compartimento de alimentación con una puerta que permitía el acceso al resto de la cámara. Antonitis registró el nivel operante, después expuso a los sujetos a un programa de reforzamiento continuo (RFC) en el que condicionó la respuesta de salir del compartimento de alimentación, introducir la nariz al menos una vez en cualquier parte de la ranura, y regresar al compartimento de alimentación para obtener una bolita de comida. Durante esta condición la variabilidad de la respuesta disminuyó. Posteriormente expuso a los sujetos a una condición de extinción, y la variabilidad aumentó. Al regresar a la condición de RFC la variabilidad se redujo aún más que en la condición de RFC inicial.

En un estudio posterior, Eckerman y Lanson (1969, Experimento 1) replicaron el aumento en la variabilidad de la ubicación de la respuesta durante una condición de extinción posterior a RFC utilizando palomas como sujetos. En otros estudios en los que se exploraron diferentes dimensiones de la respuesta como la fuerza, la duración de la presión de una palanca en ratas (e.g., Skinner, 1938, véase también Notterman & Mintz, 1965) e incluso en secuencias de respuestas en dos palancas (Neuringer, Kornell, & Olufs, 2001), se encontraron resultados consistentes con el aumento en la variabilidad de la respuesta durante una condición de extinción posterior a RFC.

La variabilidad de la ubicación de la respuesta no sólo se ha estudiado con programas de reforzamiento continuo y extinción sino también bajo diferentes frecuencias y programas de reforzamiento intermitente. Estos programas pueden considerarse como parte de un continuo en el que la extinción se encuentra en el extremo de disminución de la frecuencia de reforzamiento. Por ejemplo, Ferraro y

Branch (1968) disminuyeron la frecuencia de reforzamiento al cambiar de un programa de RFC a un programa de intervalo variable (IV) 60 s y encontraron un incremento en la variabilidad de la ubicación de la respuesta. Eckerman y Lanson (1969, Experimento 2 y 3), encontraron un resultado similar usando programas de intervalo fijo (IF), intervalo al azar (IA) e IV. Estos resultados, conceptualizados en términos de un continuo de frecuencia de reforzamiento, son congruentes con los resultados de Antonitis (1951).

Otros estudios, sin embargo, mostraron que la variabilidad no aumenta en todos los casos en los que se reduce la frecuencia de reforzamiento. Herrnstein (1961) utilizó un programa de IV 180 s posterior a un programa de RFC con palomas como sujetos. Las respuestas ocurrieron en una tira de plástico que cubría 10 teclas encontradas en el panel opuesto al comedero. Con esta reducción de la frecuencia de reforzamiento encontró una reducción en la variabilidad de la ubicación de la respuesta. Herrnstein sugirió que la distribución de la respuesta es dominada por las respuestas reforzadas inicialmente, y que no se esperaría variabilidad cuando no hay “beneficio” para el animal de moverse alrededor.

Machado (1989) realizó un experimento en el que la entrega del reforzador fue dependiente de un requisito de variabilidad previo. Machado entrenó secuencias de respuesta en palomas de tal forma que la respuesta variaba conforme los cambios en el requisito de variación. En un segundo experimento mantuvo el requisito de variación constante mientras entregaba el reforzador con diferentes probabilidades. Los resultados mostraron diferentes patrones. Uno de ellos fue que al disminuir la probabilidad de reforzamiento se redujo la variabilidad, esto es, un hallazgo similar al de Herrnstein (1961).

Boren, Moerschbaecher, y Whyte (1978) realizaron dos experimentos utilizando monos *Rhesus* como sujetos. Los monos debían responder en una de seis palancas acomodadas en una hilera horizontal para activar la disponibilidad de los reforzadores y posteriormente debían responder en una de dos palancas que se encontraban debajo de las seis primeras, para recolectar ya fuera agua o comida. Por tanto, era necesario presionar al menos dos palancas en ubicaciones diferentes para producir el reforzador. Si bien encontraron un aumento en la variabilidad conforme disminuyeron la frecuencia de reforzamiento utilizando programas de IF, encontraron el efecto opuesto al aumentar el requisito de respuestas con programas de razón fija (RF). Los autores concluyeron que la variabilidad depende del patrón de respuestas que se establece inicialmente; en el caso de los programas de razón aparentemente se establece una secuencia integrada de respuestas o “cadena cohesiva” que se mantiene sin variaciones a pesar de los cambios en la frecuencia de reforzamiento (véase Mechner, 1958).

Grunow y Neuringer (2002) realizaron un estudio que sugiere que la variación inicial de la conducta modula los efectos de la frecuencia de reforzamiento. Estos autores incrementaron y disminuyeron la frecuencia de reforzamiento posterior a un entrenamiento de conductas con diferente índice de variabilidad. Utilizaron palomas como sujetos y registraron cadenas de 8 respuestas de picoteo en dos teclas diferentes. Encontraron que cuando la conducta inicial se entrenó mediante un requisito de baja variabilidad, la disminución en la frecuencia de reforzamiento provocó un aumento en la variabilidad de la respuesta. En contraste, cuando la conducta inicial se entrenó con un requisito de alta variabilidad, la disminución en la frecuencia de reforzamiento resultó en una menor variabilidad. En conjunto, los resultados de Boren et al. (1978) y los de Grunow y Neuringer sugieren que la respuesta inicial puede ser importante para observar o no cambios en la variabilidad de la respuesta cuando se expone a los sujetos a una condición de extinción o a un programa de reforzamiento intermitente.

Por ejemplo, en el experimento de Antonitis (1951) la entrega del reforzador ocurría después de una cadena de dos respuestas (introducir la nariz en una ranura y regresar a la zona de alimentación), este programa pudo haber resultado en un nivel de variabilidad bajo en la respuesta inicial; al exponer a los sujetos a una condición de extinción el procedimiento pudo haber facilitado el aumento en la variabilidad de la respuesta. Sin embargo, este aspecto del procedimiento no se ha explorado sistemáticamente. El objetivo general del presente trabajo es analizar el papel de la cadena de respuestas, presente en el experimento de Antonitis, en la observación de variabilidad de la respuesta al eliminar el reforzamiento o al disminuir la frecuencia de reforzamiento posterior a una condición de reforzamiento continuo.

EXPERIMENTO 1

El propósito de este experimento fue determinar si se pueden replicar los hallazgos del experimento de Antonitis (1951) sin requerir la secuencia de dos respuestas (responder en el orificio y volver al comedero) para producir el reforzador, en el presente experimento solamente se requirió una respuesta para la entrega del reforzador. Igual que en el estudio de Antonitis, se registró la variabilidad de la ubicación espacial de la respuesta usando ratas como sujetos. La respuesta requerida en este experimento fue introducir la nariz en uno de 7 orificios alineados horizontalmente y se exploraron los efectos del reforzamiento continuo, extinción y reforzamiento intermitente sobre la variabilidad de la ubicación espacial de la respuesta.

Método

Sujetos. Se utilizaron tres ratas *Wistar* macho de tres meses de edad experimentalmente ingenuas obtenidas del bioterio de la Facultad de Psicología de la UNAM y mantenidas en cajas-habitación individuales al 80% de su peso en alimentación libre. Las ratas tuvieron acceso libre al agua fuera de las sesiones experimentales

Aparatos. Las sesiones experimentales se realizaron en una cámara experimental marca *Gerbrands* de 28 cm de largo x 19 cm de ancho x 19 cm de alto. En el panel frontal de la cámara se colocó una hilera de siete orificios circulares alineados horizontalmente. La Figura 1 muestra un diagrama del panel frontal desde dentro de la cámara experimental. Cada orificio se encontraba a 5 cm de distancia del piso y los orificios de los extremos se encontraban a 2.5 cm de distancia a cada panel lateral. Los orificios tenían 1.5 cm de diámetro y se encontraban a 2 cm de separación (medido desde el centro de cada orificio). Para facilitar la descripción del procedimiento y los resultados, los orificios se numeraron del 1 a 7 de derecha a izquierda.

En el panel opuesto de la cámara se encontraban un foco con una cubierta translúcida que proporcionó luz general y un comedero de metal. El comedero se ubicó en el centro del panel a 2.5 cm del piso y estaba conectado a un dispensador de bolitas de comida (Med Associates Modelo ENV-001) ubicado en la parte posterior del panel. El dispensador dejaba caer en el comedero bolitas de comida de 25 mg que se fabricaron remoldeando comida para ratas.

El registro y control de los eventos experimentales se realizó con una interfaz que utiliza el puerto paralelo de una computadora y programación en Visual Basic Express Edition (véase Escobar, Hernández-Ruiz, Santillán & Pérez-Herrera, 2012). Para registrar las respuestas se colocaron foto-

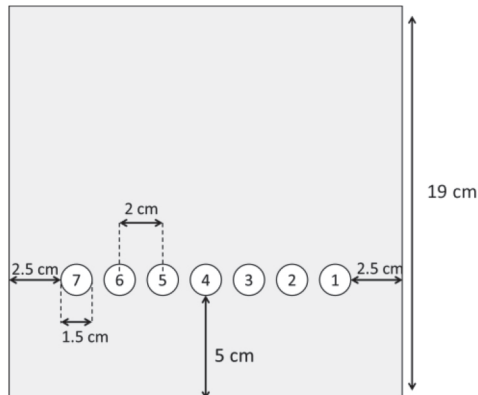


Figura 1. Panel frontal de la cámara experimental visto desde el interior de la cámara experimental.

transistores (Steren, modelo PT331C) en combinación de diodos emisores de luz (LED) infrarroja (Steren, modelo IR383) en la parte exterior de cada una de las ranuras circulares (véase Escobar & Lattal, 2010). La cámara experimental se introdujo en un cubículo de madera equipada con un ventilador y con una bocina conectada a la computadora para generar ruido blanco que sirvió para enmascarar los ruidos externos.

Procedimiento. Después de entrenar únicamente la conducta de aproximarse al comedero y consumir bolitas de comida, se expuso a los sujetos a un programa de RFC en el que cada vez que la rata introdujo la nariz en uno de los siete orificios se entregó una bolita de comida. Este programa estuvo en efecto durante un mínimo de 15 sesiones y el número máximo de sesiones se determinó al observarse una tasa de respuesta estable en cada uno de los siete orificios durante tres días consecutivos por medio de la inspección visual de los datos. La sesión terminaba con la entrega de 50 reforzadores o después de una hora.

Posteriormente se expuso a los sujetos a un procedimiento de extinción vigente durante un mínimo 10 sesiones. Durante estas sesiones las respuestas de las ratas en los orificios fueron registradas pero no se entregaron reforzadores. Para mantener relativamente constante la duración de las sesiones entre condiciones, la duración de las sesiones de extinción se calculó utilizando el promedio de la duración de las últimas 5 sesiones de reforzamiento continuo por lo que fue diferente para cada sujeto. Al finalizar la condición de extinción se volvió a exponer a los sujetos a un programa de reforzamiento continuo igual al que se usó anteriormente. Finalmente se expuso a los sujetos a un programa de IV 30 s el cual estuvo vigente un mínimo de 15 sesiones y hasta que las respuestas fueran estables por tres días consecutivos. Las duraciones de los intervalos se generaron a partir de la progresión de Fleshler y Hoffman (1962) para 10 intervalos. Las sesiones terminaron con la entrega de 50 reforzadores o después de una hora. El número de sesiones en cada condición y la secuencia de las condiciones se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Número de sesiones y secuencia de condiciones para cada sujeto en el Experimento 1.

Sujeto	Número de sesiones			
	Condiciones			
	RFC	Extinción	RFC	IV 30 s
RN1	21	12	21	21
RN2	21	13	20	21
RN3	21	13	20	21

RFC: Reforzamiento continuo, IV: Intervalo variable

Resultados y Discusión

La Figura 2 muestra individualmente el número de respuestas en cada orificio por sesión y en cada condición. Para el sujeto RN1 durante la primera exposición al programa de RFC las respuestas ocurrieron con mayor frecuencia en los Orificios 1 y 2. Durante la condición de extinción las respuestas se distribuyeron en diferentes orificios. Al regresar a RFC las respuestas volvieron a ocurrir con mayor frecuencia en los Orificios 1 y 2. Al cambiar a la condición con el programa de IV se observó un aumento en las respuestas y estas fueron relativamente uniformes en los siete orificios. Durante las diferentes condiciones, para el sujeto RN2, las respuestas se distribuyeron de manera variable en los diferentes orificios y solamente en algunas sesiones se observaron más respuestas en alguno de los orificios pero estos efectos no fueron sistemáticos. Para el sujeto RN3 inicialmente las respuestas se encontraban dispersas en los diferentes orificios. Durante extinción las respuestas ocurrieron con mayor frecuencia en los Orificios 2 y 4. Al regresar a RFC las respuestas volvieron a dispersarse en diferentes orificios. Al final de la condición de IV las respuestas ocurren mayormente en el Orificio 7.

Un aspecto notable de los resultados es que a pesar de que se observó una tendencia decreciente de las respuestas durante extinción en todos los sujetos, las respuestas aumentaron al inicio del procedimiento y nunca se aproximaron a cero a pesar de la exposición relativamente prolongada a extinción. El aumento inicial de las respuestas durante extinción (*burst*) es un hallazgo común que forma parte de los efectos generativos de la extinción (Lattal, St. Peter, & Escobar, 2013), sin embargo, la frecuencia de respuestas después de algunas sesiones de exposición a extinción es difícil de explicar. Una explicación es que la respuesta de introducir la nariz en orificios en ratas como sujetos tiene un nivel operante relativamente alto.

Para cuantificar la variabilidad de la respuesta observada se calculó el valor de entropía U conforme a la descripción de Johansen, Killeen, y Sagvolden (2007). De acuerdo con los autores, el valor de U se calcula como la sumatoria de las probabilidades de visitar cada orificio multiplicadas por el logaritmo de estas mismas probabilidades: $U = -\sum p \log_2(p)$. Las probabilidades fueron calculadas como frecuencias relativas tomando en cuenta el total de respuestas obtenidas en 5 sesiones consecutivas, siendo 50 respuestas durante el programa de RFC y un número variable durante el resto de las condiciones. El rango de esta medida va de 0 en caso de que cada respuesta haya ocurrido en el mismo orificio (respuesta no variable), hasta 2.8 en caso de que las respuestas se distribuyan con igual probabilidad en cada uno de los siete orificios (respuesta variable).

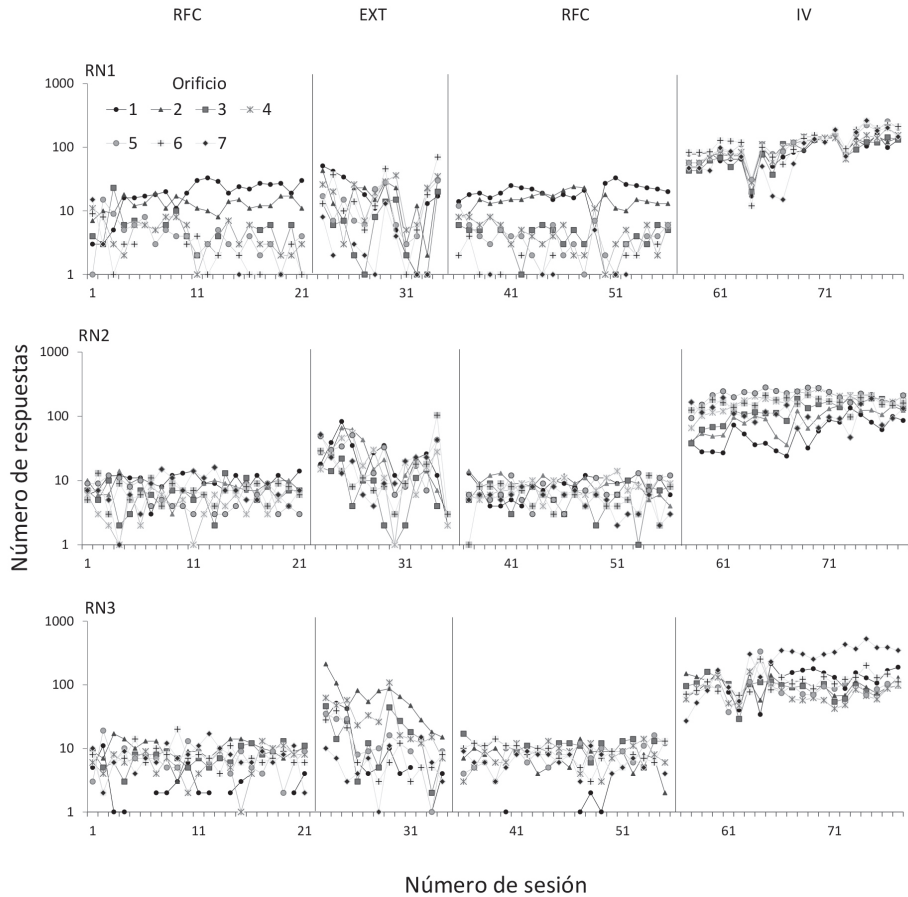


Figura 2. Número de respuestas en cada orificio por sesión para cada sujeto en cada condición del Experimento 1. El eje de las ordenadas se encuentra en escala logarítmica.
RFC: Reforzamiento continuo, EXT: Extinción, IV: Intervalo variable.

La Figura 3 muestra el valor U en las diferentes condiciones del experimento. Los datos se muestran individualmente como el promedio de las primeras y últimas cinco sesiones de cada condición. Para el sujeto RN1 la variabilidad de la respuesta aumentó durante la condición de extinción y durante el programa de IV con respecto a RFC. De manera opuesta a este sujeto, en las otras dos ratas, RN2 y RN3, la variabilidad de las respuestas disminuyó ligeramente durante la condición de extinción. En el sujeto RN2 la variabilidad de la respuesta disminuyó durante el programa de IV posterior al programa de RFC. Para la Rata RN3 la variabilidad de la respuesta en el programa de IV posterior a RFC aumentó inicialmente para después disminuir.

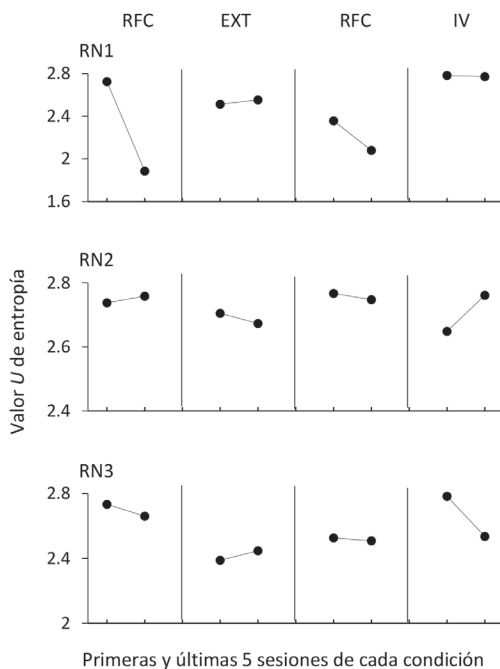


Figura 3. Valor U de entropía para cada sujeto en cada condición del Experimento 1.

Las Figuras 1 y 2 sugieren que, a pesar de la variación en los resultados, los datos obtenidos en el sujeto RN1 son, en general, congruentes con los resultados de Antonitis (1951) debido a que se observó un aumento en la variabilidad de la conducta al cambiar de RFC a extinción. Para los sujetos RN2 y RN3 los resultados fueron opuestos, es decir se observó una reducción en la variabilidad de la conducta al cambiar de RFC a extinción, aunque para el sujeto RN2 este efecto únicamente se observó ligeramente en la Figura 2. Este último resultado, particularmente con la rata RN3, es congruente con los resultados de Herrnstein (1961). Estos resultados idiosincráticos pudieron deberse a que en este experimento no se entrenó una secuencia de respuestas específica para producir el reforzador como en el experimento de Antonitis (1951). Antonitis requirió una secuencia de dos respuestas consistente en que la rata debía primero responder en la ranura y después regresar al comedero para la entrega de una bolita de comida. En este experimento no se requirió una secuencia, se entregó una bolita de comida cada vez que la rata respondía en un orificio, sin tener en cuenta si la rata había regresado o no al comedero. Debido a este procedimiento, se pudieron haber establecido dos patrones de respuestas: las ratas pudieron responder varias veces antes de recolectar las bolitas de comida o pudieron recolectar cada bolita después de obtenerla.

Con el propósito de identificar alguno de estos patrones de alternación entre respuestas en los orificios y recolección de la comida, se analizaron los tiempos entre respuestas (TER). Se concep-

tualizó que TER cortos resultan de responder en los orificios repetidamente y TER largos resultan de recolectar la comida. Se calculó el tiempo que trascurría entre cada respuesta y se separaron arbitrariamente en dos rangos, duraciones menores a 2 s y duraciones de entre 2 s a 4 s. Las duraciones mayores de 4 s se excluyeron porque estas incluían patrones de conducta diferentes de emitir la operante reforzada y recolectar la comida. La Figura 4 muestra el porcentaje de TER en cada rango en las diferentes condiciones del experimento. Los datos se muestran individualmente como el promedio de las primeras y últimas cinco sesiones de cada condición.

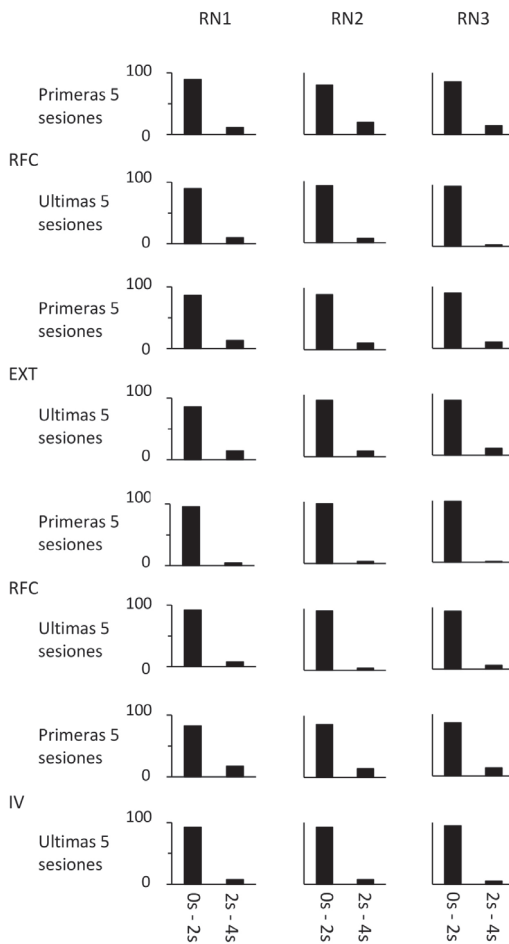


Figura 4. Porcentaje de tiempos entre respuestas en rangos de 0 s a 2 s y de 2 s a 4 s de duración en las diferentes condiciones experimentales en el Experimento 1.

El análisis de TER muestra en todas las ocasiones que el porcentaje de TER menores a 2 s es mayor al porcentaje de TER de 2 s a 4 s. El porcentaje de TER de entre 2 s a 4 s ocurrió desde 2% de las veces, durante las últimas 5 sesiones de RFC en el sujeto RN3, hasta 20%, durante las primeras 5 sesiones de RFC en el sujeto RN2. Estos hallazgos sugieren que los sujetos metieron la nariz en los orificios rápidamente en numerosas ocasiones antes de aproximarse al comedero. Para el sujeto RN1 las respuestas en rápida sucesión ocurrieron en un mismo orificio y para las ratas RN2 y RN3 ocurrieron en orificios diferentes. La recolección de comida después de responder únicamente en un orificio ocurrió raramente.

EXPERIMENTO 2

Para tratar de replicar consistentemente los hallazgos de Antonitis (1951) en el Experimento 2 se añadió el requisito de una secuencia de dos respuestas para la entrega de un reforzador. Estas respuestas fueron introducir la nariz en un orificio y aproximarse al comedero. Inmediatamente después de que las ratas se aproximaron al comedero se entregó una bolita de comida. Adicionalmente, y para garantizar la realización de la secuencia, se añadió una fase de entrenamiento que incluyó un procedimiento de tiempo fuera del reforzador de 15 s (castigo negativo) para evitar que ocurrieran respuestas sucesivas en el mismo o en diferentes orificios. Posteriormente se expuso a los sujetos a la misma serie de condiciones usadas en el Experimento 1.

Método

Sujetos. Se utilizaron tres ratas Wistar macho mantenidas al 80% de su peso en alimentación libre. Dos de los sujetos fueron los mismos del Experimento 1 (RN2 y RN3), el tercer sujeto fue experimentalmente ingenuo. Las condiciones de los sujetos fueron las mismas que en el Experimento 1.

Aparatos. Se utilizó la cámara experimental descrita en el Experimento 1. Se añadió un LED infrarrojo y un fototransistor en las paredes laterales de la cámara, justo por arriba del comedero, a 2.5 cm del piso y a 4 cm de la pared frontal. Este arreglo sirvió para el registro de la conducta de aproximarse al comedero. El registro de las respuestas y el control de los dispositivos se realizaron de la misma manera que en el Experimento 1.

Debido a la limitación de espacio dentro de la cámara experimental era posible que un movimiento de la cola de las ratas cortara el paso de luz infrarroja entre el LED y el fototransistor. Para garantizar que esto no ocurriera, se observó a diferentes ratas durante múltiples sesiones y nunca se observó que la cola se moviera a la misma altura que el fototransistor y el LED infrarrojo durante el tiempo suficiente para bloquear totalmente el paso de luz infrarroja y ser contada como una visita al comedero.

Procedimiento. Inicialmente se entrenó a los sujetos a realizar una secuencia de dos respuestas. Esto se logró mediante la exposición a un programa de RFC. Durante este programa el reforzador se entregó después de ocurrir la siguiente secuencia de dos respuestas: meter la nariz en cualquier orificio y, posteriormente, dirigirse al comedero. Si la rata respondía dos veces en un orificio o en dos orificios diferentes antes de dirigirse al comedero, ocurría un apagón de luces de 15 s (tiempo fuera). Las respuestas durante ese periodo no tuvieron efectos programados. Las sesiones terminaron después de la entrega de 50 reforzadores o después de haber transcurrido una hora. Esta condición duro

hasta que el número de periodos de tiempo fuera presentados en la sesión fuera menor a 5. Posteriormente las ratas fueron expuestas a la misma secuencia de condiciones que en el Experimento 1. Las características de cada una de estas condiciones fueron similares a las descritas en el Experimento 1 a excepción de que para entregar la bolita de comida era necesario que la rata introdujera la nariz en uno de los siete orificios del panel posterior y después se acercara al comedero, además cada condición estuvo vigente hasta que, después de al menos 10 días, los datos fueran visiblemente estables por tres días consecutivos (véase la Tabla 2). El sujeto RN2 después de cinco días en la última condición en el programa de IV enfermó y se excluyó del resto del experimento.

Tabla 2. Número de sesiones y la secuencia de condiciones para cada sujeto en el Experimento 2.

Sujeto	Número de sesiones				
	Entrenamiento	Condiciones			
	RFC con tiempo fuera 15 s	RFC	Extinción	RFC	IV 30 s
RN2	31	10	10	11	5
RN3	31	15	16	16	18
RN4	21	21	16	16	18

RFC: Reforzamiento continuo, IV: Intervalo variable

Resultados y discusión

La Figura 5 muestra el número de respuestas ocurridas en cada orificio por sesión en cada condición para cada sujeto. Durante la primera exposición al programa de RFC para el sujeto RN2 las respuestas ocurrieron con mayor frecuencia en el Orificio 6. En la condición de extinción, las respuestas se distribuyeron de manera más uniforme entre los diferentes orificios. Al volver a RFC las respuestas volvieron a ocurrir con mayor frecuencia en el Orificio 6. Un patrón similar a este último se observó bajo el programa de IV. Para el sujeto RN3 durante la primera exposición a RFC las respuestas ocurrieron con mayor frecuencia en el Orificio 1 seguidas por las ocurridas en el Orificio 7. Durante extinción las respuestas se distribuyeron de manera más uniforme entre los diferentes orificios. Al volver a RFC las respuestas volvieron a ser más frecuentes en los Orificios 1 y 7. Al cambiar al programa de IV las respuestas ocurrieron mayormente en el Orificio 7. Para el sujeto RN4 al inicio las respuestas ocurrieron principalmente en el Orificio 6, durante extinción las respuestas se distribuyeron de manera más uniforme entre orificios y al volver a RFC las respuestas volvieron a ocurrir mayormente en el Orificio 6. Para el sujeto RN4 durante el programa de IV, el patrón de respuestas fue menos claro. En los sujetos RN2 y RN4 se observó una disminución de las respuestas durante extinción. Sin embargo, en el sujeto RN3 las respuestas no disminuyeron. Este último resultado es similar a lo que se observó en los tres sujetos del Experimento 1 y podría explicarse en términos del nivel operante de la respuesta de introducir la nariz en los orificios. Sin embargo, a diferencia del Experimento 1, en este experimento puede argumentarse que es notable que el reforzamiento disminuyó la variabilidad creando un patrón de conducta altamente estereotipado mientras que la extinción pareció “descomponer” dicho patrón haciendo la conducta variable.

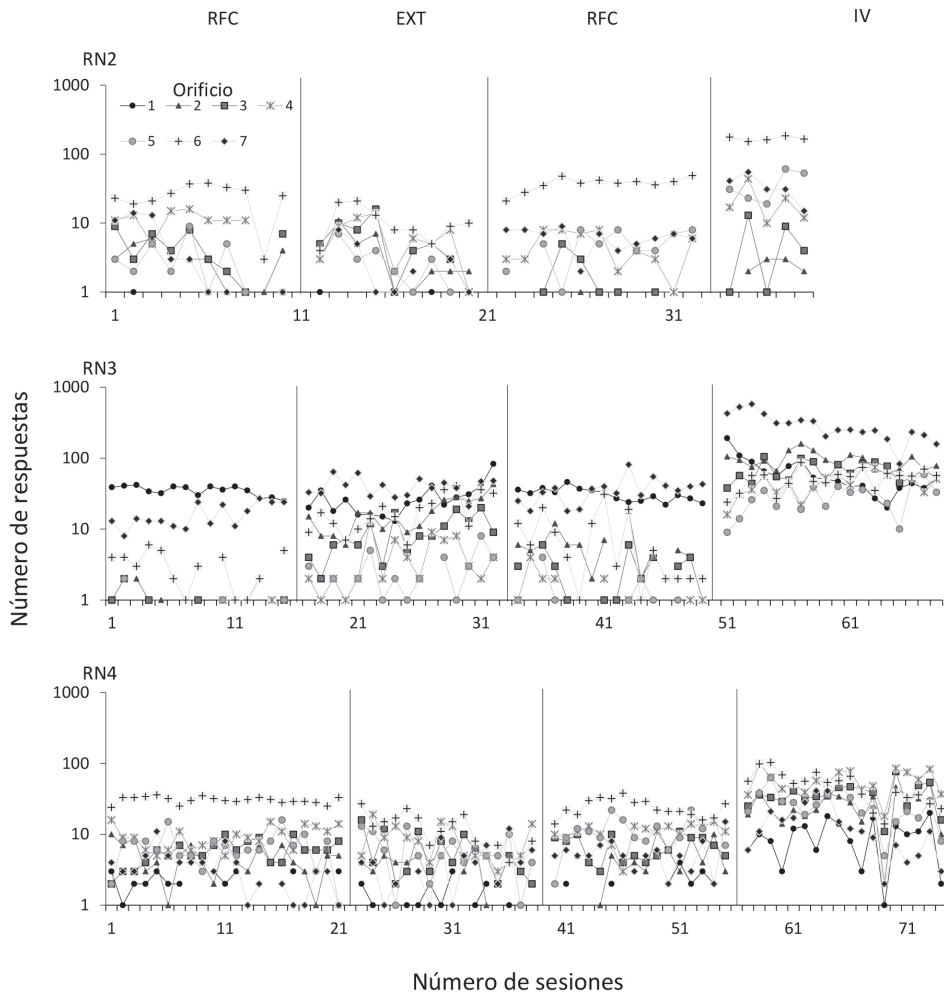


Figura 5. Número de respuestas en cada orificio por sesión para cada sujeto en cada condición del Experimento 2. El eje de las ordenadas se encuentra en escala logarítmica.

La Figura 6 muestra el valor de entropía U en las diferentes condiciones del experimento. El valor de U se calculó como en el Experimento 1. Los datos se muestran individualmente como un promedio de las primeras y últimas cinco sesiones de cada condición. Para los tres sujetos la variabilidad de la respuesta aumentó durante la condición de extinción después del programa de RFC y al volver

a RFC la variabilidad de la respuesta disminuyó. Para los sujetos RN2 y RN3 la variabilidad de la respuesta aumentó en el programa de IV 30 s con respecto al programa de RFC anterior.

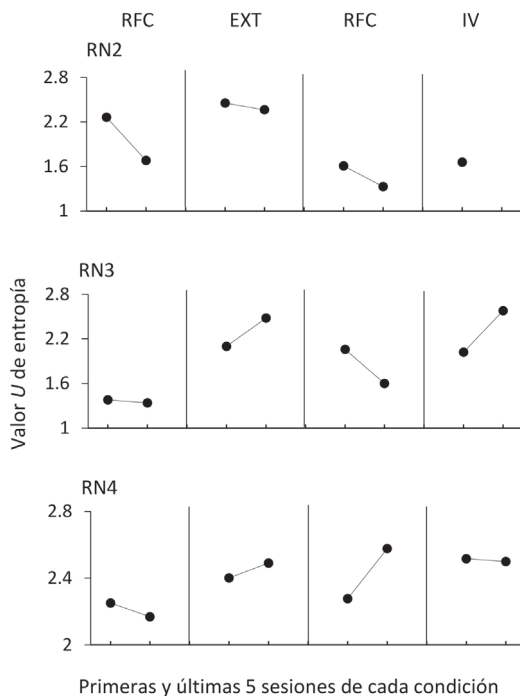


Figura 6. Valor U de entropía para cada sujeto en cada condición del Experimento 2.

Como se observa en las Figuras 5 y 6, a diferencia del Experimento 1, en el presente experimento se encontró el mismo patrón de respuestas para los tres sujetos. Durante el programa de RFC la variabilidad de la respuesta fue baja y aumentó notablemente durante extinción. Este hallazgo es congruente con los resultados de Antonitis (1951). Adicionalmente, la variabilidad también aumentó al cambiar el programa de RFC a uno de IV como se esperaba al reducir la frecuencia de reforzamiento (e.g., Eckerman & Lanson, 1969)

Al igual que en el Experimento 1 se realizó el cálculo de TER. La Figura 7 muestra el porcentaje de TER en cada rango en las diferentes condiciones del experimento. Los datos se muestran individualmente como el promedio de las primeras y últimas cinco sesiones de cada condición. Para todos los sujetos las respuestas de 2 s a 4 s largas ocurrieron desde 22% (primeras 5 sesiones de extinción del sujeto RN3) hasta 47% (últimas 5 sesiones de extinción en el sujeto RN4) de las veces. Para los tres sujetos las respuestas menores a 2 s ocurrieron en mayor cantidad que las respuestas largas, sin

embargo ocurrieron en menor proporción que en el experimento anterior. En general, los TER se organizaron de una manera más uniforme que en el Experimento 1, tanto entre sujetos como para cada sujeto. Este hallazgo sugiere que las repeticiones de respuestas en el mismo orificio o las respuestas sucesivas en diferentes orificios disminuyeron en este experimento relativo al Experimento 1 debido a la presencia de la secuencia de respuesta de volver a comedero después de responder en los orificios especificado para el reforzamiento en combinación con el entrenamiento con el procedimiento de tiempo fuera del reforzamiento.

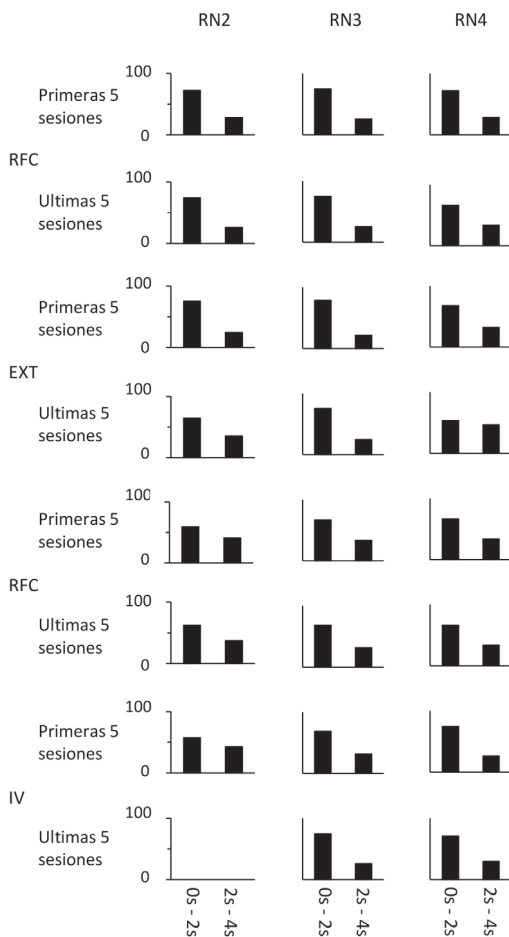


Figura 7. Porcentaje de tiempos entre respuestas en las diferentes condiciones experimentales durante el Experimento 2.

DISCUSIÓN GENERAL

En el Experimento 2 se replicaron los resultados de Antonitis (1951) una vez que se entrenó una secuencia de dos respuestas que incluyó introducir la nariz en un orificio y aproximarse al comedero. Las respuestas de los tres sujetos mostraron un patrón más variable durante extinción posterior a un programa de RFC. En un solo sujeto, RN2, las respuestas redujeron aún más su variabilidad durante el programa de RFC posterior a extinción, es decir se observó mayor estereotipia en el acondicionamiento, hallazgo también reportado por Antonitis (1951).

Los resultados observados durante extinción son similares a los encontrados por el primer experimento de Eckerman y Lanson (1969). La variabilidad de la respuesta durante el programa de IV 30 s fue mayor que durante el programa de RFC previo en dos de tres sujetos. Las respuestas de estos sujetos son congruentes con el tercer experimento de Eckerman y Lanson (1969) usando un IV 180 s y con Ferraro y Branch (1968) con un IV 60 s.

El procedimiento que incluyó especificar una secuencia de respuestas como requisito para el reforzamiento y el entrenamiento con un procedimiento de tiempo fuera del reforzamiento tuvo un efecto sobre los TER. En el Experimento 1 los TER cortos ocurrieron entre 80% a 98% de las veces, mientras que en el Experimento 2 ocurrieron entre 53% a 78% de las veces. Probablemente en el Experimento 1 se reforzó accidentalmente responder varias veces antes de volver al comedero resultando en TER cortos. El entrenamiento en el Experimento 2 disminuyó la ocurrencia de TER cortos y sostuvo los TER mayores a 2 s a lo largo del experimento.

Grunow y Neuringer (2002) sugirieron que la variabilidad que se observa al disminuir la frecuencia de reforzamiento parece depender de la variabilidad requerida anteriormente, es decir de un nivel de variabilidad en una línea base. Estos autores notaron que si la conducta es inicialmente estereotipada reducir la frecuencia de reforzamiento produce aumentos en la variabilidad. Sin embargo, si la conducta es inicialmente variable, la reducción de la frecuencia de reforzamiento produce disminuciones en la variabilidad. Los resultados del Experimento 2 sugieren que el entrenamiento de la secuencia de dos respuestas produjo estereotipia en la conducta. Una vez establecida esta línea base, al cambiar a una condición de extinción produjo un aumento en la variabilidad de la conducta. Cuando no se requirió una secuencia particular de respuesta, como en el Experimento 1, ocasionalmente se establecieron patrones variables de conducta, que al ser expuestos a extinción, o a una disminución en la frecuencia de reforzamiento, produjo una disminución en la variabilidad de la conducta. Estos resultados son congruentes con los resultados de Grunow y Neuringer y extienden el argumento al caso en el que la variabilidad no es el blanco del programa de reforzamiento (i.e., variabilidad espontánea). Adicionalmente, este argumento sugiere una posible explicación para los hallazgos contradictorios reportados en la literatura (e.g., Antonitis, 1951; Herrnstein, 1961). Por ejemplo, en el experimento de Eckerman y Lanson (1969) la cámara experimental contenía una tira de goma con 20 teclas de respuesta detrás de ésta y debajo de la tira de goma se encontraba el comedero en el centro del panel. Esta disposición del comedero, probablemente ayudó al establecimiento de la respuesta estereotipada inicial, la cual aumentó en variabilidad al disminuir la frecuencia de reforzamiento.

Otro ejemplo lo reportaron Boren, et al. (1978) usando monos Rhesus como sujetos. Los autores utilizaron una cámara con una hilera con 6 palancas de respuesta y dos adicionales ubicadas debajo de estas. Las palancas superiores activaban la disponibilidad de los reforzadores y posteriormente las palancas de abajo permitían recolectar ya fuera agua o comida cada una. El espacio para la entrega

de los reforzadores se encontraba en medio de las dos palancas recolectoras. En una primera fase del experimento, usaron programas de RF desde 1 hasta 300 respuestas. Observaron que la estereotipia aumentó con razones mayores a 1 y se mantuvo relativamente constante con razones de 5 a 300; resultados opuestos a la concepción de que la disminución en la frecuencia de reforzamiento hace variable a la conducta. Analizando la secuencia de programas a los que se expuso a los monos, se observa que la respuesta comenzó estereotipada con RF 100 y se mantuvo con razones fijas de 200, 300, 30 y 5 respuestas; posteriormente en el cambio a RF1 se observó variabilidad y al volver a RF100, la respuesta recupero estereotipia. El patrón de respuesta en las últimas tres condiciones concuerda con el argumento de este trabajo. La estereotipia del patrón de respuesta en las primeras cinco condiciones pudo deberse a la formación de una secuencia integrada de respuestas o “cadena cohesiva” (Mechner, 1958) que, al parecer, se descompuso cuando solo debía realizarse una sola respuesta antes de recibir agua o comida. Probablemente la entrega de comida interrumpió la secuencia y produjo variabilidad.

En una segunda fase del experimento de Boren et al. (1978), usaron un programa de IF de 3.6 s hasta 240 s. Analizando la secuencia de las condiciones a las que los monos fueron expuestos, se observa que conforme se cambió de un programa de reforzamiento de IF de entre 30 y 240 s a un programa de reforzamiento de IF de 3.6 s la variabilidad de la respuesta disminuye. Estos cambios, aunque opuestos a su experimento anterior, son congruentes con los resultados obtenidos en el Experimento 2 del presente trabajo.

En el experimento de Herrnstein (1961) con programas de RFC e IV 3 min, con palomas, se usó una cámara experimental con una tira de plástico que cubría 10 teclas de respuesta y el comedero se encontraba en el panel opuesto. Herrnstein encontró que durante el programa de RFC, en la ubicación modal de la respuesta, ocurrieron entre 40 y 52% de las respuestas y con el programa de IV el porcentaje fue de 78 a 99%. Es decir, la variabilidad de la respuesta fue mayor con el programa de RFC que con el programa de IV. La respuesta inicial, aunque a simple vista era poco variable, pudo no haberse establecido con suficiente “cohesión” (Mechner, 1958) y la disminución de la frecuencia del reforzamiento pudo haber disminuido la variabilidad aún más.

Herrnstein (1961) notó una diferencia topográfica entre los programas, bajo el programa de RFC la paloma se movía de la hilera de teclas después de cada picotazo y bajo el programa de IV solamente una pequeña cantidad de picotazos fueron seguidos de un movimiento al comedero. El hecho de que cada respuesta en el programa de RFC estuviera interrumpida por la entrega del reforzador pudo haber estado asociado con un aumento en la variabilidad. Estos resultados junto con los de la primera fase del experimento de Boren et al. (1978) y los resultados del presente trabajo sugieren que es probable que la entrega del reforzador interrumpa una secuencia de respuestas estereotipadas y produzca variabilidad.

Aunque los resultados observados en un sujeto del Experimentos 1 son parcialmente consistentes con los resultados de Herrnstein (1961), sigue siendo difícil de explicar la alta estereotipia observada con programas de reforzamiento intermitente en su estudio. Serán necesarios estudios posteriores para aclarar el origen del hallazgo de Herrnstein.

REFERENCIAS

- Antonitis, J. J. (1951). Response variability in the white rat during conditioning, extinction and reconditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 42, 273-281. doi:10.1037/h0060407

- Baum, W. M. (1994). *Understanding behaviorism: Science, behavior and culture*. New York, E.U.: Harper Collins.
- Boren, J. J., Moerschbaecher, J. M., & Whyte, A. A. (1978). Variability of response location on fixed-ratio and fixed-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 30, 63-67. doi:10.1901/jeab.1978.30-63.
- Eckerman, D. A., & Lanson, R. N. (1969). Variability of response location for pigeons responding under continuous reinforcement, intermittent reinforcement, and extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 73-80. doi:10.1901/jeab.1969.12-73
- Escobar, R., Hernández-Ruiz, M., Santillán, N. M., & Pérez-Herrera, C. A. (2012). Nota técnica: diseño simplificado de una interfaz de bajo costo usando un puerto paralelo y Visual Basic. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 38, 72-88.
- Escobar, R., & Lattal, K. A. (2010). Interfaz de bajo costo usando un puerto paralelo y Visual Basic. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 3, 9-21. doi:10.5514/rmac.v36.i3.01
- Ferraro, D. P., & Branch, K. H. (1968). Variability of response location during regular and partial reinforcement. *Psychological Reports*, 23, 1023-1031. doi:10.2466/pr0.1968.23.3f.1023
- Fleshler, M., & Hoffman, H. S. (1962). A progression for generating variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 529-530. doi:10.1901/jeab.1962.5-529
- Grunow, A., & Neuringer, A. (2002). Learning to vary and varying to learn. *Brief reports, Phychonomic Bulletin and Review*, 9, 250-258. doi:10.3758/bf03196279
- Herrnstein, R. J. (1961). Stereotypy and intermittent reinforcement. *Science*, 133, 2067-2069. doi:10.1126/science.133.3470.2067-a
- Johansen, E. B., Killeen, P. R., & Sagvolden, T. (2007). Behavioral variability, elimination of responses, and delay-of-reinforcement gradients in SHR and WKY rats. *Behavioral and Brain Functions*, 3, 60. doi:10.1186/1744-9081-3-60
- Lattal, K. A., St. Peter, C., & Escobar, R. (2013). Operant extinction: Elimination and generation of behavior. En G. J. Madden (Ed.-en-Jefe), W. V. Dube, T. D. Hackenberg, G. P. Hanley, & K. A. Lattal (Eds. Asoc.), *APA handbooks in psychology. APA handbook of behavior analysis, Vol. 2: Translating principles into practice* (pp. 77-107). Washington, DC: American Psychological Association. doi: 10.1037/13938-004
- Machado, A. (1989). Operant conditioning of behavioral variability using a percentile reinforcement Schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 52, 155-166. doi:10.1901/jeab.1989.52-155
- Mechner, F. (1958). Probability relations within response sequences under ratio reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 109-121. doi:10.1901/jeab.1958.1-109
- Neuringer, A., Kornell, N., & Olufs, M. (2001). Stability and variability in extinction. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, 79-94. doi:10.1037/0097-7403.27.1.79
- Notterman, J. M., & Mintz, D. E. (1965). Dynamics of response. New York, E.U.: Wiley
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York, E.U.: Appleton-Century.
- Skinner, B. F. (1981). Selection by consequences. *Science*, 213, 501-504. doi:10.1126/science.7244649

Received: December 02, 2015

Accepted: February 10, 2016