

Un método alternativo a la autocorrelación para analizar los efectos secuenciales de los programas de reforzamiento

*An alternative method to assess sequential effects of schedules
of reinforcement*

Carlos A. Bruner¹

Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México

RESUMEN

Se sabe que en ciertos valores, los programas de intervalo fijo generan alternación en la duración de las pausas post-reforzamiento. Esta clase de periodicidad ha sido analizada en la literatura mediante el método de la autocorrelación con una demora de uno. Sin embargo, la autocorrelación con una demora de uno es incapaz de revelar un orden en cualquier secuencia de eventos que no sea estrictamente cíclica y por lo tanto puede ignorar información importante sobre el fenómeno. En este trabajo se examina un programa de computadora diseñado para examinar grupos de pausas post-reforzamiento consecutivas, codificadas como eventos binarios, en búsqueda de secuencias más complejas. Se analizaron 1208 secuencias de cuatro pausas producidas por una rata bajo un programa de intervalo fijo de 60 segundos. Se encontró que ninguna combinación de cuatro pausas consecutivas aparentó ser más probable que otra, lo que concuerda con la literatura del fenómeno. Al compararse la distribución empírica de pausas cortas y largas con una distribución binomial, se encontró que la última explica el 100% de la varianza de los datos. Se concluyó que la duración de la pausa post-reforzamiento bajo un programa de intervalo fijo de 60 segundos, es un evento precisamente azaroso.

DESCRIPTORES: Programa de intervalo fijo, autocorrelación, programa de computadora, pausa post-reforzamiento, presiones palanca, rata.

ABSTRACT

It is known that fixed-interval schedules generate, at certain values, alternating short and long postreinforcement pauses. This effect has been analyzed through autocorrelation

¹ El presente trabajo fué efectuado en Queens College de CUNY (E. U.) durante 1977, cuando el autor era estudiante graduado en el Departamento de Psicología. El autor agradece al Dr. David Brown sus valiosas críticas y comentarios. También agradece a Raúl Avila su colaboración en el estudio.

methods with one-lag. However, this methods has shortcomings since it is unable to detect regularities in sequences of pauses that are non strictly cyclic. A computer program designed to assess complex sequences of postreinforcement pauses is proposed. 1208 sequences of four pauses each, produced by a rat exposed to a fixed interval 60 sec schedule were analysed with this alternative method. In agreement with previous reports, the analysis showed that all combinations of four pauses were equally likely to occur. Comparisons of actual distributions of short and long pauses with a binomial distribution showed that 100% of total variance was accounted for. It was concluded that duration of postreinforcement pause is a truly random event, at least for the conditions described here.

DESCRIPTORS: Autocorrelation, fixed interval schedule, lever pressing, postreinforcement pause, rat.

Desde los estudios de Ferster y Skinner (1957) se sabe que la pausa post-reforzamiento en programas de intervalo fijo tiende a alternar entre duraciones cortas y largas. Aunque se han ofrecido un número de teorías para explicar éste fenómeno (por ejemplo, Ferster y Skinner, 1957; Lowe y Wearden, 1981) todavía no se entiende bien su causa (véase Gentry y Marr, 1982; Wearden, 1979).

A pesar de no haber todavía una explicación comprensiva, se han encontrado algunos parámetros experimentales que parecen determinar la alternación en la duración de las pausas post-reforzamiento en estos programas. En breve, la evidencia obtenida indica que programas de intervalo fijo mayores de 300 segundos producen alternación confiablemente (Gentry y Marr, 1982; Shull, 1971). En cambio, programas más cortos, producen agrupaciones de pausas cortas y largas (Shull, 1971; Wearden, 1979).

Hasta el momento, todos los intentos por cuantificar la alternación en la duración de las pausas en programas de intervalo fijo, han utilizado el coeficiente de autocorrelación con una demora (*lag*) de uno (véase Weiss, Laties, Siegel y Goldstein, 1966). Esta estadística se obtiene al correlacionar la duración de cada pausa con la que le sigue en una serie. El coeficiente puede variar entre +1.00 y -1.00, indicando con el signo positivo, una relación directa en la duración de las pausas (es decir, agrupamiento). En contraste, un signo negativo indica alternación.

Si bien el coeficiente de autocorrelación constituye un recurso práctico para estudiar la alternación entre las pausas post-reforzamiento (véase, Shull, 1971), existen razones para creer que no es la mejor manera de estudiar el fenómeno. Como Wearden (1979) y Wearden y Lowe (1983) han indicado, ésta estadística puede no ser lo suficientemente sensible para detectar las diferentes clases de periodicidad que ocurren en el patrón de respuesta producido por un programa de intervalo fijo. Por ejemplo, si las secuencias de pausas post-reforzamiento fueran más complejas que una pausa corta—pausa larga—pausa corta, es decir, si hubiera una doble o triple alternación el coeficiente no lo revelaría. Tampoco revelaría un orden si se interrumpiera la alternación momentáneamente, por ejemplo, si ocurrieran dos pausas cortas consecutivamente entre dos secuencias donde alternan pausas cortas y largas.

El propósito de este trabajo fue examinar un método alternativo al de la autocorrelación para analizar los efectos secuenciales de los programas de reforzamiento. Para éste fin se analizaron, mediante computadora, 1277 pausas individuales y se examinaron todas las posibles secuencias de cuatro pausas consecutivas (es decir, $N = 1208$). El analizar todas las secuencias de N pausas consecutivas representa un análisis más fino que el que permite el método de la autocorrelación. Si, por ejemplo, existiera alguna clase de alternación compleja en programas más cortos que 300 segundos, éste tipo de análisis podría detectarlo, mientras que el de la autocorrelación con una demora de uno no podría.

METODO

Los datos analizados en éste trabajo fueron obtenidos durante 23 sesiones diarias en las que una rata (macho, de la cepa Long-Evans) obtuvo agua por presionar una palanca conforme un programa de intervalo fijo de 60 segundos². Se registraron pausas post-reforzamiento sucesivas empleando equipo automático de programación (BRS/LVE). Los datos fueron procesados mediante una computadora Sigma 7 (Xerox).

El procedimiento empleado para analizar las pausas fue el siguiente: Primero, se calculó una duración de pausa mediana para cada sesión experimental. Las pausas cuya duración fue más corta que la mediana se clasificaron como pausas largas. Luego, sin alterar la secuencia en que ocurrieron las pausas durante la misma sesión, se codificaron las pausas cortas como 0's mientras que las pausas largas se codificaron como 1's. Una vez codificadas las pausas como 0's y 1's en el mismo orden en que ocurrieron, se programó la computadora para examinar todas las secuencias de cuatro pausas consecutivas que ocurrieron en cada sesión. Por ejemplo, la primera secuencia estaba constituida por las pausas número, 1, 2, 3 y 4. La segunda secuencia, por las pausas número 2, 3, 4 y 6 y así sucesivamente. Por lo tanto, en cada sesión, se examinaron $N-3$ secuencias de N pausas registradas. Por último, todas las combinaciones de pausas cortas y largas, que ocurrieron en cada sesión experimental, fueron distribuidas conforme su frecuencia. A continuación se describe el programa empleado, en lenguaje BASIC:

1Ø ; 'NUMERO DE SESION?'	6Ø MAT A = ZER
2Ø INPUT X	7Ø MAT B = ZER
3Ø REM BORRA LA LISTA A Y B	8Ø REN LEE LOS DATOS EN LA
4Ø DIM A(65)	LISTA A Y B
5Ø DIM B(65)	9Ø LET N = Ø

² Se programaron 60 oportunidades de beber en cada sesión experimental, por lo que debería haber un total del 1380 pausas. Sin embargo, debido a un desperfecto del equipo que pasó desapercibido, se perdieron los primeros cinco datos durante las sesiones 1 a 20. En la sesión número 21 se perdieron tres datos, dando un total de 103 pausas perdidas.

```

100 PRINT 'DATO - TERMINA          320 FOR K = 1 TO N
    CON UN NUMERO NEGATIVO'       330 IF B(K) < M THEN 360
110 INPUT D                        340 LET B(K) = 1
120 IF D < 0 THEN 180              350 GOTO 370
130 LET N = N + 1                  360 LET B(K) = 0
140 LET A(N) = D                    370 NEXT K
150 LET B(N) = D                    380 REM BORRA LA LISTA F Y
160 GOTO 110                        DISTRIBUYE LAS
170 REN ORDENA LOS DATOS DE        FRECUENCIAS
    MAYOR A MENOR                  390 DIM F(16)
180 LET S = 0                       400 MAT F = ZER
190 FOR K = 1 TO N                  410 FOR K = 1 TO N - 3
200 IF A(K) <= A(K + 1) THEN 250   420 LET W = B(K) * 8 + B(K + 1) *
210 LET S = S + 1                   4 + B(K + 2) * 2 + B(K + 3) *
220 LET Z = A(K)                     1 + 1
230 LET A(K) = A(K + 1)             430 LET F(W) = F(W) + 1
240 LET A(K + 1) = Z                440 NEXT K
250 NEXT K                           450 ; 'NUMERO DE SESION: 'X
260 IF S < 0 THEN 180              460 PRINT ' DISTRIBUCION
270 REM BUSCA LA MEDIANA           DE FRECUENCIAS
290 L = INT(N/2)                    470 MATPRINT F;
300 LET M = A(L)                    480 STOP
310 REN CONVIERTE A O's y l's

```

RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 1 muestra las 1208 secuencias analizadas (es decir, N-3 pausas durante 23 sesiones) distribuidas en función de las posibles combinaciones de cuatro pausas largas (l's) y cortas (O's).

Los datos muestran que todas las posibles combinaciones de pausas cortas y largas ocurren aproximadamente con la misma frecuencia. Si acaso, las agrupaciones de pausas cortas (0000) y pausas largas (llll) parecen ocurrir un poco más frecuentemente que cualquier otra combinación; es decir, cuando se consideran los datos globalmente. Considerando que en el presente estudio se usó un programa de intervalo fijo de 60 segundos, los datos están de acuerdo con los de Shull y los de Wearden, quienes no encontraron evidencia de alternación en programas de 30, 60, 120 y 180 segundos. Debe notarse, sin embargo, que la clase de alternación analizable mediante la autocorrelación con una demora de uno (y por lo tanto, la alternación analizable en los estudios de Shull y de Wearden) se limita a las combinaciones 0101 y 1010 del presente estudio. Complementariamente, los datos analizados en este trabajo sugieren que ninguna combinación entre pausas cortas y largas ocurrió con una mayor frecuencia que otra. Debe notarse que el procedimiento empleado en este trabajo tiene un carácter más descriptivo que inferencial y que por lo

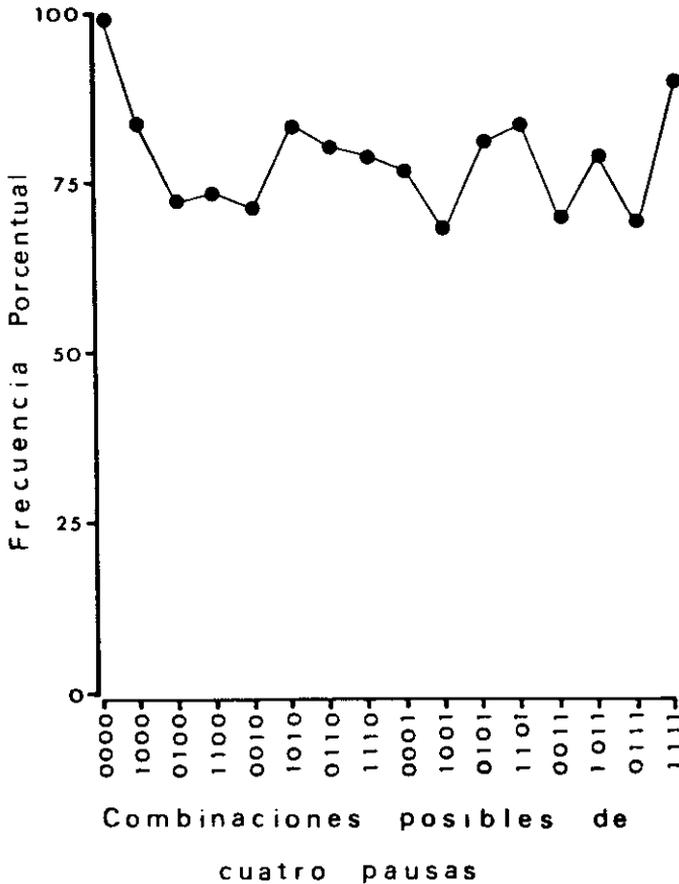


Figura 1. La frecuencia de cada secuencia de cuatro pausas distribuidas conforme sus posibles combinaciones. Las frecuencias se presentan como porcentajes de la frecuencia más alta. La distribución esperada, si la alternación entre pausas cortas y largas ocurriera enteramente al azar, sería rectangular.

tanto, el analizar los datos hasta este nivel, no permite rechazar con certeza la hipótesis de la alternación. Sin embargo, si fuera necesario todavía podría aplicarse una prueba que distinguiera entre frecuencias diferenciales (por ejemplo, X^2) para sustentar una afirmación de esta naturaleza.

Si como se ha sugerido (Shull, 1971; Wearden, 1979), no existe ninguna dependencia secuencial en la duración de las pausas en programas más cortos que 300 segundos, es todavía posible determinar si su duración es azarosa o no. Es decir, si se considera la ocurrencia de una pausa larga *versus* una pausa corta como un *Ensayo de Bernoulli*, es posible comparar su distribución empírica contra una distribución teórica de probabilidad y así determinar la cantidad de varianza que puede explicar la última.

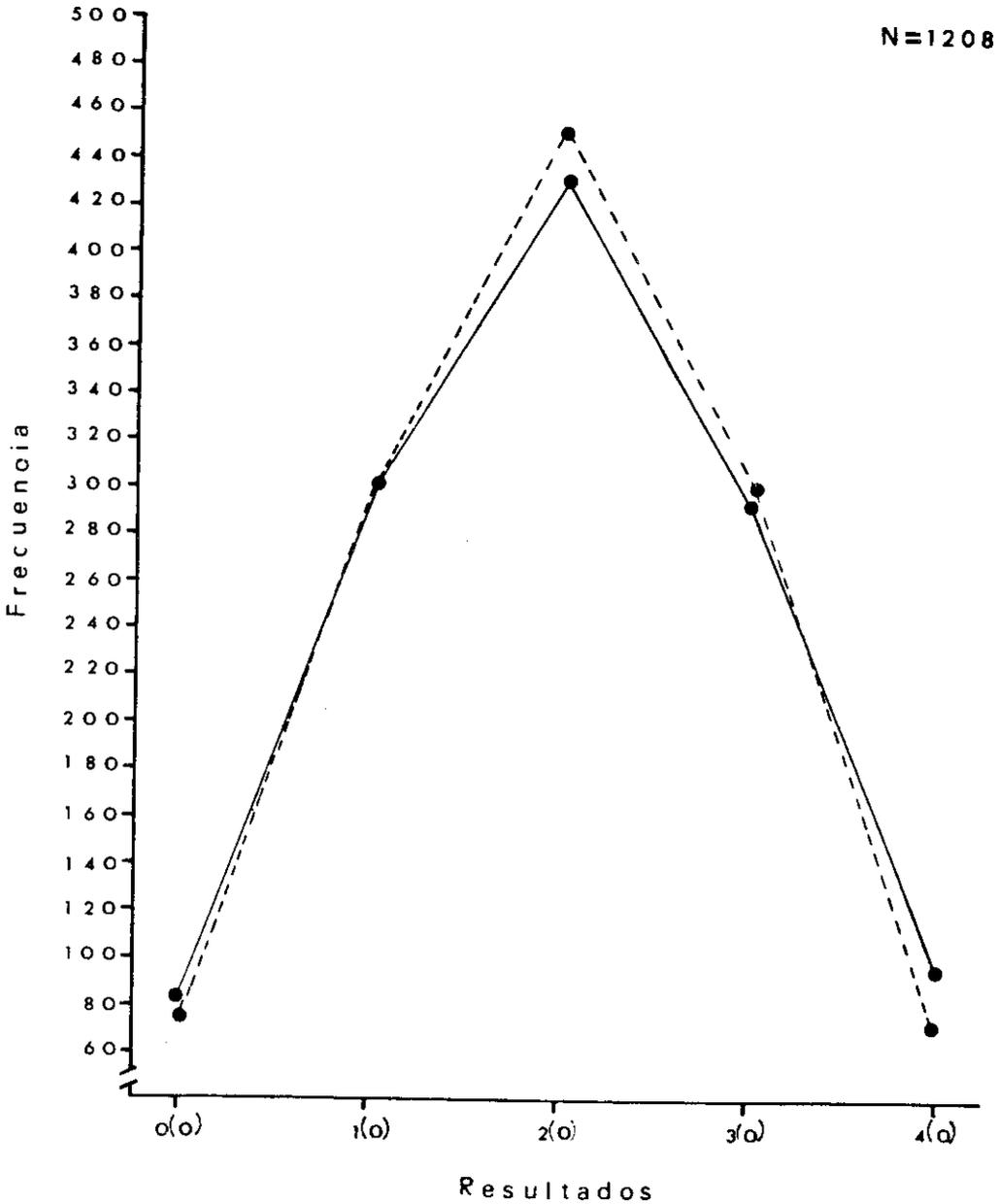


Figura 2. Los datos de la figura 1 han sido regráficos para compararlos con la distribución teórica de frecuencias de un evento binario azaroso ($N = 4$). La línea interrumpida denota la función teórica interpolada.

La Figura 2 muestra todas las secuencias de cuatro pausas redistribuidas en términos del número de pausas cortas y largas que contienen, ignorando la secuencia exacta de ocurrencia de las O's y l's. El distribuir los datos de esta manera permite interpolar una función probabilística conocida. La función teórica que se empleó fue la distribución binomial. Los puntos predichos se obtuvieron de dividir las 1208 secuencias entre las proporciones del binomio $(p + q)^4$: $1/16, 1/4, 3/8, 1/4, 1/16$.

Como se puede ver en la Figura 2, existe una correspondencia exacta en el orden de magnitud, entre los puntos predichos por la distribución del binomio y los puntos obtenidos. Es decir, la función del binomio explica el 100% de la varianza de los datos. Bajo las circunstancias del presente estudio, la duración de la pausa post-reforzamiento parece comportarse como un evento *precisamente* azaroso.

Considerando que los presentes datos fueron obtenidos con el único propósito de examinar la utilidad del método, no se discutirá su posible pertinencia a la literatura. Sólo queda el enfatizar que los resultados obtenidos son lo suficientemente claros para recomendar el análisis empleado en este trabajo como una alternativa al método de la autocorrelación para analizar los efectos secuenciales de los programas de reforzamiento.

REFERENCIAS

- Ferster, C. B. y Skinner, B. F. *Schedules of Reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts, 1957.
- Gentry, D. G. y Marr, M. J. Intractable properties of responding under a fixed-interval schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1982, 37, 233-241.
- Lowe, C. F. y Wearden, J. H. A quantitative Model of Temporal control on fixed-interval schedules: Dynamic properties of behaviour. In C. M. Brodshaw, E. Szabadi and C. F. Lowe (Eds.), *Quantification of steady-state operant behaviour*. Amsterdam: Elsevier/Marth Holland, 1981.
- Shull, R. L. Sequential patterns in post-reinforcement pauses on fixed-interval schedules of food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 1971, 15, 221-231.
- Wearden, J. H. y Lowe, C. F. Fixed-interval performance: the dynamics of behavior and interval length. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1983, 39, 323-326.
- Warden, J. H. Periodicities within a fixed-interval session. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1979, 31, 345-350.
- Weiss, B., Laties, V. G., Siegel, L. y Goldstein, D. A. computer analysis of serial interactions in spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1966, 9, 619-626.