

## ASIGNACIÓN DE TIEMPO PARA RESPONDER O NO-RESPONDER EN UN PROCEDIMIENTO DE DEGRADACIÓN DE CONTINGENCIA

### *TIME ALLOCATION OF RESPONDING OR NOT-RESPONDING IN A CONTINGENCY DEGRADATION PROCEDURE*

Emmanuel Alcalá<sup>1\*</sup>, Inmaculada Márquez<sup>2,3</sup>, Eusebio Lara<sup>1</sup>,  
Felipe Cabrera<sup>3</sup> y Jonathan Buriticá<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudios e Investigaciones en

Comportamiento–Universidad de Guadalajara

<sup>2</sup>Laboratorio de Conducta Animal y Neurociencia,

Departamento Psicología Experimental, Universidad de Sevilla

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Conducta y Cognición

Comparada–Centro Universitario de la Ciénega

Universidad de Guadalajara

### **Resumen**

Se define contingencia instrumental como la probabilidad condicional de una consecuencia dada una respuesta, menos la probabilidad de la misma consecuencia cuando no hay respuesta. En este trabajo

---

\* Esta investigación fue financiada por CONACyT en el proyecto INFR-281265 a JB y la beca doctoral CONACyT No. 660431 a Emmanuel Alcalá. Gracias a Victoria Vargas, Marielena Eudave-Patiño y Diana Morán por su ayuda en la recolección de los datos; y a Tania Campos-Ordoñez por sus comentarios a una versión previa del documento.  
Emmanuel Alcalá. Francisco de Quevedo 180, colonia Arcos Vallarta, C.P. 44130, Guadalajara, Jalisco, México. [jealcalat@gmail.com](mailto:jealcalat@gmail.com)  
Jonathan Buriticá. Francisco de Quevedo 180, colonia Arcos Vallarta, C.P. 44130, Guadalajara, Jalisco, México. [jonathan.buritica@academicos.udg.mx](mailto:jonathan.buritica@academicos.udg.mx)

se replicó el efecto de la degradación de contingencias usando dos grupos de ratas con distintos valores de probabilidad de reforzamiento en cuatro fases, en las que cambió la contingencia. En la primera fase la contingencia fue positiva, aunque distinta entre grupos; en la segunda fase la contingencia fue positiva e igual entre grupos, aunque las probabilidades por responder o no responder fueron diferentes; en la tercera fase los valores de contingencia se invirtieron con relación a la primera fase, y finalmente, en la última fase la contingencia se igualó entre grupos a cero, aunque los valores de probabilidad fueron diferentes entre grupos. Los resultados replican los hallazgos en el área, aunque un análisis detallado de estos sugiere que el tiempo entre responder y no responder se distribuye proporcionalmente de acuerdo con la tasa de reforzamiento, por responder o no responder. Es decir, las variaciones de las tasas de respuestas no revelan el grado de control del reforzador sobre la conducta establecido por manipulaciones previas, sino que reflejan que el animal distribuye su tiempo en cada estrategia (responder o no) siguiendo las tasas de reforzamiento obtenida.

*Palabras clave:* degradación de contingencias; Delta-P; conducta instrumental; ratas.

### **Abstract**

Instrumental contingency is the conditional probability of a consequence given a response minus the probability of the same consequence given no response. This work replicated the effects of contingency degradation in rats. Two groups of rats with different reinforcement probabilities in four phases were used. In the first phase, two contingencies were scheduled; in the second phase, the contingency was the same and slightly positive for both groups but the reinforcement probabilities for responding and not responding were different; in the third phase the contingencies were reversed compared to the first phase; and finally in the last phase the contingency was the same, zero, for both groups however reinforcement probabilities for responding and not responding were different. The results replicate previous find-

ings, but a detailed analysis suggests proportional time allocation of responding and not responding to the rate of reinforcement by each strategy. That is, variations in response rates would not be revealing the degree of control of the reinforcer over the behavior established by previous manipulations, but rather the time allocation to each strategy (responding or not) following obtained reinforcement rates.

*Keywords:* contingency degradation; Delta-P; instrumental behavior; rats.

El aprendizaje de relaciones entre eventos o entre acciones y sus consecuencias, se ha estudiado en el laboratorio de psicología experimental con procedimientos de condicionamiento clásico e instrumental, respectivamente. En procedimientos de condicionamiento clásico se presentan repetidamente dos estímulos en sucesión y se observa la respuesta anticipatoria al segundo evento. En procedimientos de condicionamiento instrumental se programa que una acción produzca una consecuencia relevante biológicamente para el organismo. En la literatura clásica estas relaciones han sido llamadas 'contingencias'.

En procedimientos de condicionamiento clásico, el concepto de contingencia se define  $Cp = p(EI | EC) - p(EI | \neg EC)$ , es decir, la probabilidad condicional de la ocurrencia de un Estímulo Incondicionado (*EI*; e.g., comida) en presencia de un Estímulo Condicionado (*EC*; e.g., luz blanca), menos la probabilidad del *EI* en ausencia del *EC* ( $\neg EC$ ; (Pearce, 1998; Rescorla, 1968). Cuando la contingencia es positiva, es decir  $Cp > 0$ , la Respuesta Condicionada (*RC*) ocurre con mayor frecuencia en presencia del *EC* que en su ausencia, debido a que  $p(EI | EC) > p(EI | \neg EC)$ . Cuando  $p(EI | EC) = p(EI | \neg EC)$ , la contingencia es nula, o  $Cp = 0$ , y por lo tanto *RC* ocurre con la misma frecuencia ante la presencia del *EC* que ante su ausencia (Rescorla, 1968). Por otro lado, cuando  $p(EI | EC) < p(EI | \neg EC)$  resulta en contingencia negativa,  $Cp < 0$ ; en el que el *EC* adquiere propiedades inhibitorias de la respuesta.

De lo anterior se asume que, para que el *EC* tenga efecto y genere la *RC*, no sólo es importante que se den los emparejamientos entre el

*EC* y el *EI*, sino que también ha de tenerse en cuenta la dependencia probabilística entre ambos, en este caso la frecuencia relativa con la que el *EI* ocurre en presencia o en ausencia del *EC* (Papini & Bitterman, 1990).

Para las contingencias instrumentales ( $C_{in}$ ), Jenkins y Ward (1965) extendieron la noción de contingencia como la probabilidad condicional de una consecuencia (o recompensa, simbolizado como *C*) dada una respuesta (*R*; e.g., presión de palanca), menos la probabilidad condicional de *C* dada la ausencia de respuesta ( $\neg R$ ). Es decir, si  $p_0 = p(C | R)$  denota la probabilidad de una consecuencia dada una respuesta, y  $p_1 = p(C | \neg R)$  la probabilidad de recibir una consecuencia dado que no se respondió, podemos definir la contingencia instrumental como  $C_{in} = p_0 - p_1$ , donde  $C_{in}$  es un valor numérico similar a  $C_p$ .

Esta conceptualización de las contingencias, conocida como regla  $\Delta P$ , es uno de los modelos normativos clásicos más populares para la definición de contingencias y el estudio de juicios de causalidad (Escobar & Miller, 2012). Un valor de  $C_{in}$  cercano a cero provocaría poca fuerza asociativa, y la tasa de respuesta sería baja. Por otro lado, un valor mayor a cero provocaría mayor fuerza asociativa, y por lo tanto mayor tasa de respuesta (Bouton, 2007; Dickinson, 1985).

Hammond (1980) fue el primero en diferenciar y mantener independientes las probabilidades  $p_0$  y  $p_1$  en las contingencias de operante libre. En su procedimiento, empleó un programa en el que, la primera respuesta (*R*) que un sujeto emitió en cada periodo de 1 segundo tuvo una probabilidad  $p_0$  fija de ser reforzada, mientras que, de manera independiente, en cada período de idéntica duración de no respuesta ( $\neg R$ ), se programó una probabilidad  $p_1$  de reforzamiento. En su diseño experimental, Hammond (1980) degradó la contingencia al incrementar la probabilidad de reforzamiento por no responder. En la primera condición, todos los reforzadores fueron dependientes de la respuesta ( $p_1 = 0$ ), por lo que la contingencia instrumental fue máxima ( $C_{in} = p_0$ ). En la segunda condición disminuyó la probabilidad de reforzamiento por responder, pero manteniendo siempre  $p_1 < p_0$ . Por último, en la tercera condición se otorgaron recompensas por responder y por no responder

con la misma probabilidad ( $p_0 = p_1$ ), por lo que  $C_{in} = 0$ . La característica más importante de esta manipulación fue que la contingencia se degradó al modificar las probabilidades  $p_0$  y  $p_1$  de manera independiente.

Hammond (1980) encontró que el aumento de la probabilidad de una recompensa en la ausencia de la respuesta, al establecer una contingencia moderada ( $C_{in} \neq 0$ ), disminuye la tasa de respuesta. Los resultados de Hammond sugieren que la conceptualización de contingencia en procedimientos instrumentales puede arrojar resultados similares a aquellos que se obtienen en procedimientos de condicionamiento clásico (Rescorla, 1968), y tareas de juicios causales (Jenkins & Ward, 1965), lo que permitiría explicar la conducta en todos estos procedimientos bajo una misma noción resumida en la regla  $\Delta P$ .

El procedimiento de degradación de contingencias es particularmente relevante ya que permite diferenciar y manipular de forma independiente las probabilidades de asociación que controlan la conducta instrumental.

Tabla 1. Valores de contingencia y probabilidades utilizadas en cada fase del experimento

Fase	Sesiones	A (n = 5)		B (n = 5)		$C_{in}$
		$p_0$	$p_1$	$p_0$	$p_1$	
1	14	.12	0	.2	0	A = .12; B = .2
2	6	.12	.08	.2	.16	0.04
3	12	.2	0	.12	0	A = .2; B = .12
4	4	.2	.2	.12	.12	0

Nota. Diseño del experimento que indica cambios de Contingencia Instrumental ( $C_{in}$ ) por fase y por grupo. Probabilidad de reforzamiento por responder ( $p_0$ ) o no responder ( $p_1$ ). A es el grupo que empieza con una  $p_0$  baja y termina con un valor alto. B es el grupo que empieza con una  $p_0$  alta y termina con un valor bajo. En las fases 2 y 4 se invirtió la probabilidad  $p_0$  entre Grupos, de tal manera que el Grupo A, Fase 2 tuviera la misma  $p_0$  que el grupo B Fase 4, y viceversa.

El objetivo principal de este estudio fue determinar qué tan general es el hallazgo de Hammond (1980) replicando el procedimiento de degradación de contingencias, pero utilizando valores de contingencia y probabilidad diferentes. Lo anterior con el objetivo de establecer si la propuesta de Hammond se extiende a valores no incluidos en el estudio original. También se planeó registrar y analizar detalladamente la ocurrencia de las respuestas en el tiempo, esto con el objetivo de establecer si las contingencias y/o las probabilidades de reforzamiento por responder o no responder generaban patrones ordenados que pudieran explicarse por la manipulación del programa de reforzamiento.

## Método

### Sujetos

Se utilizaron 10 ratas macho de la cepa Wistar de 6 meses de edad al inicio del experimento y un peso aproximado de 349 gramos ( $\pm 24$  gramos, DE). Los sujetos se mantuvieron entre el 80 y el 85% de peso su *Ad libitum* con una privación de agua durante 23 ½ horas por día. Las ratas contaban con experiencia en una tarea de automoldeamiento a la palanca durante tres sesiones (150 ensayos), donde se habían usado pellets (BioServ F0021) como reforzador.

### Aparatos

Se emplearon cinco cajas operantes MED Associates® (ENV-008). En la pared lateral derecha, cada caja tuvo una palanca retráctil con 0.14 N de fuerza necesario para cerrar el circuito eléctrico y registrar el planqueo. En la misma pared, al centro, se ubicó un dispensador de líquido con brazo mecánico y una copa para la entrega de 0.1 cc de agua. Una luz general de 100 mA posicionada en la pared lateral izquierda se mantuvo encendida durante toda la sesión experimental. Para el control del equipo y registro de los eventos en las cajas se utilizó el software MED PC-V.

## Procedimiento

### Pre-entrenamiento

En la fase de pre-entrenamiento los sujetos recibieron cinco sesiones de 30 minutos de adquisición de respuesta a la palanca. Se utilizó un programa de Razón Fija 1 (RF1), que activó el brazo mecánico para dar acceso al agua después de una respuesta a la palanca, y un programa de Tiempo Fijo 30 s (TF 30 s), que dio acceso al agua cada 30 segundos independientemente de que hubiera o no respuesta a la palanca.

### Entrenamiento

El entrenamiento comprendió cuatro fases. Los sujetos se dividieron en dos grupos (A y B) con diferentes pares de probabilidades de reforzamiento por responder ( $p_0$ ) o no responder ( $p_1$ ), como se muestra en la Tabla 1. La asignación de probabilidad para la entrega de reforzador, dado que respondiera o no respondiera, fue similar a la empleada por Hammond (1980) en el Experimento 1, variando  $p_0$  y  $p_1$ . La entrega del reforzador consistió en la activación del dispensador que dio acceso al agua durante 5 segundos. En la Fase 1, se utilizó una contingencia positiva, 0.12 por responder vs. 0 por no responder para el Grupo A y 0.2 vs. 0 para el Grupo B. En la Fase 2, se asignaron dos probabilidades de reforzamiento, 0.12 vs. 0.08, en el Grupo A y 0.2 vs. 0.16 para el Grupo B; así  $C_m = 0.04$  para ambos grupos. En las fases 3 y 4 se invirtieron entre grupos las probabilidades de reforzamiento por responder empleadas en la Fase 1 y 2, 0.2 para el Grupo A y 0.12 para el Grupo B. En la Fase 3, los pares de probabilidades fueron de 0.2 vs. 0 para el Grupo A y 0.12 vs. 0 en el Grupo B. En la Fase 4 se utilizaron probabilidades de 0.2 vs. 0.2 para el Grupo A, y de 0.12 vs. 0.12 para el Grupo B, resultando en  $C_m = 0$  para ambos grupos.

El programa determinó la entrega de reforzadores de la siguiente forma: cada segundo se evaluó si se entregaba la recompensa dada una probabilidad específica, dependiendo de si se emitió una respuesta o no. Por ejemplo, si  $p_0 = 0.12$ , y en el segundo  $t$  hubo al menos una respuesta, la probabilidad de que se activara el acceso al agua fue de 0.12,

si  $p_1 = 0$ , en ningún segundo donde no hubiera respuestas se dio acceso al agua. En las fases donde  $p_1 > 0$ , si en ese segundo no se registró una respuesta la probabilidad de acceso al bebedero en ese momento fue igual al valor de  $p_1$ . Así en cada segundo se determinó entregar un reforzador por responder o no responder, de acuerdo con los valores de  $p_0$  y  $p_1$  respectivamente.

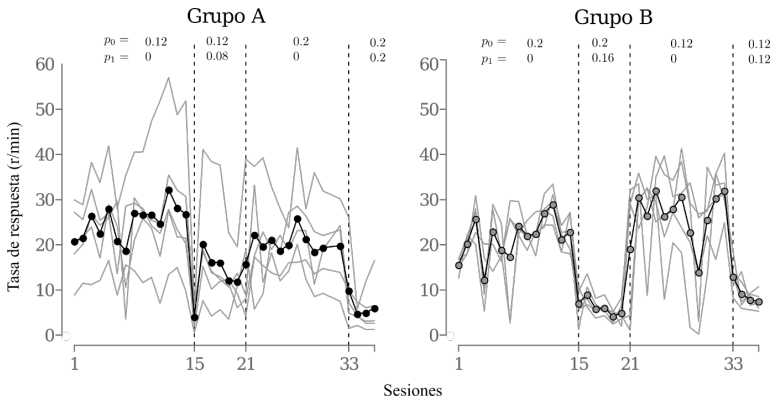
Las sesiones iniciaron con un período de 3 minutos en las que los sujetos fueron introducidos a las cajas experimentales, tras lo cual la luz general se encendió y se presentó la palanca retráctil, que estuvo disponible durante toda la sesión. Las sesiones se llevaron a cabo cinco días a la semana con una duración de 60 minutos.

## Resultados

Se obtuvo la tasa de respuesta global por cada rata como el número de respuestas totales por sesión entre el tiempo que duró la sesión y registros acumulados de respuesta para todas las sesiones como función del tiempo en horas. La Figura 1 muestra la tasa de respuesta promedio (en puntos negro y gris) y cada sujeto (líneas grises sin puntos). En la transición de la Fase 1 a la 2 en ambos grupos la tasa de respuesta disminuyó durante la sesión quince cuando se introdujo la degradación de contingencias, en donde la  $C_{in}$  disminuyó a 0.04 para ambos grupos. Este descenso abrupto fue seguido de un aumento en la siguiente sesión, aunque esto fue mayor en el Grupo A que inició con una probabilidad de reforzamiento más baja.



Figura 1. Tasa de respuesta en función de las sesiones durante las distintas fases



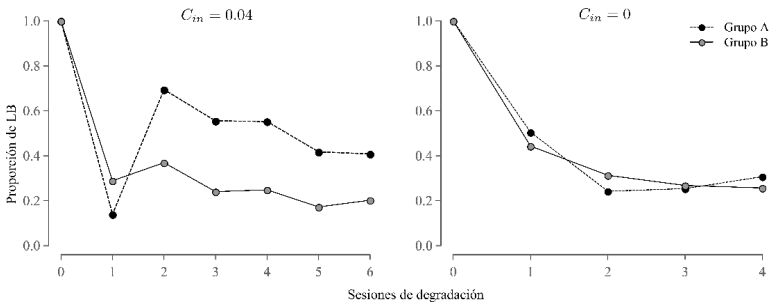
*Nota.* Respuestas a la palanca (r/min) por sesión. Por panel se muestran los Grupos A (izquierda) y B (Derecha). Los puntos muestran la tasa promedio de las respuestas emitidas por los sujetos, y las líneas grises muestran la tasa de respuesta para cada sujeto. Las líneas verticales punteadas señalan el cambio de fase, y en la parte superior se muestran las probabilidades condicionales que fueron manipuladas (Ver Tabla 1).  $p_0$  = probabilidad de reforzamiento por responder.  $p_1$  = probabilidad de reforzamiento por no responder.

En la Fase 3 de nuevo los animales solo obtuvieron reforzadores por responder. Para el Grupo B la tasa de reforzamiento fue menor que para el Grupo A en esta fase, sin embargo, la tasa promedio de respuesta fue  $\sim 30$  r/min que es mayor a las  $\sim 20$  r/min del Grupo B. En la Fase 4, de degradación con  $C_{in} = 0$ , se observa nuevamente un descenso abrupto de la tasa de respuesta en la sesión 33, y a partir de la sesión 34 una tasa de respuesta relativamente estable para ambos grupos.

Para medir el cambio proporcional en la tasa de respuesta, se promediaron las últimas tres sesiones antes del cambio a una fase de degradación, y se fijaron como Línea Base (LB). Después, se obtuvo la proporción de la tasa de respuesta de cada sesión de degradación con respecto al promedio de LB. La Figura 2 muestra que cuando  $C_{in} = 0.04$ , las proporciones de ambos grupos fueron diferentes, el cambio fue mayor en el grupo A con menor probabilidad de reforzamiento en la primera fase, lo que indica que el descenso de la tasa de respuesta

no fue proporcional a la  $C_{in}$ . En cambio, cuando la  $C_{in} = 0$ , ambas proporciones de tasa de respuesta durante la degradación con relación a la línea base fueron iguales.

Figura 2. Proporción de tasa de respuesta durante las sesiones de degradación con respecto a la línea base



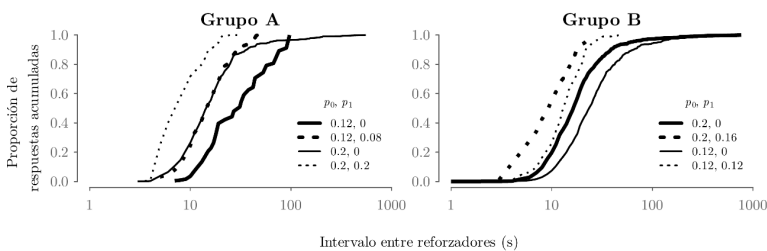
Nota. La proporción de tasa de respuesta promedio se calculó con respecto a las últimas tres sesiones antes de la degradación (línea base). En el panel izquierdo, la contingencia instrumental, medida como la diferencia  $p_0 - p_1$ , fue  $C_{in} = 0.04$ . La proporción de respuesta fue mayor para el grupo A comparado con el B. Cuando  $C_{in} = 0$ , las proporciones de la tasa fueron iguales.

La Figura 3 muestra la proporción acumulada de respuestas como función de la duración de los intervalos entre reforzadores, por fase y por grupo, usando los datos de las últimas dos sesiones. El programa de reforzamiento utilizado generaba intervalos variables de 1 o más segundos, dado que el intervalo mínimo es de 1 segundo y el intervalo máximo no estaba acotado. Al ser probabilístico (por lo tanto, intermitente), generaba intervalos de duración variable. El análisis consistió en agrupar por segmentos de 1 segundo las respuestas de todos los animales en las últimas dos sesiones, luego obtener la proporción de respuestas sobre el total de respuestas dadas por sesión, y graficar la proporción acumulada como función de la duración de los intervalos entre reforzadores, que son marcadores temporales importantes.

En el Grupo A, con los valores  $p_0 = 0.12$  y  $p_1 = 0$ , hubo una acumulación constante de respuestas, pero esta proporción se desplazó hacia

la izquierda en la siguiente fase cuando se degradó la contingencia. Es decir, del total de respuestas dadas en todos los intervalos, menos respuestas se acumularon cuando los intervalos se alargaron y se produjeron más respuestas tempranas en el intervalo, con respecto a la fase anterior. Lo mismo se puede ver en la Fase 3 ( $p_0 = 0.2$  y  $p_1 = 0.0$ ) al compararse con la Fase 4 (con  $p_1 = 0.0$ ) en la cual también hubo un desplazamiento de la curva hacia la izquierda, lo que sugiere que hay mayor cantidad de respuestas al inicio de los intervalos entre reforzadores. Algo similar ocurrió en el Grupo B cuando se usó la misma probabilidad de reforzamiento por responder,  $p_0 = 0.12$  y  $p_1 = 0$  (Fase 3) y después se cambió a  $p_1 = 0.12$  (Fase 4). En el grupo B, también se dio el desplazamiento de la curva a la izquierda cuando se degradó la contingencia a  $C_{in} = 0$ . Este resultado indicaría que la degradación de contingencias redujo la cantidad de respuestas tardías y aumentó la cantidad de respuestas tempranas, lo que sugiere que la distribución temporal de las respuestas cambió durante la degradación de contingencias. Este análisis sugiere que la degradación de contingencias cambia la organización temporal de las respuestas, de tal forma que no parecen responder mucho en intervalos largos.

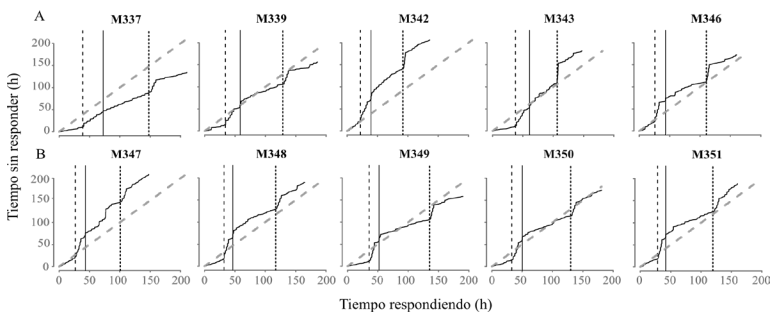
Figura 3. Proporción acumulada de respuestas como función de la duración de los intervalos entre reforzadores, por fase y por grupo



Nota. Tiempo acumulado respondiendo (eje  $x$ ) y no respondiendo (eje  $y$ ) en horas. Cada fila muestra los sujetos de un Grupo (A y B), y cada panel corresponde a un sujeto experimental. Las líneas discontinuas verticales marcan el cambio entre fases experimentales cuyas probabilidades de reforzamiento se muestran en la Tabla 1.

La Figura 4 muestra registros acumulados del tiempo durante el cual los sujetos respondieron (eje  $x$ ) o no respondieron (eje  $y$ ). En la primera fase la línea fue casi horizontal lo que muestra que las respuestas se acumularon a una tasa constante y hubo más tiempo respondiendo que sin responder; siendo una excepción a esta observación los sujetos M342, M346, M347 y M351 donde el tiempo se dividió proporcionalmente entre responder y no responder. En la primera degradación de contingencias el tiempo sin responder aumentó sustancialmente, lo que se ve en un crecimiento vertical más pronunciado de la línea. Cuando se usó  $p_1 = 0$  de nuevo, la línea creció horizontalmente más rápido, hubo más tiempo con respuestas. Finalmente, cuando de nuevo se degradó la contingencia la función volvió a crecer más rápido verticalmente, aunque al final de la fase la línea creció más proporcionalmente en ambos ejes, lo que indica que el tiempo se dividió equitativamente entre responder y no responder.

Figura 4. Distribución del tiempo entre responder a la palanca (eje  $x$ ) y no responder (eje  $y$ )



Nota. Cada línea muestra la proporción acumulada por cada una de las últimas cuatro sesiones por fase. Las curvas se desplazan entre fases, de mayor a menor ( $1 \rightarrow 2$  y  $3 \rightarrow 4$ ), lo que sugiere un cambio en la distribución temporal de las respuestas en donde los animales responden más a intervalos más cortos con respecto a la fase anterior de línea base.  $p_0$  = probabilidad de reforzamiento por responder.  $p_1$  = probabilidad de reforzamiento por no responder.

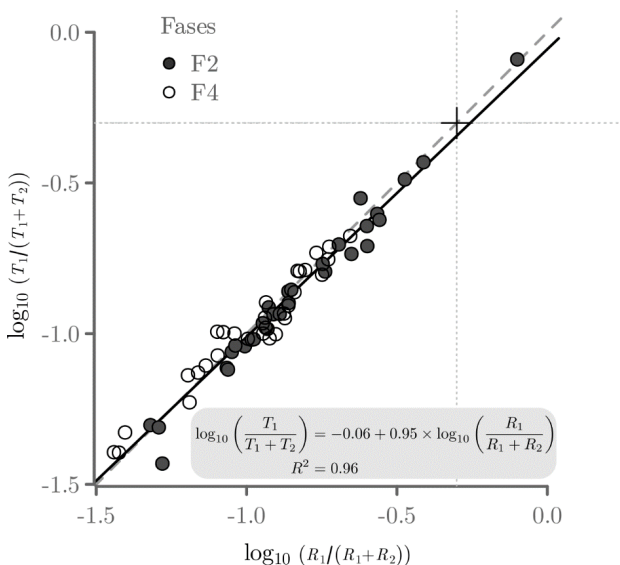
Para un análisis más refinado durante la Fase 2 y Fase 4, por cada tipo de reforzador obtenido (por responder,  $R_1$ , y por no responder,

$R_2$ ), el intervalo desde el anterior reforzador hasta  $R_1$  se computó como  $T_1$ . De la misma manera, si se obtuvo un  $\frac{R_1}{(R_1+R_2)}$  reforzador por no responder ( $R_2$ ), el intervalo se computó como  $T_2$ . Se usaron tres sesiones por sujeto, y por sesión en las Fases 2 y 4 se calculó el logaritmo base 10 de las razones  $\frac{R_1}{R_1+R_2}$  y  $\frac{T_1}{T_1+T_2}$  y se ajustó la ecuación lineal

$$\log_{10} \left( \frac{T_1}{T_1+T_2} \right) = \log_{10}(b_0) + b_1 \times \log_{10} \left( \frac{R_1}{R_1+R_2} \right) \quad (1)$$

En donde  $\log_{10} b_0$ , la intersección de la ecuación en la ordenada, es un término de sesgo que se puede interpretar como una preferencia asimétrica por alguna actividad cuando no se entregan reforzadores. Si su valor es negativo indicaría una tendencia a pasar más tiempo en la actividad que compite con la del numerador (en este caso, no responder; Wearden & Burgess, 1982). El parámetro  $b_1$  indica la tendencia a pasar más tiempo en la alternativa con la menor proporción de reforzadores, si su valor es menor a 1 (un fenómeno que en el área de elección es referido como subigualación), o la tendencia a pasar más tiempo en la alternativa con la mayor proporción de reforzadores (fenómeno referido como sobreigualación; Wearden & Burgess, 1982). En la Figura 5 se puede observar el comportamiento lineal de la ecuación descrita antes, con un sesgo ligero hacia no responder  $b_0 = -0.06$ , con intervalo de confianza al 95 %, o IC 95 %, de  $[-0.1, -0.01]$  y también una ligera subigualación ( $b_1 = 0.95$ , IC 95 %  $[0.90, 1]$ ). Puede verse además una tendencia a responder más cuando la contingencia era positiva (Fase 2; ver los puntos grises en la Figura 4) que cuando era de 0 (Fase 4; puntos blancos en la Figura 5). Cuando la contingencia era de 0, la razón  $\frac{R_1}{R_1+R_2}$  programada era de 0.5, y el  $\log_{10}(0.5) = -0.3$ , por lo que en igualación el  $\log_{10} \left( \frac{T_1}{T_1+T_2} \right)$  también sería de  $-0.3$  (ver las líneas punteadas en la Figura 5), sin embargo, fue consistentemente menor, salvo para un sujeto en la Fase 2.

Figura 5. Igualación entre la razón de la tasa de reforzadores y el tiempo invertido.



Nota.  $R_1$  es la cantidad de reforzadores por responder, y  $T_1$  el tiempo en que el animal respondió, desde la primera respuesta hasta la última que produjo el reforzador.  $R_2$  es la cantidad de reforzadores por no responder, y  $T_2$  la cantidad de tiempo por no responder. Las líneas punteadas marcan el punto en el cual el numerador es la mitad del denominador, por lo que el  $\log_{10}(0.5) = -0.3$ , que sería el valor para el cual el tiempo por responder es la mitad del tiempo de exposición.

## Discusión

Los resultados obtenidos replican los hallazgos de Hammond (1980): la tasa de respuesta varía de acuerdo con la dependencia probabilística entre reforzador y respuestas. En las fases 2 y 4, cuando se degradó la contingencia, se usaron valores de  $C_m = 0.04$  y  $C_m = 0$ , respectivamente, la tasa de respuesta disminuyó con relación a las fases 1 y 3 conforme a lo esperado de acuerdo con Hammond (ver Figura 1). Estos resultados apoyan la idea de que, también en la conducta instrumental, la contigüidad no es suficiente para el aprendizaje, sino que las

respuestas en operante libre son sensibles a las probabilidades locales de reforzamiento,  $p_0$  y  $p_1$ .

Una exploración detallada de los datos muestra que estos no son enteramente consistentes con las explicaciones propuestas hasta el momento. Por ejemplo, si la diferencia entre la probabilidad por responder y no responder es el factor fundamental para determinar la fuerza asociativa, una degradación de la contingencia similar, con una  $C_{in}$  equivalente, debería generar disminuciones similares en la tasa de respuesta. Lo anterior ocurrió en la Fase 4 (Figura 2 panel derecho) cuando la contingencia fue nula,  $C_{in} = 0$ , pero no cuando fue menor a la entrenada pero ligeramente positiva,  $C_{in} = 0.04$ . En la Fase 2 en el Grupo B, donde la probabilidad de reforzamiento por responder fue más alta en el entrenamiento, hubo mayor efecto de la degradación (Figura 2 panel izquierdo).

Este cambio no proporcional en la tasa de respuesta cuando la contingencia es ligeramente positiva sugiere que, tal vez, la forma de calcular la contingencia no es una diferencia entre las posibilidades sino la razón de las probabilidades condicionales. En la Fase 2, la razón de las probabilidades fue  $\frac{p_0}{p_1} = \frac{0.12}{0.08} = 1.5$  para el Grupo A, y  $\frac{p_0}{p_1} = \frac{0.2}{0.16} = 1.25$  para el Grupo B, una diferencia del 20 %, lo que podría explicar por qué es distinto el efecto de degradación en ambos grupos. Por otro lado, en la Fase 4, dado que las probabilidades por grupo se igualaron (ver Tabla 1), la razón  $p_1$  para ambos grupos fue de 1, lo que es consistente con el hecho que en esa condición ambos grupos mostraron el mismo efecto. Este resultado sugiere que las contingencias instrumentales no funcionarían de la misma manera que las pavlovianas, al menos como fueron conceptualizadas por Rescorla (1968) y Jenkins y Ward (1965), y no seguirían estrictamente la regla  $\Delta P$ .

La degradación, es decir, entregar reforzadores por no responder, modificó la distribución temporal de las respuestas durante los intervalos entre reforzadores (ver Figura 3). Dicho de otra manera, si los intervalos entre reforzadores se alargan, ocurren menos respuestas y, en general, ocurren más temprano al inicio del intervalo. Este efecto parece depender del intervalo generado por  $p_1$ , los reforzadores entre-

gados por no responder, como se infiere de que el desplazamiento hacia la izquierda fue mayor cuando  $C_{in} = 0$ .

Entendidos como programas de intervalo aleatorio dependientes de no responder a la palanca, pero reforzando conductas competitivas, los parámetros  $p_1$  de 0.08, 0.2, 0.16 y 0.12 generaban intervalos en promedio, de 12.5 s, 5 s, 6.25 s y 8.3 s, respectivamente. Cuando  $C_{in} = 0$ , responder y no responder generaban intervalos promedio equivalentes. En conjunto con lo observado en la Figura 4, es posible suponer que el patrón de comportamiento en la Fase 2 se debe a que, dado que los intervalos entre reforzadores por responder son menores que por no responder, los sujetos solo responden a los intervalos más cortos y dejan de responder en los más largos.

De acuerdo con los datos en la Figura 4, cabe la posibilidad de que los animales distribuyan el tiempo entre responder y no responder, en proporción a la tasa de reforzamiento por una u otra estrategia (Baum & Rachlin, 1969); un mecanismo tal vez más sencillo para explicar el patrón de resultados. Es decir, los animales podrían estar invirtiendo el tiempo que dedican a responder en función de la tasa de reforzamiento asociada, y lo mismo ocurriría con no responder. Por ejemplo, en las fases uno y tres, si los animales ubican tiempo en la opción que más recompensas provee deberían responder más tiempo en la palanca, lo que produciría un registro acumulado más horizontal (con una pendiente pequeña); ya que el tiempo respondiendo es mayor, el incremento en  $x$  (tiempo palanqueando) es más rápido que en  $y$  (tiempo sin responder en la palanca). Siguiendo la misma estrategia, en la Fase 2 la pendiente debería volverse más pronunciada (crecimiento vertical acelerado), dado que ahora los animales reciben reforzadores por no responder. La Fase 3 debería mostrar nuevamente mayor crecimiento horizontal ya que deberían pasar más tiempo respondiendo. Esto es lo que parece ocurrir en la Figura 4 en términos generales.

Por último, dado que durante la Fase 4 se dio la misma cantidad de reforzadores por responder y no responder, se esperaría que el tiempo que pasan no respondiendo fuese mayor como en la Fase 2. Como se observa en la Figura 4, en todos los sujetos, la pendiente inicial fue muy



pronunciada (en algunas ratas casi vertical), lo que indica que pasaron muy poco tiempo respondiendo, pero luego de algún punto parece que responden más. El análisis provisional usando la ecuación 1 (ver también Figura 5) sugiere que, en términos generales, los animales tienden a pasar más tiempo no respondiendo, pero quizá esto se deba solo al peso que tiene en el análisis de regresión el tiempo inicial no respondiendo observado en la Figura 4. En general, el análisis sugiere que, durante la degradación de contingencias, los animales alternan el tiempo que pasan respondiendo y no respondiendo. Sin embargo, dado que se trata de un análisis provisional, una corroboración de este resultado requeriría la manipulación expresa de diversos valores de las probabilidades para poder hacer un análisis más robusto a través de diferentes condiciones en estado estable.

Tras la degradación de contingencias, los animales dejan de responder como lo sugiere la explicación de Hammond (1980), con la salvedad que los animales parecen seguir una regla de razón entre las probabilidades de reforzamiento por responder y no responder y no de diferencia como sugiere la regla  $\Delta P$ . En términos de establecer la relación causal entre respuesta y consecuencia (o de determinar su correlación), no responder es importante ya que entre más tiempo se pase sin responder y no ocurra la consecuencia, se reúne más evidencia de que la respuesta genera el reforzador. Así, no responder es crucial para determinar si hay una relación causal entre la respuesta y la consecuencia, es decir, para determinar que la expectativa acción-consecuencia refleja el estado actual del mundo.

Sin embargo, la interpretación de estos datos pudiera cuestionarse. Si se piensa que, en una situación de elección, donde los animales son capaces de detectar la frecuencia de reforzamiento en, por ejemplo, una alternativa A vs una alternativa B, es posible que también sean capaces de detectar la frecuencia de reforzamiento por responder, y la frecuencia por no responder (o por desplegar otras conductas).

Así, la utilidad de pensar que la ejecución instrumental puede ser explicada siguiendo una lógica similar a la propuesta por Rescorla (1968) y Hammond (1980) queda aún pendiente de una demostra-

ción experimental que descarte el mecanismo más sencillo de distribución de respuestas o de tiempo en función de la tasa de reforzamiento obtenido. Este mecanismo más sencillo podría ser la forma en la que los animales son sensibles a la estructura causal del ambiente, aun cuando no aprendan causalmente sobre este.

## Referencias

- Baum, W. M., & Rachlin, H. C. (1969). Choice as time allocation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(6), 861–874. <https://doi.org/https://doi.org/10.1901/jeab.1969.12-861>
- Bouton, M. E. (2007). *Learning and Behavior: A Contemporary Synthesis*. Sinauer Associates, Publishers.
- Dickinson, A. (1985). Actions and Habits: The Development of Behavioural Autonomy. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 308(1135), 67–78. <https://doi.org/10.1098/rstb.1985.0010>
- Escobar, M., & Miller, R. R. (2012). Associative accounts of causality judgments. In E. A. Wasserman & T. R. Zentall (Eds.), *The Oxford Handbook of Comparative Cognition* (2 ed). <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195392661.013.0010>
- Hammond, L. J. (1980). The effect of contingency upon the appetitive conditioning of free-operant behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 34(3), 297–304. <https://doi.org/10.1901/jeab.1980.34-297>
- Jenkins, H. M., & Ward, W. C. (1965). Judgment of contingency between responses and outcomes. *Psychological Monographs*, 79(1), 1–17. <https://doi.org/10.1037/h0093874>
- Papini, M. R., & Bitterman, M. E. (1990). The role of contingency in classical conditioning. *Psychological Review*, 97(3), 396–403. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.3.396>
- Pearce, J. M. (1998). *Aprendizaje y Cognición*. Editorial Ariel Psicología.
- Rescorla, R. A. (1968). Probability of shock in the presence and absence of cs in fear conditioning. *Journal of Comparative and*

*Physiological Psychology*, 66(1), 1–5. <https://doi.org/10.1037/h0025984>

Wearden, J. H., & Burgess, I. S. (1982). Matching since Baum (1979). *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 38(3), 339–348. <https://doi.org/10.1901/JEAB.1982.38-339>