

## Adquisición de la conducta operante: no todas las alturas de palanca funcionan igual<sup>1</sup>

Ángel Andrés Jiménez<sup>2</sup>

Kelly Dil Romero

Mitzzi Salas

Pablo Covarrubias

Centro de Investigación en Conducta y Cognición Comparada  
Universidad de Guadalajara

### Resumen

Tres grupos de ratas ingenuas adquirieron la respuesta de presionar la palanca sin ningún entrenamiento bajo un programa de razón fija 1. En los tres grupos la palanca y el comedero se colocaron a la misma altura del piso y para cada grupo estas alturas fueron diferentes: 1.5, 11 y 18 cm. La adquisición del palanqueo fue más rápida y la latencia del palanqueo fue más corta con la palanca a 11 cm que con las otras dos palancas. La tasa de entradas al comedero fue más alta con el comedero a 11 cm que con el comedero a 18 cm, y la latencia de entrada al comedero fue más corta con el comedero a 11 cm que con los otros dos comederos. La mayor frecuencia de actividad con la palanca y comedero a 11 cm sugieren que esta altura ofreció mayor soporte, primero a la conducta proto-operante de presionar la palanca, y después a la emisión de la operante durante el proceso de adquisición. Estos hallazgos indican que la adaptación a los soportes conductuales o affordances necesariamente antecede al desarrollo del proceso del condicionamiento operante, y que los affordances ambientales presentes durante la ejecución operante contribuyen a modularla.

**Palabras clave:** *Adquisición, affordance, altura de palanca, métrica intrínseca, soporte conductual, ratas*

### Abstract

Three groups of naïve rats acquired lever-press responding in the absence of training on a fixed-ratio 1 schedule. In the three groups the lever and the feeder were placed at the same height from the floor and for each group these heights were different: 1.5, 11, and 18 cm. Lever press acquisition was faster and lever press latency was shorter with the lever at 11 cm than with the other two levers. Feeder entry rate was higher with the feeder at 11 cm than with the feeder at 18 cm. Feeder entry latency was shorter with the 11-cm feeder than with the other two feeders. The higher frequency of activity with the 11-cm lever and feeder

<sup>1</sup> La referencia del artículo en la Web es: [http://conductual.com/articulos/No\\_todas\\_las\\_alturas\\_de\\_palanca\\_funcionan\\_igual.pdf](http://conductual.com/articulos/No_todas_las_alturas_de_palanca_funcionan_igual.pdf)

<sup>2</sup>Correspondencia: Ángel Andrés Jiménez. Av. Universidad 1115, Colonia Lindavista, Ocotlán 47810, Jalisco, México. Email: [jimenez@cencaz.udg.mx](mailto:jimenez@cencaz.udg.mx).

suggests that this height furnished greater support, first to proto-operant lever pressing, and later to operant lever pressing during the acquisition process. These findings indicate that the adaptation to behavior-supports or affordances necessarily precedes the development of the operant conditioning process, and that the environmental affordances present during operant performance contribute to modulate it.

**Key words:** *Acquisition, affordance, behavioral support, intrinsic metric, lever height, rats.*

Se considera que un animal adquiere una operante libre cuando una conducta no establecida previamente como operante incrementa en frecuencia debido a las consecuencias que siguen a su emisión (Skinner, 1932; Sutphin et al., 1998). A la conducta no establecida como operante (i.e., previa al condicionamiento) se le llama incondicionada, o también proto-operante o candidata a operante (Timberlake, 2004). Uno de los factores que probablemente ha influido en que la adquisición de la conducta operante libre no haya sido estudiada de manera sistemática sea el desarrollo de la técnica del moldeamiento por aproximaciones sucesivas (e.g., Skinner, 1951), ya que con esta técnica el interés se centró en su implementación por parte del investigador y se perdió de vista a la adquisición como un proceso del sujeto.

A la frecuencia de la respuesta incondicionada o proto-operante se le llama el nivel operante de esa respuesta (e.g., Premack y Schaeffer, 1962). Como la conducta protooperante no puede atribuirse a las contingencias de reforzamiento impuestas por el experimentador, se asume que estas respuestas son parte de la actividad general del organismo (Baron et al., 1961). De lo anterior se desprenden las siguientes preguntas ¿Qué variables modulan la actividad proto-operante? Esto es, ¿es posible identificar estímulos antecedentes inductores de la respuesta proto-operante? Skinner (1933a) señaló que la conducta “espontánea” de la rata al correr en la rueda de actividad estaba correlacionada con estímulos visuales, táctiles, y propioceptivos (i.e., la posición de los miembros corporales y las fuerzas tendientes a cambiar esas posiciones).

No obstante, la mayoría de los estudios sobre adquisición de la conducta operante se han enfocado en examinar el papel de la demora del reforzamiento en el proceso de adquisición (para una revisión véase a Pulido et al., 2006). En general se ha encontrado que a medida que incrementa la demora entre la respuesta y la entrega del reforzador, la adquisición de la respuesta operante es más lenta (Dickinson et al., 1992; Lattal y Metzger, 1994; Sutphin et al., 1998). Estos hallazgos son importantes porque demostraron que la adquisición de la operante es posible aunque el reforzador no se presente en contigüidad temporal con la conducta.

Algunos estudios sobre la adquisición de la operante se han enfocado en identificar variables que facilitan la adquisición. Por ejemplo, Skinner (1932, 1933b) empleó un procedimiento en el que adaptaba a las ratas al aparato experimental permitiéndoles consumir allí su ración diaria de alimento durante varias sesiones diarias previas al condicionamiento. Esto era seguido de sesiones diarias en donde los animales recibían bolitas de comida del dispensador. Al día siguiente se liberaba la palanca y la primera presión en la palanca ocasionaba la entrega de una bolita de comida. Con este procedimiento Skinner encontró que la entrega de un solo reforzador era suficiente para generar opresión de la palanca bajo condiciones de reforzamiento continuo (Skinner, 1932) y de extinción (Skinner, 1933b)

De manera más reciente, Snyckerski et al. (2004) emplearon un criterio de adquisición arbitrario definiendo la adquisición de la operante cuando las ratas completaban 12 respuestas. Los resultados

mostraron que las tasas de respuestas de los animales fueron más altas durante la adquisición cuando se les expuso a sesiones de entrega de piezas de alimento no contingente en la cámara experimental, previo a la primera sesión de adquisición. Estos resultados en conjunto con los de Skinner (1932, 1933b) sugieren que la exposición previa a la comida en la cámara experimental antes de la imposición de la contingencia operante facilita la adquisición de la operante, probablemente debido a que la entrega de comida no contingente a la conducta de palanquear, funciona como estímulo discriminativo que induce el palanqueo (Cowie y Davison, 2016; Cowie et al., 2011). No obstante, tanto el trabajo de Snycerski et al. (2004) como los trabajos de Skinner (1932, 1933b), resaltan la importancia de las condiciones antecedentes a la presentación de la contingencia operante.

Propiedades materiales del ámbito experimental, como la palanca y el comedero, pueden entenderse como parte de las condiciones antecedentes a la imposición de la contingencia operante, debido a que son los elementos ambientales a los que el animal es expuesto justo antes de iniciar el proceso de condicionamiento. Skinner (1938) eligió como objeto de estudio la conducta de presión de palanca en la rata, una respuesta que requería de un soporte material o *soporte externo* (i.e., la palanca en sí, Skinner, 1938, p. 50). De esta manera, al requerir la respuesta operante de un *soporte conductual* (Tolman, 1932) y ser un tanto artificial por su arbitrariedad, se podía prevenir que la respuesta ocurriera y fuera reforzada fuera del ámbito experimental (Skinner, 1938).

Durante el proceso de adquisición del palanqueo, el animal se ocupa de la exploración de la cámara operante y detecta las consecuencias de la manipulación de la palanca (i.e., la aparición de comida en el comedero). Sin embargo, para que esto ocurra, la rata tiene que detectar primero las posibilidades de acción que le ofrecen los soportes conductuales del ámbito experimental. Así, la palanca es un objeto con propiedades tales como tamaño, dureza, ubicación, orientación, requisito de fuerza, altura y otras más. Características que inducen acciones sobre ésta, como apoyarse, morderla, olerla, pisarla, u oprimirla ¿Qué efecto tiene en la adquisición de la respuesta operante la variación de las propiedades del soporte conductual?

Algunos experimentos han analizado el efecto de variar la fuerza necesaria para oprimir la palanca (Notterman y Mintz, 1965; Skinner, 1938). Otros estudios han examinado los efectos de las variaciones en el soporte conductual en el palanqueo incondicionado y condicionado, mediante la manipulación de la altura de la palanca. En nivel operante se ha encontrado que la emisión de la respuesta proto-operante fue más frecuente con una palanca baja de 3 cm de altura y con palancas de alturas intermedias de 11, 15 y 19 cm, que con palancas de 7 o 23 cm de altura (Cabrera et al., 2013).

En 1993, Skjoldager et al. manipularon la altura de la palanca en un programa de razón progresiva. En condiciones sucesivas, la palanca se colocó a 2.5, 6.5, 10.5 y 14.8 cm. Estas mismas condiciones se replicaron en orden descendente. Se encontró que con las elevaciones de la altura de la palanca disminuyó el número de razones completadas e incrementaron los tiempos entre respuestas (Skjoldager et al., 1993). En contraste, con programas concurrentes de razón variable (RV) 40 RV 40, las tasas de respuestas fueron más altas con palancas de alturas intermedias (11 y 15 cm) que con palancas bajas (1 y 5 cm) y altas (19 y 23 cm; Jiménez et al., 2019). En conjunto, estos resultados muestran que la ejecución operante fue favorecida con la palanca baja (2.5 cm de altura) en un programa de razón progresiva. Sin embargo, con programas concurrentes iguales de razón, la presión de la palanca fue más frecuente con las palancas de alturas intermedias (11 y 15 cm). Estos hallazgos divergentes parecen sugerir la interacción entre el programa de reforzamiento impuesto y la altura de la palanca.

Evidencia previa muestra que cuando la altura de la palanca se expresa en términos de *métrica intrínseca* (Gibson, 1979), es decir, como la razón entre la altura de la palanca dividida entre la altura de las patas delanteras del sujeto (véase Warren, 1984), la proporción de respuestas a lo largo de las diferentes alturas de palanca cambia de manera equivalente entre ratas y hámsteres (Cabrera et al., 2013), dos especies de roedores que poseen cada una de ellas dimensiones corporales diferentes – las ratas son animales más grandes –. Este hallazgo sugiere que los cambios en la ejecución operante y proto-operante cuando se varía la distancia vertical de la palanca se deben a que los sujetos responden con base en su métrica corporal o intrínseca. Gibson (1979) acuñó el término *affordance* para referirse a esta correspondencia entre las propiedades del objeto con el que un sujeto interactúa y sus propias características dimensionales y biomecánicas. Por lo tanto, los affordances son propiedades del ambiente que cuando interactúan con propiedades del animal generan soportes conductuales (Tolman, 1932), es decir, posibilitan conductas. Esta mutualidad organismo-ambiente se ha demostrado con perros alcanzando comida con el hocico a diferentes alturas (Wagman et al., 2017, 2018), y con humanos en diversas tareas motoras (e.g., Choi y Mark, 2004; Konczak et al., 1993; Newell et al., 1993).

Dada la relevancia que los trabajos descritos líneas arriba sugieren que tienen los affordances o soportes conductuales en la conducta incondicionada y condicionada, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los affordances en el proceso de transición en el que la conducta proto-operante se vuelve conducta operante. Específicamente, este estudio examinó el efecto de la altura de la palanca en la conducta de adquisición del palanqueo en ratas. La teoría de los affordances (Gibson, 1979) predice que diferentes alturas de palanca proporcionarán diferente soporte postural al explorar la cámara experimental, dependiendo de las dimensiones corporales y fuerza de los animales, modulando de esta manera: 1) la inducción de la primera presión de palanca, y 2) la frecuencia del palanqueo durante la adquisición de la respuesta. Un segundo objetivo consistió en igualar la altura del comedero a las alturas de la palanca con la finalidad de explorar su efecto en el contexto de los affordances.

## Método

### Sujetos

Treinta y ocho ratas hembras de la cepa Wistar de cuatro meses de edad, experimentalmente ingenuas y privadas de alimento al 85% de su peso *ad libitum*. Se alojó a las ratas individualmente en cajas hogar de policarbonato con acceso libre a agua en un bioterio con temperatura controlada y bajo un ciclo de luz/oscuridad de 12:12 horas.

### Aparatos

Se emplearon tres cámaras operantes estándar Med® (ENV-007-VP), de 305 mm de largo, 241 mm de ancho, y 300 mm de altura. Las cámaras se colocaron dentro de cajones que aislaron a los sujetos de estímulos visuales y sonoros externos. El piso de las cámaras estaba formado por barras metálicas, debajo de las cuales se colocaba una charola de metal. Las dos paredes laterales de las cámaras estaban hechas de láminas de aluminio y las paredes posterior, anterior y el techo eran de acrílico transparente. La pared anterior tenía bisagras y funcionaba como puerta. En la pared lateral derecha de la cámara junto a la puerta de la misma (pared anterior), se montó una palanca (ENV-110M) de 45 mm de ancho y 20 mm de largo que requería de una fuerza de 20 g para activarla. Adyacente a la palanca en la misma pared derecha y al

centro de la misma se instaló una abertura (de 51 mm de ancho) por la que caían pastillas de alimento Bioserv® de 45 mg cuando los sujetos presionaban la palanca. Un foco de 28 V de corriente continua (ENV-215M) se instaló a 270 mm de altura alineado por arriba del comedero en la pared derecha, el cual proveía de iluminación al interior de la cámara. Se montó una bocina o altavoz centrado en la pared izquierda a 260 mm de altura, el altavoz se conectó a un generador de ruido blanco (ENV-225SM) y emitía un ruido constante de aproximadamente 80 dB. Los eventos experimentales se registraron a través de una interfaz Med PC® conectada a una computadora personal controlada por el software Med-PC IV®.

### Procedimiento

No se entrenó a los sujetos a aproximarse al comedero, ni tampoco se les entrenó a presionar la palanca. Simplemente se colocó a cada rata en la cámara experimental y se le expuso a un programa de reforzamiento continuo (i.e., razón fija 1). Cada presión de palanca tuvo como consecuencia la presentación inmediata de una pastilla de comida. Las sesiones terminaban después de transcurridos 30 minutos o después de la entrega de 50 reforzadores, si esto ocurría primero. Se dividió a las ratas aleatoriamente en tres condiciones (grupos), al primer grupo se le colocó la palanca y el comedero a 1.5 cm de altura del suelo ( $n = 12$ ), con el segundo grupo la palanca y el comedero se instalaron a 11 cm de altura ( $n = 13$ ), y al tercer grupo a 18 cm de altura ( $n = 13$ ). El experimento consistió en siete sesiones en las que se evaluó la adquisición de la conducta de presionar la palanca. El criterio de adquisición del palanqueo se definió como la obtención de 50 pastillas de alimento dentro de una misma sesión experimental en un plazo máximo de siete sesiones. Una vez que un sujeto cumplía con el criterio de adquisición se le descartaba del experimento. En el grupo de 1.5 cm de altura hubo dos sujetos que no cumplieron el criterio de adquisición en las 7 sesiones, lo mismo ocurrió con un sujeto del grupo de 11 cm, y con dos sujetos del grupo de 18 cm. Por lo anterior, los datos de estos cinco sujetos fueron excluidos del análisis de los datos.

Al día siguiente de la finalización del experimento, se puso a cada rata en un cilindro transparente de policarbonato con graduación en cm, de 30 cm de altura y 12 cm de diámetro (véase Cabrera et al., 2013). Mientras cada rata se encontraba dentro del cilindro, se le videograbó el tiempo suficiente (entre 2 y 3 minutos), para obtener las siguientes dimensiones corporales: 1) altura máxima de la nariz, definida como la distancia máxima entre el piso y la punta de la nariz estando el sujeto apoyado en el suelo sólo con sus dos patas traseras, y 2) altura máxima de las patas delanteras, definida como la distancia entre el piso y la altura máxima alcanzada por las patas delanteras con el sujeto apoyado en sus dos patas traseras en el piso.

### Análisis estadísticos

Todas las variables dependientes se evaluaron mediante análisis de varianza de un factor ( $\alpha = .05$ ). Los tiempos de adquisición del palanqueo, las latencias de la primera presión de palanca, y las latencias de la primera entrada al comedero se transformaron a logaritmos naturales para generar distribuciones normales en estos datos. No fue necesario hacer esta transformación para las tasas de entrada al comedero porque estos datos mostraron distribuciones normales en los tres grupos. Se hicieron comparaciones post hoc mediante la prueba LSD de Fisher para identificar diferencias entre pares.

### Resultados

La Tabla 1 muestra la media aritmética y desviación estándar de las dimensiones corporales de las ratas de los tres grupos. La prueba de análisis de varianza no encontró diferencias significativas entre las

dimensiones corporales de los tres grupos, ni en la altura máxima de la nariz [ $F(2,30) = 0.666, p = .528, \eta^2$  parcial = .082], ni en la altura máxima de las patas delanteras [ $F(2,30) = 0.129, p = .879, \eta^2$  parcial = .009]. Con ambas dimensiones corporales, las comparaciones entre pares tampoco revelaron diferencias significativas. Estos resultados muestran que en términos de medidas corporales, los tres grupos fueron equivalentes. Los datos de la Tabla 1 se utilizaron para hacer un análisis de la métrica intrínseca (Gibson, 1979) de los sujetos, dividiendo la altura de la palanca entre la altura máxima de las patas delanteras. Este análisis mostró que para el grupo de animales con la palanca a 11 cm, ésta correspondió al 55% de la altura máxima alcanzable por sus patas delanteras (i.e., 11 cm / 19.79 cm = .55). Es decir, la palanca a 11 cm estuvo a una altura equivalente al 55% del *límite crítico absoluto* (Warren, 1984) o alcance máximo de las patas delanteras de los sujetos (i.e., 19.79 cm, véase la Tabla 1). De esta manera, el límite crítico absoluto del alcance de las patas delanteras se definió como el punto en el que la distancia vertical de la palanca es igual a la distancia vertical de las patas delanteras<sup>3</sup>. La palanca de 18 cm de altura correspondió con el 92% de la altura de las patas delanteras de los sujetos de ese grupo (18 cm / 19.54 cm = .92), y la altura de la palanca de 1.5 cm fue equivalente al 7.6% de la altura de las patas delanteras de los sujetos (1.5 cm / 19.5 cm = .076).

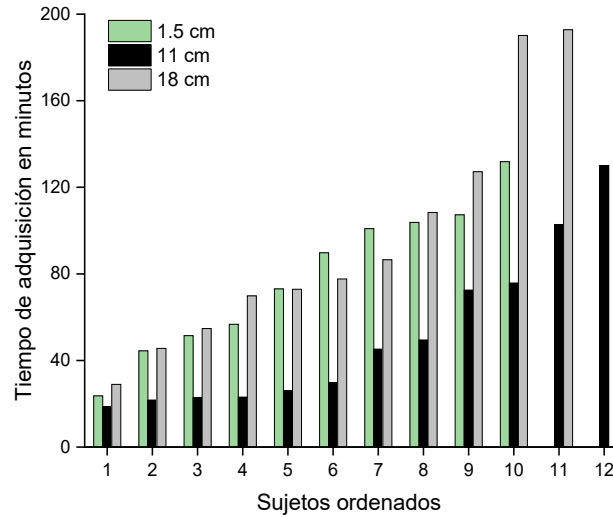
Tabla 1 Dimensiones corporales expresadas en cm.

Alturas de palanca y comedero	1.5 cm		11 cm		18 cm	
	Media	<i>s</i>	Media	<i>s</i>	Media	<i>s</i>
Altura máxima de la nariz	25.57	0.53	25.12	1.24	25.62	0.91
Altura máxima de las patas delanteras	19.50	2.16	19.79	1.13	19.54	0.93

Notas: *s* = desviación estándar. El número de sujetos que completaron el criterio de adquisición en los grupos fue:  $n = 10$  (1.5 cm),  $n = 12$  (11 cm),  $n = 11$  (18 cm).

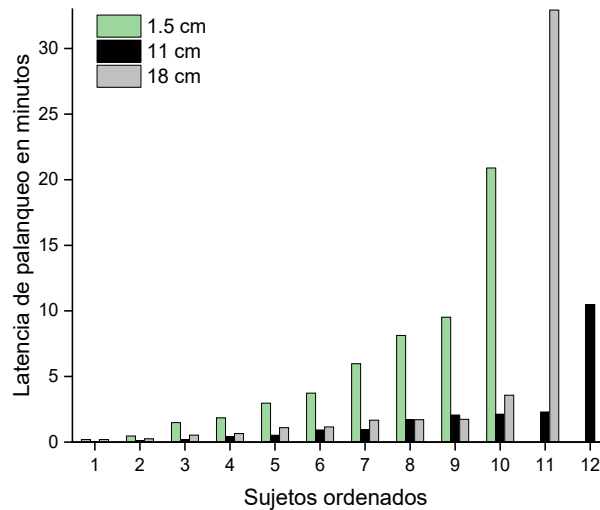
La Figura 1 muestra cuántos minutos tardó cada rata en adquirir la respuesta de presionar la palanca (i.e, la producción de 50 piezas de alimento en la misma sesión) al interior de cada uno de los grupos con la palanca a diferente altura. Los tiempos de adquisición están ordenados en cada grupo desde el sujeto al que le tomó el menor tiempo la adquisición de la respuesta hasta el sujeto que tardó más. Los tiempos de adquisición del palanqueo para el grupo de 1.5 cm promediaron 78.3 min (barras verdes: rango = 24—132 min), 51.5 min para el grupo de 11 cm (barras negras: rango = 19—130 min), y 95.9 min para el grupo de 18 cm (barras grises: rango = 29—193 min). Una inspección visual de la Figura 1 revela que en cada uno de los primeros 11 rangos o posiciones de sujetos ordenados del eje de la abscisa, la barra negra es de manera consistente la más corta de las tres barras, mostrando que con la palanca a 11 cm, los sujetos adquirieron la respuesta de palanqueo más rápido que con las otras dos alturas. El análisis de varianza detectó un efecto de la altura de la palanca,  $F(2,30) = 4.163, p = .025, \eta^2$  parcial = .217. Las comparaciones entre pares revelaron que el tiempo de adquisición del palanqueo fue significativamente menor con la palanca de 11 cm de altura que con las palancas de 18 cm ( $p = .010$ ) y de 1.5 cm ( $p = .049$ ).

<sup>3</sup> Si en este grupo de sujetos la palanca no se hubiera colocado a 11 cm de altura, sino a la altura de 19.79 cm, la palanca se habría ubicado a una distancia vertical equivalente al límite crítico absoluto o máximo alcance posible utilizando las patas delanteras (i.e., 19.79 cm / 19.79 cm = 1.0 o 100% de la altura de las patas delanteras). Si la altura de la palanca fuera mayor a la altura de las patas delanteras, se sobrepasaría el límite crítico absoluto para ese modo de acción y el sujeto necesariamente tendría que modificar su forma de respuesta para alcanzar la palanca, por ejemplo, saltando.



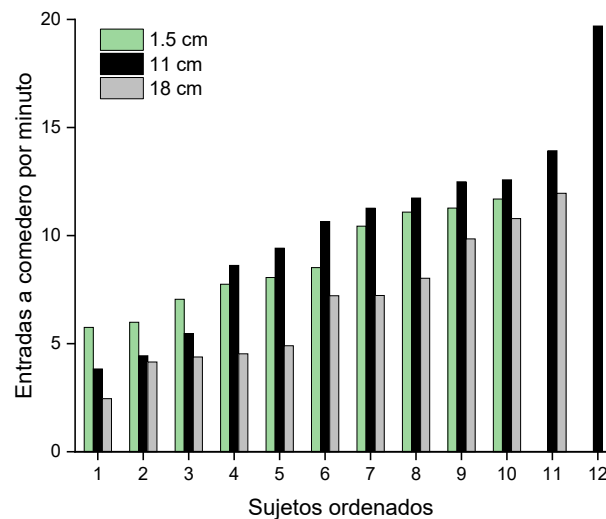
**Figura 1.** Minutos transcurridos antes de cumplir el criterio de adquisición de la respuesta de presionar la palanca. En cada grupo los sujetos están ordenados del que tardó menos tiempo (1) al que tardó más tiempo (12) en adquirir el palanqueo.

La Figura 2 muestra la latencia en minutos de la primera presión de palanca para cada uno de los sujetos con las diferentes alturas de palanca. Al igual que en la figura anterior, los datos de los tres grupos están ordenados de menor a mayor, es decir, desde el sujeto con la latencia más corta hasta el sujeto con la latencia más larga. Las latencias de la primera presión de palanca en el grupo de 1.5 cm promediaron 5.5 min (barras verdes: rango = 0.20—21 min), 1.8 min para el grupo de 11 cm (barras negras: rango = 0.04—10.5 min), y 4.1 min para el grupo de 18 cm (barras grises: rango = 0.20—33 min). Obsérvese que en cada uno de los primeros 10 rangos de sujetos ordenados (eje X) de la Figura 2, la barra verde es de manera consistente más alta que las otras dos barras, indicando una mayor latencia con la palanca a 1.5 cm de altura. La prueba de análisis de varianza no detectó una diferencia estadísticamente significativa entre las latencias del primer palanqueo con las diferentes alturas de palanca,  $F(2,30) = 2.272, p = .121, \eta^2 \text{ parcial} = .132$ . Sin embargo, comparaciones entre pares revelaron que la latencia de la primera presión de palanca fue significativamente menor con la palanca de 11 cm de altura que con la palanca de 1.5 cm ( $p = .042$ ).



**Figura 2.** Minutos transcurridos antes de la primera presión de la palanca. Otros detalles como en la Figura 1.

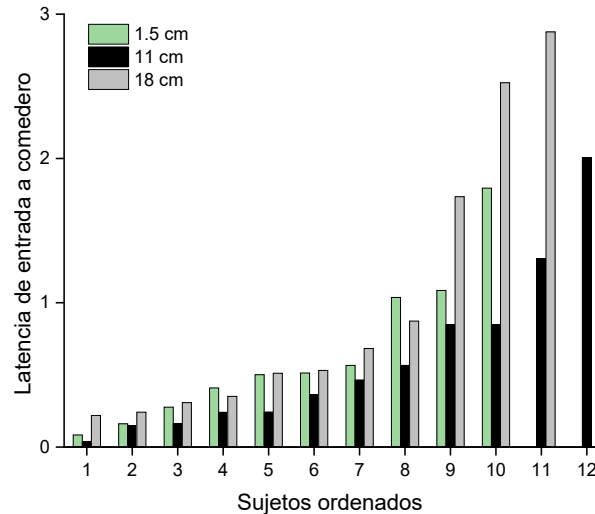
La Figura 3 muestra la tasa de activación de los sensores del comedero. Probablemente la mayoría, si no es que todas, las activaciones de los sensores del comedero se debieron a la respuesta de meter la cabeza en el comedero. Las tasas de entradas al comedero en el grupo con el comedero a 1.5 cm de altura promediaron 8.8 respuestas por min (barras verdes: rango = 5.7—11.7 respuestas por min), 10.3 respuestas por min en el grupo con el comedero a 11 cm (barras negras: rango = 3.8—19.7), y 6.9 respuestas por min en el grupo de 18 cm (barras grises: rango = 2.4—11.9). Una inspección de la Figura 3 muestra que a lo largo de los sujetos ordenados, la barra gris fue de manera consistente más corta que las otras dos barras, indicando que la frecuencia de entradas al comedero fue menor con el comedero a 18 cm de altura que con las otras dos alturas del comedero. La prueba de análisis de varianza no detectó una diferencia estadísticamente significativa entre las frecuencias de entradas en el comedero con las diferentes alturas del comedero,  $F(2,30) = 2.932, p = .069, \eta^2$  parcial = .164. No obstante, las comparaciones entre pares revelaron que la frecuencia de entradas al comedero fue significativamente mayor con el comedero a 11 cm que con el comedero a 18 cm de altura ( $p = .022$ ).



**Figura 3.** Tasa de entradas al comedero por minuto. En cada grupo los sujetos están ordenados de la tasa más baja (1) a la tasa más alta (12).

La Figura 4 muestra la latencia en minutos de la primera entrada al comedero para cada uno de los sujetos de los tres grupos con alturas diferentes del comedero. Las latencias de entrada al comedero para el grupo de 1.5 cm promediaron 0.64 min (barras verdes: rango = 0.08—1.79 min), 0.60 min para el grupo de 11 cm (barras negras: rango = 0.04—2.01 min), y 0.99 min para el grupo de 18 cm (barras grises: rango = 0.22—2.88 min). La Figura 4 muestra que, a lo largo de los sujetos ordenados (eje de la abscisa), la barra negra es de manera consistente más corta que las otras dos barras, mostrando menor latencia de entrada en el comedero a 11 cm de altura. No obstante, el análisis de varianza no detectó una diferencia estadísticamente significativa entre las latencias de entradas al comedero entre los grupos,  $F(2,30) = 0.948, p = .399, \eta^2$  parcial = .059. Las comparaciones entre pares tampoco detectaron efecto alguno.





**Figura 4.** Minutos transcurridos antes de la primera entrada al comedero. Otros detalles como en la Figura 1.

### Discusión

Los resultados mostraron que independientemente de las alturas de la palanca y el comedero, los sujetos adquirieron la respuesta de presionar la palanca (50 presiones dentro de una misma sesión) en un máximo de 7 sesiones (210 min). Este resultado coincide con reportes previos de estudios de adquisición en los que, al igual que en nuestro trabajo, los reforzadores se entregaron sin demora bajo un programa de razón fija 1 (Dickinson et al., 1992; Lattal y Metzger, 1994; Sutphin et al., 1998).

La manipulación de las alturas de la palanca y el comedero mostraron que el tiempo de adquisición de la conducta de presionar la palanca y la latencia de la primera presión de palanca fueron menores con la palanca y comedero a 11 cm que con las palancas y comederos a 1.5 y 18 cm. Estos hallazgos son consistentes con resultados encontrados en nivel operante en donde el número de respuestas fue mayor y la latencia fue menor con palancas de alturas intermedias (entre 11 y 19 cm), que con palancas de 7 cm y de 24 cm de altura (Cabrera et al., 2013).

La adquisición más rápida del palanqueo con la palanca de 11 cm de altura que con las palancas de 1.5 y 18 cm, también coincide con hallazgos previos con palanqueo condicionado instrumentalmente. En un experimento en el que operaron dos programas concurrentes de razón variable iguales en dos palancas de alturas asimétricas, se encontraron tasas de respuestas más altas con palancas de alturas intermedias (de 11 a 15 cm) que con palancas bajas (de 1 a 7 cm) y altas (de 19 a 23 cm). Estos resultados mostraron que las alturas de las palancas organizaron las distribuciones relativas de respuestas entre las dos palancas (Jiménez et al., 2019). En otro experimento, ratas respondieron a un programa de intervalo variable y se encontró una función cuadrática entre la altura de la palanca y los tiempos entre respuestas al interior de ráfagas de respuestas (parámetro  $w$  del modelo BERM, véase Brackney et al., 2011). Es decir, los valores del parámetro  $w$  fueron menores con palancas de alturas intermedias que con palancas bajas y altas, indicando mayor actividad (i.e., tiempos entre respuestas más cortos) con palancas de 11, 15 y 19 cm que, con palancas de 3, 7 y 23 cm (Jiménez et al., 2017). Adicionalmente, los presentes resultados también apoyan el hallazgo de que las ráfagas de respuestas más largas ocurren con la palanca de 11 cm en comparación con las palancas de otras alturas, tanto con conducta condicionada (Jiménez et al., 2017) como con conducta incondicionada

(Cabrera et al., 2013). Los resultados de todos estos estudios en su conjunto sugieren: 1) un rango óptimo de alturas de la palanca, y 2) que la altura de la palanca no sólo afecta la velocidad de la adquisición del palanqueo, sino que también influye a la conducta de palanqueo en nivel operante y cuando ésta ya se encuentra establecida como operante.

El registro de más actividad con la palanca a 11 cm de altura que con la palanca a 18 cm observado en nuestro experimento, es consistente con observaciones previas en nivel operante que indican que cuando la palanca se encuentra a una altura mayor a 15.5 cm, las ratas disminuyen la frecuencia de la exploración de la palanca e incrementan la frecuencia de actividades que involucran tener las cuatro patas en el suelo como el olfateo de paredes y desplazamientos horizontales (Cabrera et al., 2013). Estas observaciones podrían ayudar a explicar el hallazgo del presente experimento que mostró menor frecuencia de entradas al comedero de 18 cm que con los comederos de 1 y 11 cm de altura.

Las palancas y comederos a las tres diferentes alturas tuvieron la misma función. Esto es, la opresión de la palanca permitió a la rata el acceso a una pieza de alimento para su consumo ¿Por qué entonces la altura de la palanca afectó tanto a la latencia como a la velocidad de adquisición del palanqueo? Nuestros resultados sugieren que esto se debió a la relación entre la altura de la palanca y las medidas corporales de la rata que son relevantes para la presión de la palanca. El análisis de la métrica intrínseca de las ratas reveló que para los sujetos que respondieron con la palanca a 11 cm, esta altura correspondió al 55% de la altura máxima de sus patas delanteras. Por otra parte, para los sujetos con la palanca a 18 cm, ésta correspondió a una altura equivalente al 92% de la altura de sus patas delanteras.

En una situación experimental novedosa en la que no se ha condicionado la conducta de presionar la palanca, se ha documentado que las ratas emplean gran parte del tiempo en la exploración del ámbito experimental (Skinner, 1932, 1933b), entre estas conductas se encuentra apoyarse en las paredes y protrusiones (como la palanca) para levantarse (Casarrubea et al., 2009). La palanca de 11 cm parece haber proporcionado mayor soporte a la conducta de exploración proto-operante y al palanqueo durante la adquisición, que la palanca de 18 cm porque ésta última se encontraba a una altura cercana al límite crítico absoluto (Warren, 1984) o alcance máximo de las patas delanteras de los sujetos (i.e., cuando la distancia vertical de la palanca es igual a la altura de las patas delanteras).

Evidencia previa muestra que la topografía de la respuesta o modo de acción cambia de manera anticipada al límite crítico absoluto en acciones que requieren de ajuste postural a medida que cambia la longitud de la superficie ambiental con la que el sujeto interactúa. Esto se ha documentado con perros (Wagman et al., 2017, 2018), y con humanos en tareas motoras (Gardner et al., 2001; Jiménez et al., 2014; Warren y Whang, 1987). Es decir, los modos de acción cambian en el *límite crítico preferido* (Mark et al., 1997) debido a que mantener la misma forma de la respuesta hasta llegar al límite crítico absoluto implica mayor gasto energético para el animal (Warren, 1984), lo cual resulta menos eficiente y adaptativo que un cambio anticipado en la forma de la respuesta. Por lo tanto, resulta razonable asumir que la velocidad de adquisición más lenta con la palanca a 18 cm se debió a que a esta altura cada respuesta requirió a los sujetos una postura o modo de acción de mayor esfuerzo (y por lo tanto de mayor gasto energético) que la postura requerida por la palanca a 11 cm. Consistente con esta interpretación, Skjoldager et al. (1993) reportaron la disminución de las tasas de respuestas y el número de razones completadas al incrementar la altura de la palanca con un programa de reforzamiento de razón progresiva. En otro estudio, Jiménez et al. (2017)

encontraron disminución en las tasas de respuestas y en las tasas de reforzadores obtenidos cuando la palanca se elevó de 19 a 23 cm de altura en un programa de intervalo variable.

En relación a la velocidad de adquisición más lenta y latencias más largas con la palanca de 1.5 cm que con la palanca de 11 cm, esto pudo deberse a que la palanca de 1.5 cm requirió a los sujetos una postura en la que apoyaban las cuatro patas en el piso, topografía que pudo resultar más incómoda o requerir más esfuerzo para oprimir la palanca que levantarse sobre las patas traseras para alcanzar la palanca como lo requería la palanca de 11 cm. Evidencia con humanos apoya esta interpretación al mostrar que el reporte verbal de comodidad (Mark et al., 1997) y el gasto energético (Warren, 1984, 1995) en tareas motoras constituyen componentes definitorios en la elección de topografías de respuesta.

Las diferencias encontradas en el proceso de adquisición de la respuesta operante con diferentes alturas de palanca y comedero sugieren que el ajuste a los affordances o soportes conductuales de la palanca y comedero es una propiedad de la conducta previa al desarrollo de la conducta operante. Esto es, se trata de un patrón de conducta previamente organizado a la imposición de la contingencia operante que establece las condiciones iniciales del aprendizaje (Timberlake, 2004). Si esto es así, la percepción de los affordances es un proceso de adaptación de la conducta al ambiente que funciona como prerrequisito necesario sobre el cual se desarrolla la contingencia instrumental. Hallazgos experimentales muestran que monos Rhesus de 3 días de edad (Rosenblum y Cross, 1963) e infantes humanos de 5 y 6 meses de edad (Gibson y Walk, 1960; Newell et al., 1993) ajustan su conducta a variaciones en los affordances ambientales, lo cual sugiere que la detección de affordances es un proceso tan básico e importante para la supervivencia que probablemente es uno de los procesos psicológicos que se desarrollan más temprano en la vida en diferentes especies animales.

Los hallazgos de este estudio indican que propiedades de las superficies del ambiente, tales como la palanca y el comedero, funcionan no sólo como soportes conductuales necesarios para la emisión de la conducta, cuyas diferentes alturas facilitan o inhiben la emisión de la respuesta primero proto-operante y después operante. Al ser propiedades ambientales presentes antes de la imposición de la contingencia operante, son antecedentes de la conducta, los cuales, parecen ser tan importantes como las consecuencias de la conducta en la definición de la forma de la operante y en su probabilidad de emisión. En este sentido, las alturas de la palanca y el comedero constituyen elementos ambientales que informan al animal las características del desempeño que tendrá que emplear para conseguir la comida.

En el análisis experimental de la conducta se asume que los efectos de la triple relación de contingencia: estímulo discriminativo – respuesta – consecuencia (Skinner, 1969) son causados exclusivamente por sus elementos. Esta suposición se basa en la evidencia correlacional de que los tres elementos de la contingencia están presentes (por definición) cuando una contingencia es exitosa (Timberlake, 2004). Sin embargo, es importante señalar que aspectos causales que no están capturados por los elementos de la contingencia, como las alturas de la palanca y comedero, se añaden en forma de condiciones de ajuste del ámbito experimental.

Por ello, Timberlake (2004) planteó que la triple relación de contingencia está incompleta al no considerar los elementos antecedentes de la contingencia operante, uno de estos elementos son las características del organismo experimental. Timberlake (2002) propuso el ajuste (*tuning*) del aparato y procedimiento experimentales a las características del organismo con la finalidad de facilitar el éxito de la

contingencia operante. Así, mientras más conozca el investigador acerca del estado motivacional y la organización perceptual y motora del sujeto experimental, la contingencia operante se podrá implementar más rápido y efectivamente (Timberlake, 2002, 2004).

Acorde con estas ideas, Killeen y Jacobs (2017) propusieron la “cuádruple” relación de contingencia que incluye a las características del animal como un factor antecedente y necesario: propiedades del animal – estímulo discriminativo – respuesta – consecuencia. Los resultados del presente estudio aportan evidencia empírica que apoya los planteamientos de Timberlake y de Killeen y Jacobs. Con las tres alturas de palanca y comedero se consiguió la adquisición del palanqueo debido a la robustez de la preparación experimental de la operante apetitiva (Skinner, 1938). Se trata de un modelo muy bien diseñado cuyos elementos fueron seleccionados con gran cuidado y acierto. No obstante, la mayor actividad con la altura de 11 cm sugiere que aunque hay varias maneras de generar la respuesta operante, no todas las configuraciones de las superficies ambientales funcionan igual de bien. Los presentes resultados indican que no todas las topografías de respuesta son igualmente sensibles a las contingencias de reforzamiento (Segal, 1972).

En conclusión, los resultados presentados aquí sugieren que una de las propiedades de la palanca y comedero, la altura, en reciprocidad con los atributos métricos y motores del animal, provocan diferencias en la emisión de la respuesta proto-operante y contribuyen a modular el palanqueo operante al inducir diferentes topografías de respuesta, las cuales funcionan como las “materias primas” a partir de las cuales se construyen las operantes al introducir las contingencias de reforzamiento (Segal, 1972). Proponemos además, que la noción de affordance o soporte conductual, es una herramienta que permite analizar aspectos del aparato y procedimiento experimentales relativos a la organización motora y perceptual del organismo, pudiendo emplearse en el proceso de adecuación de los mismos.

## Referencias

- Baron, A., Antonitis, J. J., Beale, R. H. (1961). Effects of activity deprivation upon bar pressing. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 54, 291-293.
- Brackney, R. J., Cheung, T. H., Neisewander, J. L., & Sanabria, F. (2011). The isolation of motivational, motoric, and schedule effects on operant performance: A modeling approach. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 96, 17-38.
- Cabrera, F., Sanabria, F., Jiménez, Á. A., & Covarrubias, P. (2013). An affordance analysis of unconditioned lever pressing in rats and hamsters. *Behavioural Processes*, 92, 36-46.
- Casarrubea, M., Sorbera, F., Crescimanno, G. (2009). Multivariate data handling in the study of rat behavior: an integrated approach. *Behavior Research Methods*, 41, 772-781.
- Choi, H. J., & Mark, L. S. (2004). Scaling affordances for human reach actions. *Human Movement Science*, 23, 785-806.
- Cowie, S., & Davison, M. (2016). Control by reinforcers across time and space: a review of recent choice research. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 105, 246-269.
- Cowie, S., Davison, M., & Elliffe, D. (2011). Reinforcement: food signals the time and location of future food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 96, 63-86.

- Dickinson, A., Watt, A., & Griffiths, W. J. H. (1992). Free-operant acquisition with delayed reinforcement. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *45B*, 241-258.
- Gardner, D. L., Mark, L. S., Ward, J. A., & Edkins, H. (2001). How do task characteristics affect the transition between seated and standing reaches? *Ecological Psychology*, *13*, 245-274.
- Gibson, E. J., & Walk, R. D. (1960). The “visual cliff”. *Scientific American*, *202*, 64–71.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jiménez, Á. A., Cabrera, F., & Covarrubias, P. (2014). Elección de modos de acción y métrica intrínseca en una tarea de alcance con el brazo. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *40*, 1-24.
- Jiménez, Á. A., Ochoa, D. A., Amazeen, P. G., Amazeen, E. L., & Cabrera, F. (2019). Affordances guide choice behavior between equal schedules of reinforcement in rats. *Ecological Psychology*, *31*, 316-331.
- Jiménez, Á. A., Sanabria, F., & Cabrera, F. (2017). The effect of lever height on the microstructure of operant behavior. *Behavioural Processes*, *140*, 181-189.
- Killeen, P. R., & Jacobs, K. W. (2017). Coal is not black, snow is not white, food is not a reinforcer: the roles of affordances and dispositions in the analysis of behavior. *The Behavior Analyst*, *40*, 17-38.
- Konczak, J., Meeuwse, H. J., & Cress, M. E. (1992). Changing affordances in stair climbing: the perception of maximum climbability in young and older adults. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*, 691-697.
- Lattal, K. A., & Metzger, B. (1994). Response acquisition by Siamese fighting fish (*Betta splendens*) with delayed visual reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *61*, 35-44.
- Mark, L. S., Nemeth, K., Gardner, D., Dainoff, M. J., Paasche, J., Duffy, M., & Grandt, K. (1997). Postural dynamics and the preferred critical boundary for visually guided reaching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *23*, 1365-1379.
- Newell, K. M., McDonald, P. V., & Baillargeon, R. (1993). Body scale and infant grip configurations. *Developmental Psychobiology*, *26*, 195-205.
- Notterman, J. M., & Mintz, D. E. (1965). *Dynamics of response*. New York: John Wiley & Sons.
- Premack, D., & Schaeffer, R. W. (1962). Distributional properties of operant-level locomotion in the rat. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *5*, 89-95.
- Pulido Rull, M. A., Sosa Sánchez, R., & Valadez Téllez, L. (2006). Adquisición de la operante libre bajo condiciones de reforzamiento demorado: una revisión. *Acta Comportamental*, *14*, 5-21.
- Rosenblum, L. A., & Cross, H. A. (1963). Performance of neonatal monkeys in the visual cliff-situation. *The American Journal of Psychology*, *76*, 318-320.

- Segal, E. F. (1972). Induction and the provenance of operants. En R. M. Gilbert & J. R. Millenson (Eds.), *Reinforcement: Behavioral Analyses* (pp. 1-34). New York: Academic.
- Skinner, B. F. (1932). On the rate of formation of a conditioned reflex. *The Journal of General Psychology*, *7*, 274-286.
- Skinner, B. F. (1933a). The measurement of “spontaneous activity”. *The Journal of General Psychology*, *9:1*, 3-23.
- Skinner, B. F. (1933b). “Resistance to extinction” in the process of conditioning. *The Journal of General Psychology*, *9:2*, 420-429.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. Acton, MA: Copley Publishing Group.
- Skinner, B. F. (1951). How to teach animals. *Scientific American*, *185*, 26-29.
- Skinner, B. F. (1969). *Contingencies of reinforcement: A theoretical analysis*. New York: Appleton.
- Skjoldager, P., Pierre, P. J., & Mittleman, G. (1993). Reinforcer magnitude and progressive ratio responding in the rat: effects of increased effort, prefeeding, and extinction. *Learning and Motivation*, *24*, 303-343.
- Snyckerski, S., Laraway, S., Huitema, B. E., & Poling, A. (2004). The effects of behavioral history on response acquisition with immediate and delayed reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *81*, 51-64.
- Sutphin, G., Byrne, T., & Poling, A. (1998). Response acquisition with delayed reinforcement: A comparison of two-lever procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *69*, 17-28.
- Timberlake, W. (2002). Niche-related learning in laboratory paradigms: the case of maze behavior in Norway rats. *Behavioural Brain Research*, *134*, 355-374.
- Timberlake, W. (2004). Is the operant contingency enough for a science of purposive behavior? *Behavior and Philosophy*, *32*, 197-229.
- Tolman, E. C. (1932). *Purposive behavior in animals and men*. New York: The Century Co.
- Wagman, J. B., Langley, M. D., & Farmer-Dougan, V. (2017). Doggone affordances: canine perception of affordances for reaching. *Psychonomic Bulletin & Review*, *24*, 1097-1103.
- Wagman, J. B., Langley, M. D., & Farmer-Dougan, V. (2018). Carrying their own weight: dogs perceive changing affordances for reaching. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *71*, 1040-1044.
- Warren, W. H. (1984). Perceiving affordances: Visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *10*, 683-703.
- Warren, W. H. (1995). Constructing an econiche. En J. Flach, P. Hancock, J. Caird, & K. Vicente (Eds.), *Global perspectives on the ecology of human-machine systems, Vol. 1*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.

Warren, W. H., & Whang, S. (1987). Visual guidance of walking through apertures: Body scaled information for affordances. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 371-383.