



Revista Electrónica de Psicología Iztacala



Universidad Nacional Autónoma de México

Vol. 21 No. 4

Diciembre de 2018

EFFECTOS DE LA VARIABILIDAD Y CONSTANCIA ESPACIAL DE ESTÍMULOS REFORZADORES

Francisco Aguilar Guevara¹, Daniel García Gallardo² y Claudio Antonio Carpio
Ramírez³

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

RESUMEN

Se emplearon pichones para evaluar el efecto de la constancia o variabilidad en la distribución espacial del alimento sobre el porcentaje de ensayos en los que los sujetos introducían su cabeza en el comedero activo así como el tiempo que demoraban en hacerlo, en una tarea de entrega de alimento no contingente. Los sujetos expuestos a la condición de variabilidad espacial obtuvieron porcentajes de ensayos positivos superiores al 70%, mientras que sólo uno de los sujetos expuestos a la condición de constancia espacial efectuó al menos un ensayo positivo, sin superar el 15% durante todo el experimento. Por otro lado, las latencias obtenidas por los sujetos del grupo de variabilidad fueron disminuyendo progresivamente a lo largo del experimento, mientras que las del otro grupo se mantuvieron en valores considerablemente más altos. Se discuten posibles explicaciones para los hallazgos encontrados así como su relación con los resultados en investigaciones típicas en el área.

Palabras clave: No contingente, Variabilidad espacial, Constancia Espacial, Pichones.

¹ Profesor de Asignatura de la Carrera de Psicología. Correo Electrónico: faguilar13@hotmail.com

² Profesor de Asignatura de la Carrera de Psicología. Correo Electrónico: dgar-cia.gallardo88@gmail.com

³ Profesor Titular de la Carrera de Psicología. Correo Electrónico: carpio@unam.mx

REINFORCEMENT STIMULI SPATIAL VARIABILITY AND REGULARITY EFFECTS

ABSTRACT

Pigeons were used to assess the effects of spatial constancy or variability of food deliveries over the positive trials (i.e., Trials in which subjects would enter their head in an active feeder) proportion and their latencies (i.e., Time elapsed between the feeder activation and the head entry) in a non-contingent situation. The results showed that pigeons exposed to the spatially variable delivery obtained over 70% of positive trials, while the only subject of the spatially constant group that ever achieved a positive trial never surpassed 15% of positive trials. Moreover, latencies for the variable group progressively diminished across the experiment, while those of the other subjects remained fairly constant at high values. The possible implications of these results for field's traditional theories are discussed.

Key words: Non-contingent delivery, Spatial regularity, Spatial variability, Pigeons.

Algunos autores (e.g. Staddon, 1983; Gallistel, 1990; Crystal, 2009) han apuntado que la capacidad para asegurar recursos cuya disponibilidad depende tanto de parámetros espaciales como temporales es crítica para la supervivencia animal pues, en muchos casos, tales recursos se presentan sólo en momentos y lugares determinados, por lo que los animales deben ajustar su comportamiento a la distribución temporal y espacial de los recursos para sobrevivir. Desde luego, el interés por comprender los efectos que tiene la distribución espacio-temporal de recursos relevantes no es exclusivo de la vida animal en tanto gran parte de la vida cotidiana de los humanos también está íntimamente ligada a múltiples restricciones espacio-temporales en la disponibilidad de sus recursos, tales como las establecidas por las jornadas laborales, los horarios para la alimentación, los días de descanso, etc.

Dada la relevancia evolutiva del ajuste conductual a las restricciones que impone la distribución espacio-temporal de los eventos en el ambiente, no es de extrañar el interés por evaluar los efectos conductuales de variar de manera organizada, sistemática y conjunta los parámetros de las contingencias de reforzamiento en tiempo y espacio.

Biebach, Gordijn y Krebs (1989), dispusieron de una cámara experimental que consistía de 5 habitaciones cuadradas: Una al centro y una adyacente a cada lado de ésta. En cada una de las habitaciones de los extremos se colocó un mecanismo dispensador de alimento que era activado por un sensor de movimiento instalado en el umbral de la puerta. Los sujetos eran colocados en la habitación central al inicio de cada sesión y, cada 5 minutos las puertas de las cuatro habitaciones se abrían, permitiéndole así al animal seleccionar cualquiera de ellas, posteriormente el sujeto permanecía en la habitación seleccionada por 20 segundos para después ser colocado de nuevo en la habitación central. Es de notar que el alimento sólo podía ser obtenido en una habitación, la “habitación correcta”, misma que cambiaba cada 3 horas siguiendo siempre la misma secuencia. Los autores registraron la elección que hacía el sujeto cada ensayo, y reportaron, que todos los sujetos elegían entrar mayoritariamente a la habitación correcta de cada momento del día.

Las explicaciones típicas que se han generado sobre estudios como el de Biebach, Gordijn y Krebs (1989), postulan estrategias de orientación y navegación espacial como mapas (Krebs y Biebach, 1989), así como algún tipo de mecanismo de estimación temporal (Biebach Falk y Krebs. 1991; Carr y Wilkie, 1997; Thorpe y Wilkie, 2002). En lo referente a los mecanismos temporales se ha propuesto un mecanismo circadiano para explicar los datos (Biebach, Falk y Krebs, 1991; Pizzo y Crystal, 2002), aunque en un estudio llevado a cabo por Carr y Wilkie (1997) se encontró que los datos se ajustaban mejor a las predicciones derivadas de un modelo basado en un mecanismo ordinal de estimación temporal.

En estudios semejantes pero con periodos a estimar de segundos a minutos, sobresale que han sido interpretados como evidencia del funcionamiento de un mecanismo de naturaleza intervalar que trabaja a la manera de un cronómetro (Wilkie, Saksida, Samson, y Lee, 1994; Crystal y Miller, 2002; Thorpe y Wilkie, 2002), asumiendo que las estrategias de adaptación que los animales emplean se van conformando a través de los ensayos gracias a las regularidades espaciotemporales de la tarea, pues el alimento se presenta a intervalos regulares en los mismos lugares.

Thorpe, Hallet y Wilkie (2007), reportaron un experimento en el que evaluaron los efectos de la variabilidad espacial o temporal de la distribución del alimento, encontrando que los sujetos experimentales aprendían la tarea bajo condiciones de variabilidad temporal, pero no cuando la secuencia de la localización del alimento cambiaba cada sesión.

Si bien se ha podido explorar el efecto de numerosos parámetros (e.g. Krebs y Biebach, 1989; Biebach, Falk y Krebs, 1991; Widman, Gordon y Timberlake, 2000; Thorpe y Wilkie, 2002) sobre el comportamiento en este tipo de situaciones, ha dejado cuando menos dos aspectos cruciales sin atender: el primero versa sobre el desarrollo conductual sin operaciones de establecimiento de la respuesta - entrenamiento al comedero, moldeamiento, automoldeamiento- como ocurriría en ambientes naturales en los que los organismos no tienen oportunidad de adquirir previamente y de manera sistematizada una respuesta determinada, sino que enfrentan desde el principio condiciones de disponibilidad limitada en espacio y tiempo de algún recurso. En consecuencia, si se pretende comprender mejor la emergencia del comportamiento de buscar y explotar recursos con disponibilidad espacio-temporal limitada, resulta de suma importancia diseñar experimentos en los que los organismos sean expuestos desde el principio a una tarea de distribución espacio-temporal limitada sin operaciones pre-experimentales de establecimiento de la respuesta.

El segundo aspecto omitido es el estudio de la variabilidad intrasesión de la distribución espacial del alimento. Ya Thorpe, Hallet y Wilkie (2007), reportaron que la variabilidad espacial tenía efectos más pronunciados que la variabilidad temporal sobre la ejecución y concluyeron que las variaciones efectuadas en la dimensión espacial podrían tener mayor importancia que las de naturaleza temporal para la ejecución en este tipo de situaciones. Sin embargo, sus conclusiones están restringidas por el hecho de que sólo exploraron los efectos de variaciones espaciales entre sesiones, dejando de lado las necesarias contrastaciones con los efectos de las variaciones espaciales durante las sesiones experimentales. Desde luego, el estudio de la variabilidad local –intrasesión- en la distribución espacial del alimento resulta sumamente relevante si es que se desea comprender cómo es que los or-

ganismos logran ajustar su comportamiento ante condiciones de disponibilidad espacialmente impredecibles. Esto es de singular importancia pues si los organismos son capaces de ajustar su comportamiento a estas características de variabilidad espacial del alimento se impondría un reto mayúsculo para teorías tradicionales que postulan la conformación de registros memorísticos de las regularidades identificadas. Con el interés de evaluar empíricamente esta posibilidad, se diseñó el presente estudio con el objetivo de evaluar los efectos de la constancia y variabilidad local en la distribución espacial del alimento sobre medidas que reflejen la calidad del ajuste del comportamiento con pichones en ausencia de operaciones pre-experimentales.

Las medidas seleccionadas en el presente estudio fueron el porcentaje de ensayos positivos (i.e., ensayos en los que el sujeto introducía su cabeza en el comedero activo) y su latencia (i.e., tiempo transcurrido entre la activación del comedero y la introducción de la cabeza del sujeto), puesto que la primera refleja claramente si los sujetos hacen contacto con el alimento disponible, y la segunda refleja qué proporción de ese tiempo corresponde a un contacto efectivo con el alimento. En su conjunto, estas medidas reflejan de manera precisa si los animales son capaces de obtener alimento cuya disponibilidad está limitada tanto en tiempo como en espacio (Biebach *et al*, 1989; Thorpe, Hallet y Wilkie, 2007; Crystal, 2009).

MÉTODO

Sujetos

Se utilizaron seis pichones *Columba Livia* experimentalmente ingenuos de aproximadamente 12 meses de edad al inicio del experimento. Los sujetos se mantuvieron privados al 80% \pm 10 g. de su peso *ad libitum* durante las primeras cinco sesiones y al 70% \pm 10 g. durante el resto del experimento.

Aparatos

Se utilizó una Cámara experimental de 64 x 64 cm de Ancho y Largo y de 35 cm. de alto. En ella se colocaron cuatro comederos a 9 cm del borde más inmediato de la cámara y a la misma distancia con respecto al piso de la caja experimental, cada comedero estuvo equipado con una luz que encendió cada vez que la

comida estuvo disponible. El piso de la cámara experimental estuvo constituido por varillas cilíndricas de acero inoxidable con una separación de 2 cm entre cada una y a 3 cm del piso. Los comederos se numeraron para su clara identificación, comenzando con el número 1 y terminado con el 4. La figura 1 muestra una representación esquemática de la cámara experimental.

Para la recolección de datos se utilizó una cámara digital *Sony – Handy-Cam-DCR – DVD 720* que se encendió siempre durante toda la sesión en el modo *NightShot*. La cámara fue colocada a 2 metros sobre el piso de tal suerte que en la toma se pudiera apreciar la totalidad de la cámara experimental.

Para la presentación de estímulos se empleó una computadora LANIX-586 equipada con software de programación MED 2.0 y conectada a una interfaz de la misma marca.

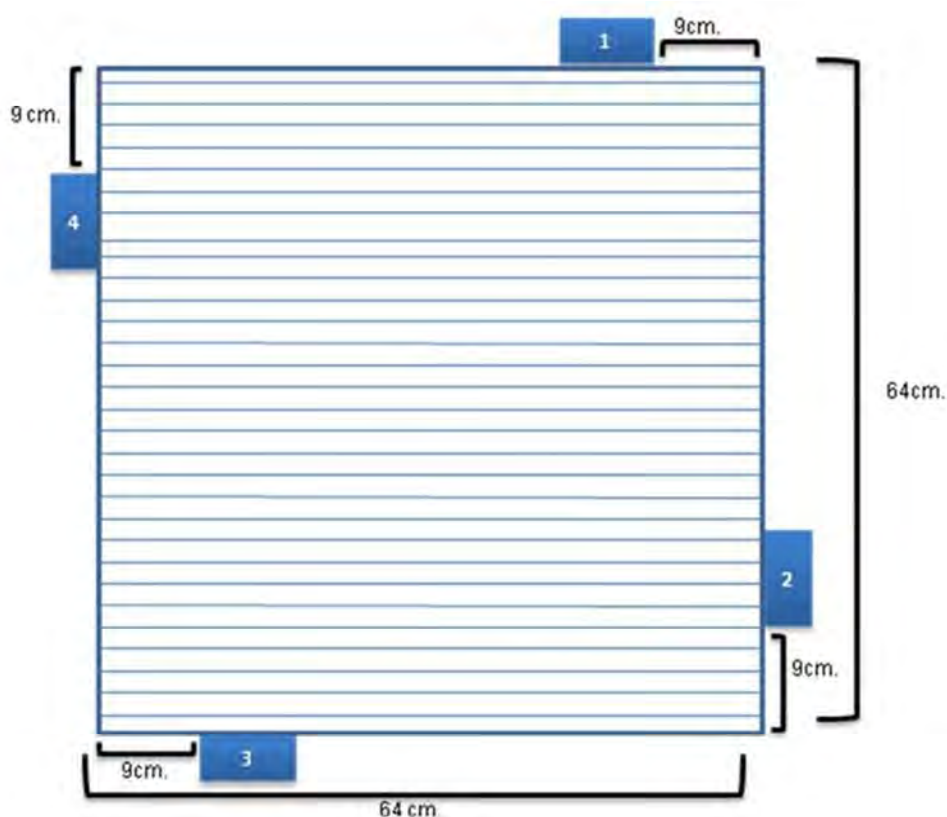


Figura 1.- Representación de la cámara experimental empleada para el estudio.
Procedimiento

Los sujetos fueron introducidos a la cámara experimental, siempre a la misma hora después de haber sido pesados para constatar que estuvieran en el rango de peso definido. La luz general de la cámara estuvo apagada a lo largo de todas las sesiones experimentales.

Antes de iniciar cada sesión, el experimentador colocó la cámara de video cerciorándose de que en la toma apareciera la totalidad de la caja experimental, habiendo hecho esto se activó el modo de grabación y aproximadamente 10 segundos después se introdujo al pichón en turno a la cámara experimental, haciéndolo siempre al centro del aparato y siempre en orientación hacia el panel sur (en el que se localizó el comedero 3).

Constancia espacial y Constancia temporal

Los sujetos del grupo 1 (pichones 1, 2 y 3) fueron expuestos desde la primera sesión, a la condición CONSTANTE-CONSTANTE, durante la cual los comederos de la cámara experimental se activaron de manera independiente del comportamiento del animal y siempre en la misma secuencia: 1→2→3→4. La operación de estos aparatos fue la siguiente: La duración de las presentaciones de comida fue de 3 segundos, durante las cuales, la luz del comedero activado se encendió y el dispensador lleno con grano mixto se elevó hasta el tope del acceso. Al término de los 3 segundos la luz se apagó y la charola se retiró del acceso. A partir de este punto se contaron 8 segundos para la siguiente presentación de comida en el siguiente comedero programado. La sesión terminó al completarse 60 presentaciones del alimento (15 en cada comedero).

Variabilidad Espacial y Constancia temporal

Los sujetos del grupo 2 (pichones 4, 5 y 6) fueron expuestos, desde la primera sesión, a la condición VARIABLE-CONSTANTE, la cual fue parecida a la anteriormente descrita con la excepción de que los comederos se activaron en orden aleatorio, manteniendo constante el intervalo entre presentaciones y el número de éstas.

Las sesiones duraron en total 11 minutos en ambas condiciones y todos los sujetos estuvieron expuestos a un total de 40 sesiones experimentales.

RESULTADOS

La primera medida de interés fue el porcentaje de ensayos positivos para cada condición, que se definen como aquellos ensayos en los que el pichón introduce su cabeza en un comedero activo, y son éstos los que reflejan si los animales ajustaron su comportamiento a las limitaciones espacio-temporales en la disponibilidad del alimento.

Para la presentación de los resultados referidos al porcentaje de ensayos positivos se calculó el promedio de ensayos positivos en bins de dos sesiones. Estos datos se muestran en la figura 2, en la que se pueden apreciar los resultados del sujeto 1 en línea continua, y de los sujetos del grupo 2 en líneas discontinuas. En esta gráfica se puede ver claramente que los porcentajes de ensayos positivos alcanzados por los sujetos del grupo 2 (S4, S5, y S6) son considerablemente mayores que los del grupo 1 en todos los casos (S1, S2, y S3), de hecho, que los sujetos 2 y 3 nunca lograron un ensayo positivo durante el experimento.

En la figura 2, se puede apreciar un hecho que llama poderosamente la atención: Después del primer ensayo positivo, el porcentaje de éstos aumenta drásticamente en sesiones subsecuentes para todos los sujetos del grupo 2, alcanzando valores máximos de 71%, 93% y 98%, respectivamente. Por otro lado, la ejecución del sujeto 1 es completamente distinta, pues para éste se observa un porcentaje más o menos constante de alrededor del 10% durante todo el experimento.

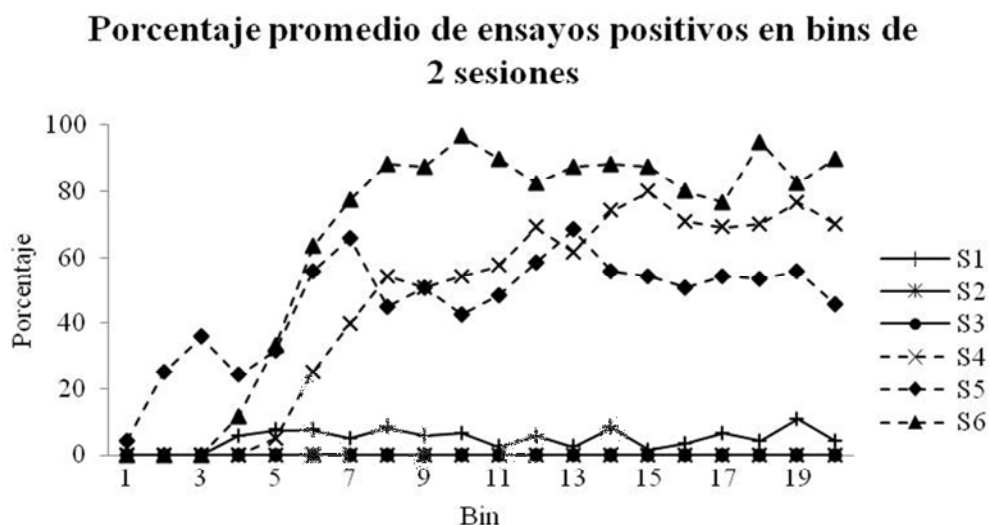


Figura 2.- Porcentaje promedio de ensayos positivos en bins de dos sesiones por cada sujeto a lo largo de todo el experimento. Las líneas punteadas corresponden a los sujetos del Grupo de variabilidad espacial, y las líneas continuas representan a los sujetos del Grupo de Constancia espacial.

En resumen, sólo uno de los sujetos expuestos a la condición de constancia espacio-temporal en la entrega del alimento obtuvo, al menos, un ensayo positivo, y, a lo largo de todo el experimento, nunca superó el nivel de 13%, manteniendo una tendencia relativamente constante a través de las sesiones. Por otro lado, los sujetos del grupo 2 muestran una marcada tendencia a aumentar el porcentaje de ensayos positivos durante las primeras sesiones y a mantener un nivel relativamente alto durante el resto del experimento. Este efecto se vio confirmado con una prueba t de student para muestras independientes en la que se comparó el promedio del porcentaje de ensayos positivos para los últimos 10 bins de sesiones del grupo 2 contra la misma medida del grupo 1. De acuerdo con este análisis, el porcentaje de ensayos positivos del grupo 1 es significativamente menor que el del grupo 2, incluso cuando se eliminan los datos de los sujetos que nunca tuvieron un ensayo positivo ($t(18) = -49.033$ $p < .05$).

Otra medida de interés para evaluar el ajuste del comportamiento de los sujetos a estas contingencias de entrega espacio-temporalmente limitada de alimento fue el tiempo que tardaban los sujetos en introducir su cabeza en el comedero activado (i.e., la latencia de los ensayos positivos). La figura 3 muestra las latencias de los

ensayos positivos promediadas en bins de 2 sesiones a lo largo de todo el experimento. En ella se aprecia que las latencias de todos los sujetos del grupo 2 tienden a disminuir conforme transcurren las sesiones, alcanzando valores de 1300 ms (S4), 1017 ms (S5), y 1244 ms (S6), mientras que el sujeto uno, el único del grupo constante con ensayos positivos, mantuvo latencias relativamente altas de entre 2000, y 2400 ms durante todo el experimento, con excepción de una sesión en la que el promedio fue de 1684 ms.

Además de la diferencia de tendencias entre cada grupo, es posible notar que las latencias del grupo 2 son considerablemente menores que las del grupo uno. Una t de student para muestras independientes, en la que se comparó el promedio de las latencias de los últimos 10 bins de sesiones del grupo 2 contra el promedio que las latencias de las últimos 10 bins de sesiones del grupo demostró que las latencias del grupo 1 fueron significativamente más altas que las del grupo 2 ($t(18) = 8.983, p < .05$).

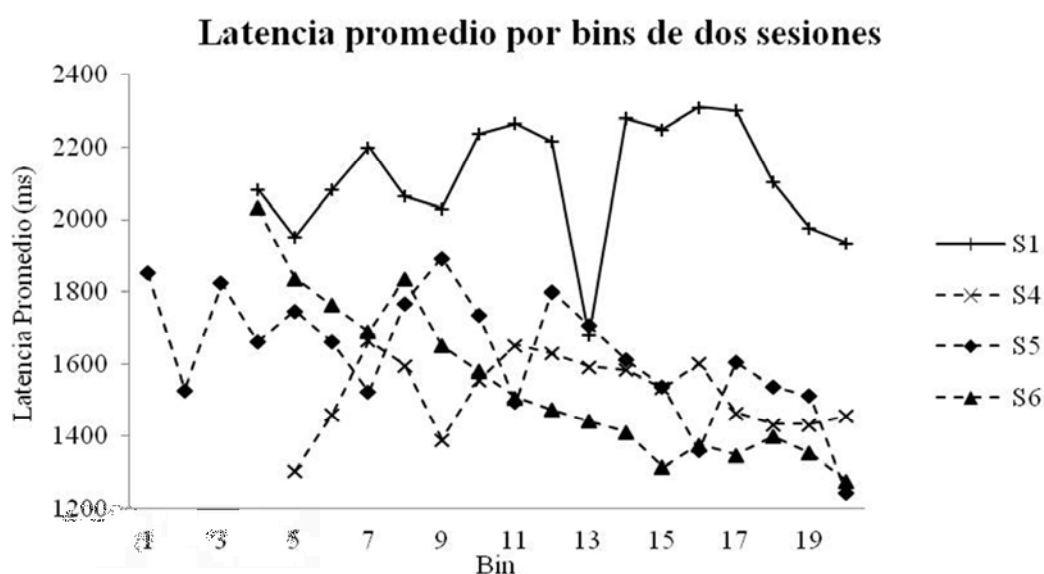


Figura 3.- Latencia de los ensayos positivos en bins de dos sesiones por cada sujeto a lo largo de todo el experimento. Las líneas punteadas corresponden a los sujetos del Grupo de variabilidad espacial, y la línea continua representa al único sujeto del Grupo de constancia espacial que logró al menos un ensayo positivo durante el experimento.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de la constancia y variabilidad local en la distribución espacial del alimento sobre medidas que reflejen la calidad del ajuste del comportamiento con pichones en ausencia de operaciones pre-experimentales de establecimiento de la respuesta de introducir la cabeza en el comedero.

Los resultados del presente estudio son contundentes: sólo uno de los sujetos expuestos a la condición de constancia espacial (Grupo 1) tuvo al menos un ensayo positivo a lo largo del experimento, mientras que los tres sujetos expuestos a la condición de variabilidad (Grupo 2) tuvieron al menos un ensayo positivo. Aún más, las diferencias entre los sujetos del grupo 1 y el 2 son abrumadoras, pues mientras el primero logró porcentajes cercanos al 10% de ensayos positivos, los sujetos del grupo 2 alcanzaron porcentajes cercanos al 70% durante prácticamente todo el experimento.

Por otro lado, los datos referentes a las latencias de los ensayos positivos apuntan hacia una conclusión similar, pues las latencias del sujeto 1 (condición de constancia) tendieron a mantenerse en valores altos, mientras que las latencias de los sujetos del grupo 2 disminuyeron en el curso del experimento.

Resulta interesante que dos de los sujetos expuestos a la condición de constancia espacio-temporal en la entrega del alimento nunca hayan conseguido ni un ensayo positivo a lo largo de todo el experimento. La revisión de las grabaciones permitió observar que durante las primeras sesiones experimentales, todos los sujetos exploraban la cámara experimental. Sin embargo, los sujetos de la condición variable lo hacían por un periodo más prolongado que los de la condición constante. Este efecto puede deberse a que la constancia espacio-temporal de presentación de estímulos es una condición que promueve que los sujetos se habitúen más rápido a la estimulación recibida (Davis, 1970), y que al cesar la exploración no entren en contacto con los eventos asociados a la presentación del alimento, reduciendo así las fuentes exteroceptivas de control discriminativo del comportamiento.

Este hallazgo es de suma importancia, pues apunta a que la condición que favorece el ajuste a este tipo de tareas, en ausencia de operaciones pre-

experimentales, es la de variabilidad en la distribución espacial del alimento, afirmación que, a la luz de los hallazgos reportados hasta ahora, podría parecer contraintuitiva (e.g., Wilkie y Willson, 1992; Wilkie, Saksida, Samson y Lee, 1994; Crystal y Miller, 2002; Pizzo y Crystal, 2004; Thorpe y Wilkie, 2006; Thorpe, Hallet y Wilkie, 2007). Sin embargo, una mirada más cercana de estos estudios deja ver que el método más empleado para establecer la respuesta de interés es el moldeamiento por aproximaciones sucesivas llevado a cabo de manera simultánea para todos los puntos de entrega a utilizarse (Carr y Wilkie, 1997; Widman, Gordon y Timberlake, 2000, Carr, Tan Thorpe y Wilkie, 2001; Thorpe, Floresco, Carr y Wilkie, 2002; Thorpe, Petrovic, y Wilkie, 2002; Thorpe y Wilkie, 2002; Pizzo y Crystal, 2004; Thorpe y Wilkie, 2006; Thorpe, Hallet y Wilkie, 2007). Es altamente probable que en las sesiones pre-experimentales de los estudios citados, el alimento haya sido entregado de manera variable tanto en tiempo como en espacio. De ser así, la contribución del presente estudio radicaría en hacer explícitos los parámetros espacio-temporales de la disponibilidad del alimento durante las operaciones de pre-establecimiento, obteniendo datos que apuntan a que la variabilidad espacial en la entrega del alimento puede ser condición suficiente para que los pichones respondan a los puntos de entrega y obtengan la mayor parte del alimento disponible durante una sesión, mientras que la constancia espacio-temporal es una condición bajo la cual se obtiene un resultado distinto.

Por otro lado, es importante destacar que la variabilidad intrasesión de la distribución espacial del alimento tiene un efecto distinto a la variabilidad entre sesiones, pues mientras que en el presente estudio los datos bajo condiciones de variabilidad intrasesión generan un nivel de ajuste adecuado, los datos del estudio de Thorpe *et al.* (2007) sugieren que la variabilidad entre-sesiones no permite tal aprendizaje. Este hallazgo presenta una importante dificultad para los modelos tradicionales, pues todos ellos descansan críticamente en la operación conjunta de mecanismos de estimación temporal, como relojes, cronómetros o ritmos circadianos, y de orientación espacial, como mapas, que funcionan con base en las regularidades espacio-temporales de las tareas (e.g. Carr y Wilkie, 1997;

Thorpe y Wilkie, 2006; Thorpe, Hallet y Wilkie, 2007). Por esta razón parece conveniente cuestionar las nociones tradicionales en favor de una visión centrada no en los procesos de estimación u orientación, sino en los parámetros de estimulación involucrados en la tarea.

En cuanto a la diferencia de ensayos positivos entre los grupos, se observó que el sujeto 1 permanecía largos períodos de la sesión colocado junto a algún comedero, lo que parecería promover que obtuviese el 25% de ensayos positivos, pues, al ser una secuencia constante, se garantizaba que dicho comedero se activara el 25% de los ensayos totales, a pesar de lo cual algunas veces dejaba de hacer contacto con el alimento. Por el contrario, los sujetos expuestos a condiciones de entrega espacialmente variable de alimento, mostraron una alta movilidad dentro de la caja a lo largo de la sesión experimental, probablemente debido a que no existía garantía de que un comedero se volviera a encender durante la sesión. Más aún el intervalo entre posibles activaciones del mismo comedero es altamente variable, por lo que esperar junto a un comedero a que éste se active resultaría ser particularmente inefectivo; por lo tanto, en esta condición se promueve una mayor movilidad de los sujetos y con ello un mayor número de ensayos positivos.

En el presente estudio fue posible notar que la variabilidad y la constancia en la distribución espacial del alimento tienen efectos importantes sobre su adquisición y mantenimiento, que pueden ser explicados apelando a las diferentes estrategias que cada condición parece promover, sin embargo, para apoyar esta hipótesis conviene realizar estudios en los que se exploren, en primera instancia, los efectos del grado de variabilidad en la distribución espacial del alimento, pues este parámetro permitiría observar de manera más precisa si la variabilidad y la constancia promueven diferentes estrategias de ajuste a las contingencias de reforzamiento. Por otro lado, es necesario efectuar investigaciones adicionales en las que se manipulen los parámetros temporales de estimulación, pues se ha visto que manipular parámetros temporales en tareas intervalares no produce los mismos efectos que la variación de parámetros espaciales (Thorpe, Hallet y Wilkie, 2007).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biebach, H., Falk, H., Krebs, J.R. (1991). The effect of constant light and phase shifts on a learned time-place association in garden warblers (*Sylvia Borin*): Hourglass or circadian clock? *Journal of Biological Rhythms*. 6, 353-365
- Biebach, H., Gordijn, M., y Krebs, J.(1989). Time-place learning by garden warblers, *Sylvia borin*. *Animal Behaviour*. 37, 353-360.
- Biebach, H., Krebs, J. y Falk, H. (1994). Time-place learning, food availability and the exploitation of patches in garden warblers, *Sylvia Borin*. *Animal Behaviour*. 48, 273-284.
- Carr, J.A.R., Tan, A.O. Thorpe, C.M., y Wilkie, D.M. (2001). Further evidence of joint time-place control of rat's behaviour: Results form an "Open Hopper" test. *Behavioural Processes*. 53, 147-153.
- Carr, J.A.R., y Wilkie, D.M. (1997). Rats use an ordinal timer in a daily time-place task. *Journal of experimental psychology: Animal Behavior Processes*. 23, 232-247.
- Crystal, J.D. (2009). Theoretical and conceptual issues in time-place discrimination. *European journal of neuroscience*. 30, 1756-1766.
- Crystal, J.D., y Miller, B. J. (2002). Simultaneous temporal and spatial processing. *Animal Learning and behavior*. 30, 53-65.
- Davis, M. (1970). Effects of interstimulus interval length and variability on startle-response habituation in the rat. *Journal of comparative and physiological psychology*. 72, 177-192.
- Falk, H., Biebach, H. y Krebs, J. (1992). Learning a time-place pattern of food availability: a comparison between an insectivorous and a granivorous weaver species (*Ploceus bicolor* and *Euplectes hordeaceus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 31, 9-15.
- Gallistel, C.R. (1990). *The organization of learning*. Cambridge Massachusetts: MIT Press.
- Krebs, J.R. y Biebach, H. (1989). Time-place learning by garden warblers (*Sylvia Borin*): Route or map? *Ethology*. 83, 248-253.

- Pizzo, M. y Crystall, J. (2002). Representation of time in time-place learning. *Animal Learning and Behavior*. 30, 287-393.
- Pizzo, M.J. y Crystal, J.D. (2004). Time-place learning in the eight arm radial maze. *Learning and behavior*. 32, 240-255.
- Staddon, J.E.R. (1983). *Adaptive Behavior*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Thorpe, C. M., Floresco, S. B., Carr, J. A. R., y Wilkie, D. M. (2002). Alterations in time-place learning induced by lesions to the rat medial prefrontal cortex. *Behavioural Processes*, 59, 87-100.
- Thorpe, C., Hallet, D. y Wilkie, D. (2007). The role of spatial and temporal information in learning interval-time place tasks. *Behavioural processes*. 75, 55-65.
- Thorpe, C. M., Petrovic, V., y Wilkie, D. M. (2002). How rats process spatiotemporal information in the face of distraction. *Behavioural Processes*, 58, 79-90.
- Thorpe, C. y Wilkie, D. (2002). Unequal interval-time place. *Behavioural processes*. 58, 157-166.
- Thorpe, C. y Wilkie, D. (2005). Interval time-place learning by rats: Varying reinforcement contingencies. *Behavioural Processes*. 70, 156-167.
- Thorpe, C. y Wilkie, D. (2006). Rat's performance on an interval time-place task: Increasing sequence complexity. *Learning and behavior*. 34, 248-254.
- Widman, D., Gordon, D. y Timberlake, W. (2000). Response cost and time place discrimination by rats in maze tasks. *Animal Learning and Behavior*. 28, 298-309.
- Wilkie, D., Saksida, L., Samson, P. y Lee (1994). Properties of time-place learning by pigeons *Columba Livia*. *Behavioural Processes*. 31, 39-56.
- Wilkie, D. y Willson, R. (1992). Time-place learning by pigeons *Columba Livia*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 57, 145-158.
- Wilike, D. y Willson, R. (1995). More evidence of robust spatial associative memory in the pigeon, *Columba Livia*. *Animal Learning and Behavior*. 23, 69-75.
- Willson, R. J., y Wilkie, D. M. (1993). Pigeons remember briefly trained spatial location-food associations over extended periods of time. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 19, 373-379.