

Aprendizaje de tiempo y lugar: efectos de la duración del período de disponibilidad y de la variabilidad o constancia de la secuencia de locaciones*

Time-Place Learning: Effects of the Availability Period Duration and the Variability or Constancy of the Location Sequence

Recepción: 11 Octubre 2015 | Aceptación: 30 Octubre 2017

DANIEL GARCÍA-GALLARDO^a

Universidad Nacional Autónoma de México, México
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7707-429X>

FRANCISCO AGUILAR GUEVARA

Universidad Nacional Autónoma de México, México

BENJAMÍN ARMENTA

Universidad del Valle de México, México

CLAUDIO CARPIO

Universidad Nacional Autónoma de México, México

RESUMEN

En el presente estudio, se somete a prueba una propuesta ampliamente aceptada en el área del Aprendizaje de Tiempo y Lugar (TPL): Esto es, que la ocurrencia de este aprendizaje, requiere regularidad en los tres componentes de la tarea: tiempo, lugar y evento. Para ello, se compararon los efectos de distintas duraciones del periodo de disponibilidad de reforzamiento en dos condiciones: secuencia constante y secuencia variable, en una cámara con cuatro comederos, sobre la emergencia de TPL. En la primera condición, el reforzador estaba disponible en un comedero diferente en cada ensayo, pero siempre en la misma secuencia. En la condición variable, la secuencia de comederos en los que se entregaba el reforzador cambió aleatoriamente. Se expusieron cuatro palomas primero a la condición variable y después a la condición constante. Para dos palomas, la disponibilidad de reforzamiento fue de 3 minutos (G3) y para las dos restantes, de 6 minutos (G6). En la condición variable, los sujetos del G6 ajustaron mejor sus respuestas a los parámetros temporo-espaciales de la tarea que los sujetos del G3. En la condición constante, no se apreciaron diferencias entre grupos. Se discuten las implicaciones de estos hallazgos para las consideraciones previas acerca del posible rol asimétrico de parámetros espaciales y temporales de la tarea.

Palabras clave

anticipación; anticipación del agotamiento; palomas; Time-Place Learning.

^a Autor de correspondencia. Correo electrónico: dgarcia.gallardo88@gmail.com

Para citar este artículo: García-Gallardo, D., Aguilar Guevara, F., Armenta, B., & Carpio, C. (2018). Aprendizaje de tiempo y lugar: efectos de la duración del período de disponibilidad y de la variabilidad o constancia de la secuencia de locaciones. *Universitas Psychologica*, 17(4), 1-13. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy17-4.atle>

ABSTRACT

This study presents a test of a widely accepted proposal in the field of Time-Place Learning (TPL): That regularity in all three components of the task: Time, Place and Event, is needed for the emergence of TPL. Therefore, the present study assesses the effects of different durations of

reinforcement availability periods using a standard procedure for the study of TPL on two conditions: constant sequence and variable sequence in a four feeder chamber on the emergence of TPL. For the first condition, the reinforcer was available in a different feeder every trial, but always in the same sequence. For the variable condition, the sequence of feeders in which the reinforcer was delivered changed randomly. Four pigeons were first exposed to the variable condition and then to constant condition. For two birds, the reinforcement availability period was 3 minutes (G3), while for the other two pigeons the reinforcement availability period was 6 minutes (G6). Overall, it was observed that G6 birds were better at the task than G3 subjects on the variable condition. No difference was observed during the constant condition. The implications of these findings to previous considerations about the possible asymmetrical role of spatial and temporal information on TPL are discussed.

Keywords

anticipation; anticipation of depletion; pigeons; Time-Place Learning.

El Aprendizaje de Tiempo y Lugar (TPL, por sus siglas en inglés) se ha definido como la capacidad de algunos organismos para encontrar y explotar recursos cuya disponibilidad está restringida por parámetros temporales y espaciales (Biebach, Gordijn, & Krebs, 1989; Carr & Wilkie, 1997; Pizzo & Crystal, 2004). Un arreglo típico para el estudio del TPL involucra más de un punto donde un recurso (v. g., alimento) puede ser encontrado y un criterio temporal que define en cuál de estos puntos dicho recurso estará disponible (Crystal, 2009). De esta manera, el alimento puede ser obtenido solo en uno de estos lugares durante un período determinado (período de disponibilidad). Acabando dicho lapso, el alimento estará disponible en otro de los puntos. En este tipo de tareas, es común mantener constante la duración del período de disponibilidad y la secuencia en la que los diferentes puntos se activan (v. g., Crystal & Miller, 2002; Falk, Biebach, & Krebs, 1992; Thorpe, Floresco, Carr, & Wilkie, 2002; Wilkie, Saksida, Samson, & Lee, 1994; Wilkie & Wilson, 1992). Se dice que los animales han aprendido la tarea cuando: a) la mayoría de las respuestas de los organismos se concentran en los puntos de disponibilidad temporalmente correctos; b) dejan de responder en un punto de disponibilidad

antes de que este deje de ser el temporalmente correcto (i. e., anticipación del agotamiento) y c) comienzan a responder en un punto de disponibilidad antes de que el alimento pueda ser encontrado allí, es decir, se anticipan (Carr, Tan, Thorpe, & Wilkie, 2001; Thorpe et al., 2002; Thorpe & Wilkie, 2005; Wilkie, Carr, Galloway, Parker & Yamamoto, 1997). Las tareas de TPL son de dos tipos: TPL diario (Biebach et al., 1989; Carr & Wilkie, 1997; Deibel & Thorpe, 2013; Deibel et al., 2014; Thorpe, Deibel, Reddigan, & Fontaine, 2012; Yamaguchi, Masuda, & Yamashita, 2016) y TPL intercalar (García-Gallardo, Aguilar, Armenta, & Carpio, 2015; García-Gallardo & Carpio, 2016; Thorpe, Hallet, Murphy, Fitzpatrick, & Bakhtiar, 2012; Thorpe, Hallet, & Wilkie, 2007). La distinción fundamental entre ambas radica en la magnitud del criterio temporal que subyace a la tarea. El TPL diario implica horas del día, mientras que el TPL intercalar abarca minutos o segundos. Se cree que esta diferencia en parámetros promueve diferencias en el tipo de estrategia de estimación temporal que describe mejor los resultados obtenidos (Crystal, 2009). Se ha encontrado que las tareas de TPL diario involucran *timing circadiano* (Mulder, Gerkema, & Van der Zee, 2013; Mulder, Reckman, Gerkema, & Van der Zee, 2015), mientras que en TPL intercalar se aducen mecanismos intervalares de estimación temporal (Crystal, 2009; García-Gallardo & Carpio, 2016; Thorpe et al., 2007; Thorpe, Petrovic, & Wilkie, 2002).

En ambos tipos de tarea, se suelen conducir sesiones de Pruebas de Comedero Abierto (PCA), En éstas, el recurso está disponible en cualquier opción y en cualquier momento de la sesión (Biebach et al., 1989; Carr et al., 2001; García-Gallardo et al., 2015). La lógica detrás de la prueba es que si los sujetos están siguiendo una estrategia de tipo win/stay lose/shift, durante las pruebas, se debería observar que los animales permanezcan respondiendo en una determinada opción. Si, por el contrario, la respuesta de los animales está controlada por las regularidades espaciales y temporales de la tarea, entonces, se deberían observar un responder similar durante las sesiones de entrenamiento y las PCA. Es este

último efecto, el más reportado en la literatura (Biebach et al., 1989; Biebach, Krebs, & Falk, 1994; Carr et al., 2001; Thorpe et al., 2001; Thorpe et al., 2002; Thorpe & Wilkie, 2006).

Gallistel (1990) teorizó que al encontrar un recurso biológicamente importante, los animales forman un código mnémico con tres elementos fundamentales: Evento, Lugar y Tiempo. Así, en tanto el mismo evento ocurre en el mismo lugar y en el mismo momento, los animales recuerdan estas regularidades y las emplean para encontrar los recursos disponibles. Thorpe et al. (2007) sometieron a prueba la propuesta de Gallistel. Para ellos, de ser correcta la propuesta de Gallistel, bastaría con que un elemento del código fuera variable para no encontrar el comportamiento típico de TPL. Por ello, diseñaron un arreglo en el que un grupo de ratas fue expuesto a duraciones variables en del período de disponibilidad y una secuencia fija de locaciones y otro fue expuesto a una duraciones constantes pero con una secuencia de locaciones variable. Posteriormente, ambos grupos fueron expuestos a condiciones de espacio y tiempo constantes. Encontraron afectaciones negativas en la ejecución cuando la secuencia de activación de comederos era variable. Por otro lado, variar la duración de los períodos de disponibilidad no tuvo consecuencias notorias. A partir de sus hallazgos, Thorpe *et al.*, concluyeron que la propuesta de Gallistel podría no ser enteramente adecuada. El grupo expuesto a secuencias constantes logró resolver apropiadamente la tarea, a pesar de no poder formar el código tripartito Evento-Tiempo-Lugar, pues el tiempo de disponibilidad fue distinto cada sesión.

Por otro lado, los sujetos expuestos a duraciones constantes, no pudieron resolver de manera adecuada la tarea, lo que, además de concordar con la propuesta de Gallistel (1990), auspicia la conclusión de que en situaciones de TPL, el papel de los parámetros temporales y espaciales es asimétrico, pues pareciera que estos últimos tienen mayor peso que los temporales. En la misma línea, García-Gallardo y Carpio (2016) evaluaron los efectos de la variabilidad en la secuencia de locaciones de una tarea de

TPL intervalar con pichones. Las palomas podían obtener comida bajo un programa de IA 25" en uno de cuatro comederos. En una condición (secuencia constante), se presentó cuatro veces la misma secuencia durante cada sesión: 1→2→3→4. Para la otra condición (secuencia variable), se generaron cuatro secuencias de disponibilidad aleatorias durante cada sesión. Tres aves experimentaron primero la condición constante y después la variable y otras tres experimentaron las mismas condiciones en el orden inverso. Sus datos concuerdan con los de Thorpe et al. (2007); pues las palomas de ambos grupos se vieron impedidas para mostrar aprendizaje en la dimensión temporal de la tarea, a pesar de que esta se mantuvo constante.

La conclusión de Thorpe et al. (2007) es de trascendencia, parece bien fundamentada en sus datos, aunque existe la posibilidad de que no sea del todo concluyente. Una posibilidad no contemplada por dichos autores, pero sí por García-Gallardo y Carpio (2016), es que, bajo condiciones de variabilidad espacial, los sujetos se ven obligados a responder en varios puntos de disponibilidad antes de hallar el correcto. Al hacerlo, pierden una parte del período de disponibilidad respondiendo en opciones incorrectas, experimentando tiempos de disponibilidad variables cada período. Esto podría explicar el pobre desempeño de los sujetos expuestos a tales condiciones. De ser así, el efecto descrito por Thorpe et al. no reflejaría generalidad sobre las variables que controlan el TPL, pues en su estudio, durante la condición de duración fija y secuencia variable, se empleó únicamente la duración del período de disponibilidad de 180 s, la misma que emplearon García-Gallardo y Carpio (2016), lo que impide comparar si ocurre lo mismo bajo duraciones distintas. Explorar esta posibilidad podría ser importante, pues aceptar que los parámetros temporales tienen menor peso que los espaciales en TPL llevaría a postular una especie de autonomía funcional de ambas dimensiones que en otras disciplinas se reconocen interdependientes (cf. Ribes, 1992). Para lograrlo, es conveniente una manipulación experimental que permita evaluar si este hallazgo

se replica cuando se emplea más de una duración. Es por esto que el objetivo del presente estudio fue comparar los efectos de distintas duraciones del periodo de disponibilidad de reforzamiento en dos condiciones: secuencia constante de locaciones del reforzador (condición constante) y secuencia variable de locaciones del reforzador (condición variable) sobre el porcentaje de respuestas correctas, la anticipación y la anticipación del agotamiento en una tarea de TPL con pichones.

Método

Sujetos

Se trabajó con cuatro palomas *White Carneaux*, mantenidos al 70 % (± 10 gramos) de su peso *ad libitum*, que fueron pesadas al inicio de cada sesión para asegurar que el nivel de privación fuera el adecuado. Estos sujetos fueron empleados en un experimento previo en el que se reforzaba la respuesta de picar una tecla de acuerdo a un programa de Intervalo Fijo 60 segundos.

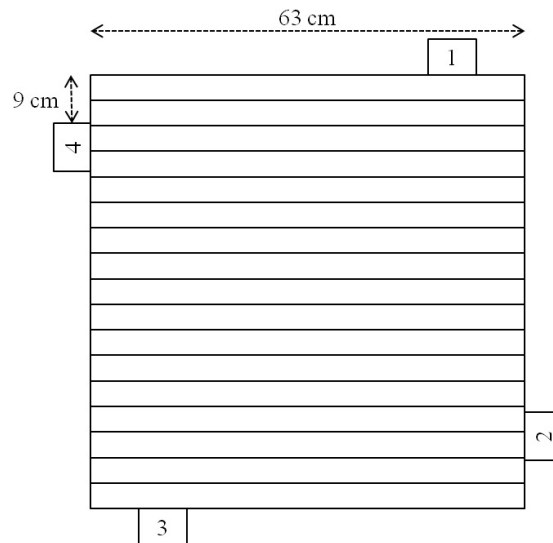
Aparatos

Se empleó una cámara de condicionamiento operante de 64 x 64 x 33 cm. En cada lado se colocó un comedero separado por 9 cm de la pared más próxima, tal como se muestra en la Figura 1. El piso de la cámara constó de una serie de barrotes de aluminio con separaciones de 2 cm entre sí y 3 cm en relación con el piso. Las paredes estaban constituidas por paneles de acrílico sostenidas por 6 barras de aluminio en cada pared, más una por cada esquina de la cámara. Para la recopilación de datos se utilizaron comederos que contaban con un dispositivo de luz infrarroja acoplado a la entrada del comedero; con ellos se registraron las respuestas de introducir la cabeza al comedero. Los dispositivos de cada comedero estuvieron conectados a una computadora con procesador 586, con el sistema operativo MS-DOS y la

versión II del lenguaje de programación MED, con ella se controlaron todos los eventos y se registraron las respuestas.

Figura 1

Representación esquemática de la cámara experimental empleada, con las medidas y la ubicación de los distintos comederos.



Procedimiento

Las sesiones experimentales se llevaron a cabo de lunes a viernes, siempre a la misma hora para cada sujeto. Antes de meter a cada sujeto a la cámara, se le pesó para verificar que cumpliera con el criterio de privación ya mencionado. Durante todas las sesiones se mantuvo en funcionamiento un ventilador industrial que fungió como emisor de ruido blanco, mitigando los ruidos exteriores al espacio donde se llevaron a cabo las sesiones experimentales. Se empleó grano mixto como reforzador y se presentó por dos segundos, en los que no se registraron respuestas. La Tabla 1 presenta una representación de las condiciones experimentales que enfrentaron los sujetos del presente estudio.

Tabla 1
Diseño experimental. Condiciones de preentrenamiento y experimentales enfrentadas por los sujetos de cada grupo

Grupo	Preentrenamiento				Condiciones experimentales			
G3	Mold (1)	RFC (3)	DL-RFC (3)	DL-IA5 y 15 (3)	VA3 (50)	PCA (3)	CO3 (50)	PCA (50)
G6	Mold (1)	RFC (3)	DL-RFC (3)	DL-IA5 y 15 (3)	VA6 (50)	PCA (3)	CO6 (50)	PCA (50)

Nota. Entre paréntesis se muestra el número de sesiones corridas para cada condición. Las condiciones de preentrenamiento fueron:

Moldeamiento (Mold); Reforzamiento Continuo (RFC); Disponibilidad limitada con Reforzamiento Continuo (DL-RFC); Disponibilidad Limitada con Intervalo Aleatorio 5 y con Intervalo Aleatorio 15 (IA5 y 15); Secuencia Variable con 3 minutos de disponibilidad (VA3); Secuencia Fija con 3 minutos de Disponibilidad (CO3); Secuencia Variable con 6 minutos de disponibilidad (VA6) y Secuencia Constante y 6 minutos de disponibilidad (CO6); Prueba de Comedero Abierto (PCA).

Preentrenamiento

Moldeamiento (Mold). En tanto los sujetos empleados tenían ya experiencia con los componentes del aparato, no se necesitó de *magazine training*. Así, la primera fase del presente estudio consistió en moldear la respuesta operante de introducir la cabeza al comedero (*Head entry*) mediante aproximaciones sucesivas. Esta condición duró una sesión para cada sujeto.

Reforzamiento continuo (RFC). Cuando los sujetos respondieron, durante las sesiones de moldeamiento, en cada uno de los comederos se les entregó alimento bajo un programa de reforzamiento continuo hasta tres ocasiones consecutivas. Para que continuara dicho programa en ese mismo comedero, era indispensable responder en otro comedero al menos una vez. En cada sesión de Reforzamiento continuo, los comederos fueron desactivados hasta el final de la sesión o cuando los sujetos lograron obtener 15 reforzadores. En caso de que solo quedara un comedero activo, el programa de reforzamiento continuo permaneció vigente hasta completar los 15 reforzadores. Estas sesiones se dieron por finalizadas cuando se logró obtener 15 reforzadores en todos los comederos

o, en su defecto, cuando transcurrieron 30 min, contados a partir del inicio de la sesión.

Después de la primera sesión en que cada sujeto obtuvo 60 reforzadores, siguieron tres sesiones de reforzamiento continuo. Con la finalidad de asegurar la respuesta homogénea en los cuatro comederos, habiendo obtenido tres reforzadores consecutivos en un mismo comedero, la presentación del reforzador se pospuso hasta que el sujeto obtuvo los reforzadores programados en los tres comederos restantes. Estas sesiones terminaron con la obtención de 60 reforzadores o a los 30 min transcurridos.

Disponibilidad temporalmente limitada con reforzamiento continuo (RFC-DL). Posteriormente a las tres sesiones de reforzamiento continuo, se asignó a los sujetos, de manera aleatoria, a uno de dos grupos. A partir de este punto, la duración de los periodos de disponibilidad fue de seis min para la mitad de los sujetos (G6) y de tres min para la mitad restante (G3). Durante las siguientes tres sesiones, la diferencia radicó en que el programa de reforzamiento continuo se mantuvo vigente en uno de los comederos a la vez durante cuatro periodos de disponibilidad, seleccionado aleatoriamente sin reemplazo.

Disponibilidad temporalmente limitada con Intervalo Aleatorio 5 y 15 (IA5 y 15-DL). Para las siguientes tres sesiones, se empleó un programa de Intervalo Aleatorio (IA) 5" ($T = 1''$, $p = 0.2$). Dicho programa se hizo vigente en solo un comedero a la vez seleccionado aleatoriamente, durante periodos de disponibilidad iguales a los usados anteriormente para cada grupo. Estas sesiones constaron de cuatro periodos de disponibilidad. Es importante considerar que la aleatorización fue sin reemplazo y el comedero elegido no podía ser el mismo en el que acababa de terminar el periodo de disponibilidad. De esta manera, no hubo dos periodos de disponibilidad consecutivos en el mismo comedero, cuestión fundamental dada la importancia del periodo de disponibilidad que experimentaron los sujetos para este estudio.

Al finalizar las tres sesiones de IA 5", se llevaron a cabo tres sesiones con un programa

de IA 15" ($T = 5"$, $p = 0.333$) durante 12 periodos de disponibilidad en los que se eligió aleatoriamente la secuencia de comederos, como se describió anteriormente.

Entrenamiento

Condición 1. Posteriormente a estas sesiones, se comenzó con la primera condición experimental, llamada secuencia variable (VA). Esta condición constó de 30 sesiones. Durante estas se mantuvieron las condiciones de constancia temporal y secuencia variable. Las sesiones constaron de 16 periodos de disponibilidad de tres y seis min, dependiendo del grupo, durante los cuales estuvo vigente un programa de IA 25" ($T = 5$, $p = 0.2$).

Prueba de Comedero Abierto 1. Se expuso a los sujetos a una sesión de PCA con las mismas características de las sesiones de la condición VA, la única diferencia fue que el alimento estuvo disponible en todos los comederos de manera simultánea bajo el programa de IA 25". Tanto las sesiones de la condición VA como las de la segunda condición, la condición de secuencia fija (CO) y las de PCA tuvieron una duración que estaba en función del periodo de disponibilidad para cada grupo; así las sesiones para el G6 tuvieron una duración de 96 min mientras que las del G3 duraron 48 min.

Condición 1. En la condición CO, los sujetos experimentales estuvieron expuestos a una secuencia de disponibilidad del alimento constante (comederos 1, 2, 3 y 4, véase Figura 1). Tuvo una duración de 30 sesiones, igual que las sesiones de PCA. El programa de reforzamiento fue el mismo al empleado durante la condición VA.

Prueba de Comedero Abierto 2. Intercaladas entre las últimas 15 sesiones de la segunda condición se implementaron tres sesiones de PCA. Las tres sesiones de PCA no se presentaron en el mismo momento para cada uno de los sujetos, sin embargo, se mantuvieron dos criterios: la última sesión de PCA se llevó a cabo después de la sesión 30 de la condición CO y las

tres sesiones de PCA estuvieron separadas por al menos cuatro sesiones convencionales.

La Tabla 2 presenta ejemplos de secuencias posibles durante las condiciones VA y CO. En ella se observa cómo, en la condición VA (independientemente del grupo), las sesiones se componen de cuatro secuencias aleatorias de disponibilidad de alimento en los comederos, lo cual genera variabilidad tanto entre sesiones, como durante cada sesión. Por otro lado, también se observa cómo, para la condición CO, se aprecia que cada sesión se compone de cuatro secuencias que se repiten, dando constancia tanto entre sesiones como al interior de cada sesión.

Tabla 2

Ejemplos de secuencias de disponibilidad de alimento durante cada condición experimental

Condición	Número de Sesión	Secuencia 1	Secuencia 2	Secuencia 3	Secuencia 4
Secuencia	22	2→1→4→3	1→3→4→2	4→1→2→3	1→3→2→4
Variable (VA)	23	4→3→1→2	3→1→2→4	1→3→2→4	2→4→1→3
Secuencia Fija (CO)	35	1→2→3→4	1→2→3→4	1→2→3→4	1→2→3→4
	36	1→2→3→4	1→2→3→4	1→2→3→4	1→2→3→4

Nota. Los números representan el comedero en el que se encuentra disponible el alimento, las flechas representan las transiciones. Nótese que la variabilidad o constancia de las secuencias es igual para ambos grupos (G3 y G6), la única diferencia entre ambos grupos radica exclusivamente en la duración del periodo de disponibilidad.

Resultados

La Figura 2 muestra la proporción de búsqueda promedio para las últimas cinco sesiones en la condición de secuencia variable. Este dato refleja en qué proporción el tiempo de disponibilidad fue empleado por los sujetos en la búsqueda de la locación en la que el alimento podía ser encontrado. La proporción de búsqueda se obtuvo dividiendo el tiempo que tardó un sujeto en obtener el primer reforzador entre la duración del periodo de disponibilidad. El tiempo que tardó el sujeto en obtener el primer reforzador se estimó a partir del inicio del periodo de disponibilidad. De esta manera, un valor de 1 indica que el sujeto pasó todo el tiempo respondiendo en comederos incorrectos y un valor de 0, que obtuvo el primer reforzador inmediatamente al inicio del periodo de disponibilidad. Las líneas continuas

corresponden a los datos de los sujetos del G6 minutos y la línea punteada corresponde a los datos de uno de los sujetos del G3 minutos, el S2G3. Este dato no pudo ser recuperado para el Sujeto 1 del Grupo 3 debido a un mal funcionamiento del equipo experimental. La proporción de tiempo de búsqueda es mayor para el sujeto del G3 que para los del G6, impresión que fue corroborada mediante un ANOVA de un factor ($F_{(2,12)} = 19.473, p < 0.001$). Una prueba *post hoc* HSD de Tukey arrojó diferencias entre la media de S2G3 y las medias de S1G6 ($MD = 0.0761, SE = 0.0155, p < 0.001$) y S2G6 ($MD = 0.0894, SE = 0.0155, p < 0.001$). Este hallazgo sugiere que los sujetos del G3 minutos emplearon proporcionalmente más tiempo que los sujetos del G6 minutos en encontrar el punto de disponibilidad. Este dato implica que la ejecución del sujeto del G3 fue menos precisa que la de los sujetos del G6.

En la Figura 3, se presenta el porcentaje de respuestas correctas en bloques de tres sesiones para ambos grupos en la condición de secuencia variable. En esta figura, se puede apreciar que, si bien el desempeño de todos los sujetos se encuentra por encima del nivel de azar, el porcentaje de respuestas correctas tiende a aumentar conforme avanzan las sesiones, alcanzando niveles cercanos al 80 %. Por otro lado, llama la atención que durante todas las sesiones este nivel es superior para los sujetos del G6 que para los del G3, lo que sugiere que sí existe relación entre la proporción del tiempo que los sujetos emplean buscando el punto de disponibilidad del alimento y el porcentaje de respuestas correctas que alcanzan en condiciones de secuencia variable.

Figura 2

Proporción de búsqueda promedio para las últimas cinco sesiones de los sujetos 1 y 2 del G6 y el 2 del G3.

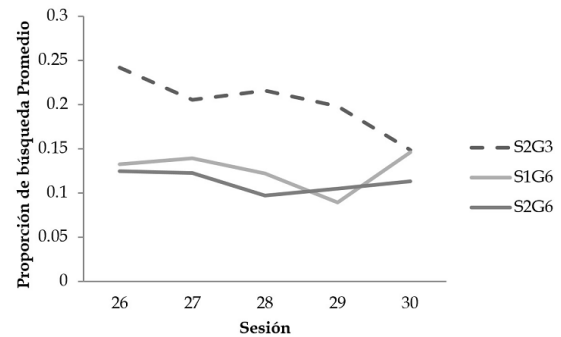
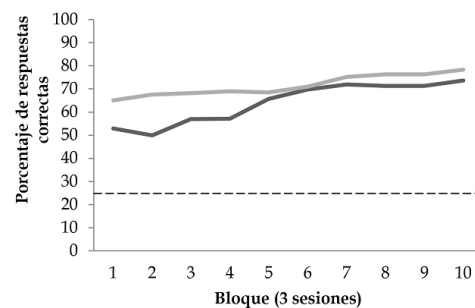


Figura 3

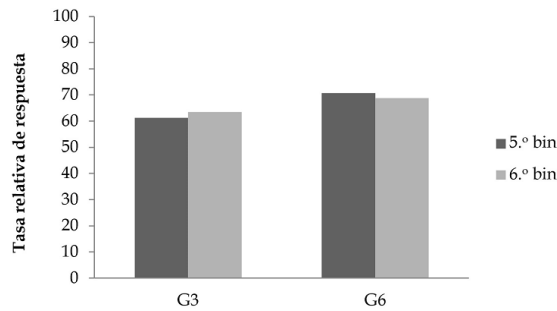
Porcentaje de respuestas correctas en bloques de tres sesiones a lo largo de la fase VA.



Nota. La línea punteada indica el nivel de azar (25 %).

La Figura 4 presenta una medida que permite identificar si se presentó anticipación del agotamiento. En ella se puede ver el porcentaje de tasa máxima de respuesta durante los últimos dos bins de 30" para ambos grupos. Esta medida se obtiene como un porcentaje de la mayor tasa de respuesta desplegada por el sujeto en cada sesión. Se observa que existen diferencias mínimas entre el 5.º y el 6.º bin para ambos grupos, sin embargo, la tasa aumenta para el G3 mientras disminuye para el G6, sugiriendo que, aunque débil, existe anticipación del agotamiento en el caso del G6 pero no para el G3. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

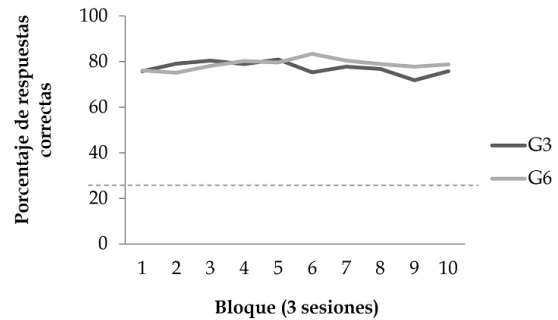
Figura 4
 Porcentaje promedio de tasa máxima de respuesta del quinto y sexto bin de cada periodo de disponibilidad por grupo durante la fase VA.



Hasta aquí se han presentado los resultados obtenidos en la condición de secuencia variable, en la que resulta imposible estimar anticipación, pues no existe una secuencia que se repita sesión a sesión. A continuación, se presentan los resultados obtenidos cuando los sujetos fueron expuestos a las condiciones típicas de una tarea de TPL: constancia en la secuencia y en la duración de los períodos de disponibilidad.

La Figura 5 muestra el porcentaje de respuestas correctas en bloques de tres sesiones para las 30 sesiones de esta condición. En ella se aprecia claramente que el porcentaje de respuestas correctas se mantuvo en niveles parecidos a los alcanzados hacia el final de la condición anterior con ligeros incrementos, sin embargo, es importante notar que en esta condición sí se observa superposición entre las funciones de los grupos, es decir, hay bloques en los que el Grupo 3 obtuvo más respuestas correctas que el G6 y viceversa. Este dato sugiere que la duración del período de disponibilidad no produjo grandes diferencias en la ejecución de los sujetos durante la condición de secuencia fija.

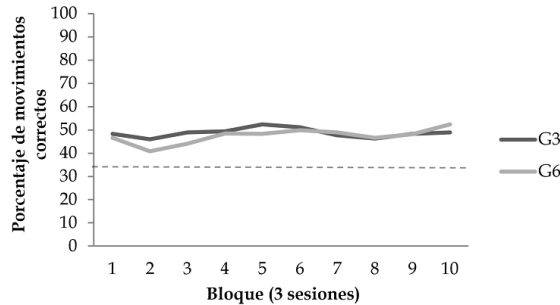
Figura 5
 Porcentaje de respuestas correctas en bloques de tres sesiones a lo largo de la fase CO para cada grupo.



Nota. La línea punteada indica el nivel de azar (25 %).

La impresión descrita en el párrafo anterior se ve reforzada por los datos presentados en la Figura 6. En esta, se puede apreciar el porcentaje de movimientos correctos de los sujetos de cada grupo en bloques de tres sesiones para la fase CO. Un movimiento correcto ocurre cuando la primera respuesta en un período de disponibilidad es emitida al comedero correcto. Porcentajes altos de movimientos correctos indican que los organismos han aprendido a seguir la secuencia de disponibilidad del alimento. Los datos presentados en la Figura 6 dejan ver que esta medida se mantuvo más o menos estable en niveles relativamente bajos, aunque superiores al nivel de azar para ambos grupos, lo que sugiere que ambos grupos hicieron contacto en grados similares con la regularidad espacial de la tarea. Los bajos niveles obtenidos en esta medida podrían ser un efecto de que todos los sujetos fueron expuestos primero a la condición de secuencia variable, por lo que es de suponer que esto les produzca dificultades para identificar la regularidad en la secuencia de disponibilidad del alimento.

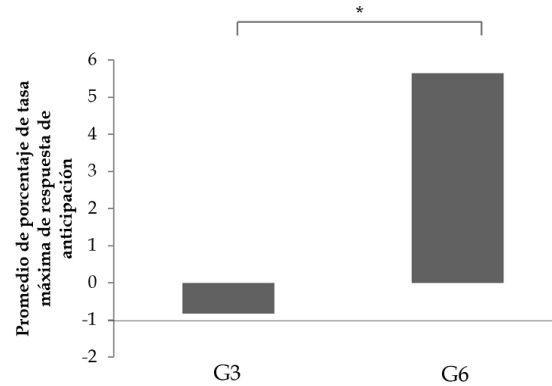
Figura 6
 Porcentaje de cambios correctos en bloques de tres sesiones a lo largo de la fase CO para cada grupo.



Nota. La línea punteada indica el nivel de azar (33 %).

A diferencia de la condición de secuencia variable, la condición de secuencia fija sí permite evaluar si existe anticipación, entendida como comenzar a responder en un determinado punto de disponibilidad justo antes de que este se active. La Figura 7 muestra la diferencia de anticipación promedio, que se obtiene restando la tasa relativa de respuesta durante el último bin de 30" menos la del penúltimo bin de 30" de cada comedero, antes de que comience la disponibilidad de alimento de dicho comedero, si existe anticipación, esta diferencia debe ser positiva, pues reflejaría que la tasa se eleva a medida que se acerca la disponibilidad del alimento. En la figura, se puede apreciar claramente que esta diferencia fue mucho mayor para el G6 que para el G3, señalando que los primeros se anticiparon de manera más contundente que los segundos. Se contrastaron los datos de los grupos mediante un ANOVA de un factor, resultando diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de cada grupo ($F_{(1,190)} = 6.447, p < 0.05$).

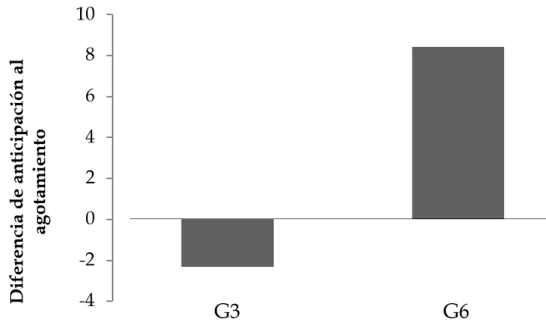
Figura 7
 Diferencia de anticipación promedio para las últimas tres sesiones de cada fase.



Por otro lado, para calcular la anticipación del agotamiento se restó el porcentaje de tasa máxima de respuesta durante el 5.º bin menos el obtenido durante el 6.º bin, de esta manera, valores altos en este indicador señalan disminuciones en la tasa de respuesta durante la parte final del período de disponibilidad (anticipación del agotamiento). Este dato está graficado en la Figura 8, en la cual se puede notar que se dio una abrumadora diferencia en este sentido entre ambos grupos, pues el valor del G6 es elevado y positivo, mientras que el del G3 es negativo. Este hecho refleja que la tasa de respuesta de los sujetos del G6 tiende a disminuir hacia el final del período de disponibilidad, mientras que los sujetos del G3 elevan ligeramente su tasa de respuesta.

Los resultados referentes a la anticipación y la anticipación del agotamiento dejan ver que existen diferencias claras en la ejecución de los sujetos de ambos grupos, particularmente en lo que a la dimensión temporal de la tarea se refiere, pues mientras los sujetos del G6 anticipan la disponibilidad y el agotamiento del alimento de manera aceptable, no ocurre lo mismo con los sujetos del G3. Adicionalmente, los resultados de las PCA también apuntan a que los sujetos del G6 aprendieron mejor la tarea que los del G3.

Figura 8
Diferencia de anticipación del agotamiento
promedio para las últimas tres sesiones de cada fase.



Discusión

El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de la constancia o variabilidad en la secuencia de activación de los diferentes puntos de disponibilidad y de la duración del período de disponibilidad sobre el porcentaje de respuestas correctas, la anticipación, la anticipación del agotamiento y la proporción del período de disponibilidad invertida en buscar el punto de disponibilidad correcto en una tarea de TPL con pichones. Se pretendía esclarecer si la duración del período de disponibilidad tiene efectos en la ejecución de sujetos expuestos a condiciones de variabilidad o constancia espacial en este tipo de tareas.

Los resultados obtenidos demuestran que los sujetos del G3 perdieron proporcionalmente más tiempo que los del G6 en la búsqueda del punto de disponibilidad correcto en la condición de secuencia variable, lo cual parece estar asociado a un desempeño más pobre del G3 en la misma condición. Por otro lado, los datos obtenidos en la condición de secuencia fija dejan ver que las diferencias que existen entre los grupos se asientan en la dimensión temporal, dada la menor anticipación y la ausencia de anticipación del agotamiento por parte de los sujetos del Grupo 3 en relación con los del Grupo 6.

Uno de los resultados más relevantes del estudio fue que existieron diferencias en la proporción del período de disponibilidad

que cada grupo invirtió en buscar el punto de disponibilidad correcto, pues esto produjo que, período a período, los sujetos del G3 interactuaran con un período de disponibilidad efectivo más variable que los del G6. Bajo estas condiciones, era razonable anticipar diferencias en el desempeño en ambas condiciones. Adicionalmente, las diferencias observadas en lo que respecta a la anticipación y la anticipación del agotamiento permiten ver que los sujetos del G6 se ajustaron mejor a la regularidad temporal de la tarea, pues tanto la anticipación como la anticipación del agotamiento han sido reportadas ampliamente en la literatura de TPL (Carr et al., 2001; Thorpe et al., 2002; Thorpe & Wilkie, 2005).

Por otro lado, durante la condición constante, se observó que ambos grupos fueron igualmente capaces de adecuarse a la constancia espacial, como lo prueba la similitud de los porcentajes de movimientos correctos. A pesar de esto, los sujetos del G3 no mostraron anticipación ni anticipación del agotamiento, mientras que los del G6 sí lo hicieron.

Los datos obtenidos por Thorpe et al. (2007) apuntaban a que durante este tipo de tareas, los sujetos responden tanto a las condiciones temporales como espaciales del arreglo de contingencias. Sin embargo, al encontrar diferencias sustanciales que apuntaban a que el grupo de duración variable tuvo mejor desempeño que el de secuencia variable, concluyeron que el papel de cada dimensión podría tener un peso relativo diferenciado, siendo más importante que existiera regularidad espacial de la tarea. En ese sentido, los datos obtenidos en el presente estudio son relevantes pues demuestran que, bajo condiciones de variabilidad espacial, la duración del período de disponibilidad puede modular la efectividad de los sujetos en la tarea. Adicionalmente, se encontraron diferencias en la ejecución de los sujetos también en la condición de secuencia fija, pues los datos muestran que los sujetos expuestos a una mayor duración del período de disponibilidad, se ajustaron mejor a la dimensión temporal de la tarea que los expuestos a una duración más corta.

En su conjunto, los datos del presente estudio sugieren que los hallazgos de Thorpe et al. (2007) que revelan efectos asimétricos de la variabilidad temporal y espacial, deben ser tomados con cautela y contextualizados en una visión centrada en los parámetros involucrados en la tarea, pues se demuestra que la duración del período de disponibilidad puede jugar un papel importante en la determinación de la ejecución bajo condiciones de variabilidad y constancia espacial, sugiriendo con ello que, con períodos de disponibilidad mayores, el efecto encontrado por Thorpe et al. es distinto.

Si bien, los presentes hallazgos contribuyen a clarificar el rol que podrían jugar las regularidades espaciales y temporales en el control del comportamiento en situaciones de TPL, aún faltan réplicas del presente estudio que evalúen períodos de disponibilidad menores a 3 minutos, pues, si el razonamiento seguido durante este trabajo es correcto, períodos menores deberían producir desempeños incluso más pobres. Otra evaluación necesaria para extender los presentes resultados involucra manipular la duración del período de disponibilidad bajo condiciones de variabilidad temporal, pues sería una oportunidad adicional de someter a prueba lo planteado por Thorpe et al. (2007), ya que, de acuerdo con ellos, no deberían esperarse efectos significativos debido a la relativa irrelevancia de la dimensión temporal de la tarea y, al mantener la dimensión espacial constante, se facilitaría que los sujetos se desempeñaran efectivamente en ella.

Se proponen manipulaciones experimentales que coadyuvarán a entender mejor esta forma de comportamiento cuya relevancia evolutiva es extensamente reconocida (Biebach et al., 1989; Gallistel, 1990; Thorpe & Wilkie, 1995; Widman, Gordon, & Timberlake, 2000).

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo brindado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), a través del Proyecto No: IN307013 del Programa de Apoyo a Proyectos

de Investigación en Innovación Tecnológica (PAPIIT).

Referencias

- Biebach, H., Gordijn, M., & Krebs, J. (1989). Time-place learning by garden warblers, *Sylvia borin*. *Animal Behaviour*, 37(3), 353-360. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(89\)90083-3](https://doi.org/10.1016/0003-3472(89)90083-3)
- Biebach, H., Krebs, J., & Falk, H. (1994). Time-place learning, food availability and the exploitation of patches in garden warblers, *Sylvia Borin*. *Animal Behaviour*, 48, 273-284. <https://doi.org/10.1006/anbe.1994.1241>
- Carr, J. A. R., Tan, A.O., Thorpe, C.M., & 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., & 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. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.23.2.232>
- Crystal, J. D. (2009). Theoretical and conceptual issues in time-place discrimination. *European Journal of Neuroscience*, 30, 1756-1766. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2009.06968.x>
- Crystal, J. D., & Miller, B. J. (2002). Simultaneous temporal and spatial processing. *Animal Learning and Behavior*, 30, 53-65. <https://doi.org/10.3758/BF03192909>
- Deibel, S. H., Ingram, M. L., Lehr, A. B., Martin, H. C., Skinner, D. M., Martin, G. M., ... Thorpe, C. M. (2014). In a daily time-place task, time is only used as a discriminative stimulus if each daily session is associated with a distinct spatial location. *Learning & Behavior*, 42, 246-255. <https://doi.org/10.3758/s13420-014-0142-1>
- Deibel, S. H., & Thorpe, C. M. (2013). The effects of response cost and species-typical behaviors on a daily time-place task.

- Learning & Behavior*, 41(1), 42-53. <https://doi.org/10.3758/s13420-012-0076-4>
- Falk, H., Biebach, H., & 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(1), 9-15. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/4600715>
- Gallistel, C. R. (1990). *The organization of learning*. Cambridge, MA: MIT Press.
- García-Gallardo, D., Aguilar, F., Armenta, B., & Carpio, C. (2015). Human strategies for solving a time-place learning task: The role of counting and following verbal cues. *Behavioural Processes*, 113, 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2015.01.017>
- García-Gallardo, D., & Carpio, C. (2016). Effects of variable sequences of food availability on time-place learning by pigeons. *Behavioural Processes*, 130, 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.07.008>
- Mulder, C. K., Gerkema, M. P., & Van der Zee, E. A. (2013). Circadian clocks and Memory. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2013.00008>
- Mulder, C. K., Reckman, G. A., Gerkema, M. P., & Van der Zee, E. A. (2015). Time-place learning over a lifetime: Absence of memory loss in trained old mice. *Learning & Memory*, 22, 278-287. <https://doi.org/10.1101/lm.037440.114>
- Pizzo, M. J., & Crystal, J. D. (2004). Time-place learning in the eight-arm radial maze. *Learning and Behavior*, 32, 240-255. <https://doi.org/10.3758/BF03196025>
- Ribes, E. (1992). Sobre el tiempo y el espacio psicológicos. *Acta Comportamentalia*, 0, 71-84. Recuperado de <http://148.202.18.157/sitios/publicacion/esite/ppperiod/esthom/esthompdf/esthom5/207-220.pdf>
- Thorpe, C. M., Deibel, S. H., Reddigan, J. I., & Fontaine, C., (2012). Strain differences in a high response-cost daily time-place task. *Behavioural Processes*, 90, 384-391. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2012.04.004>
- Thorpe, C. M., Floresco, S. B., Carr, J. A. R., & Wilkie, D. M. (2002). Alterations in time-place learning induced by lesions to the rat medial prefrontal cortex. *Behavioural Processes*, 59, 87-100. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(02\)00062-1](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(02)00062-1)
- Thorpe, C., Hallet, D., Murphy, M., Fitzpatrick, C., & Bakhtiar, A. (2012). Interval Time-place learning in young children. *Behavioural Processes*, 91, 198-201. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2012.07.002>
- Thorpe, C., Hallet, D., & Wilkie, D. (2007). The role of spatial and temporal information in learning interval-time place tasks. *Behavioural Processes*, 75, 55-65. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2007.01.002>
- Thorpe, C. M., Petrovic, V., & Wilkie, D. M. (2002). How rats process spatiotemporal information in the face of distraction. *Behavioural Processes*, 58, 79-90. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(02\)00003-7](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(02)00003-7)
- Thorpe, C., & Wilkie, D. (2005). Interval time-place learning by rats: Varying reinforcement contingencies. *Behavioural Processes*, 70, 156-167. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2005.06.005>
- Thorpe, C., & Wilkie, D. (2006). Rat's performance on an interval time-place task: Increasing sequence complexity. *Learning & Behavior*, 34, 248-254. <https://doi.org/10.3758/BF03192880>
- Widman, D., Gordon, D., & Timberlake, W. (2000). Response cost and time place discrimination by rats in maze tasks. *Animal Learning & Behavior*, 28, 298-309. <https://doi.org/10.3758/BF03200263>
- Wilkie, D., Carr, J., Galloway, J., Parker, K., & Yamamoto, A. (1997). Conditional time-place learning. *Behavioural Processes*, 40(2), 165-170. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(97\)00781-X](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(97)00781-X)
- Wilkie, D., Saksida, L., Samson, P., & Lee, A. (1994). Properties of time-place learning by pigeons *Columba Livia*. *Behavioural Processes*, 31, 39-56. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(94\)90036-1](https://doi.org/10.1016/0376-6357(94)90036-1)
- Wilkie, D., & Willson, R. (1992). Time-place learning by pigeons *Columba Livia*. *Journal*

of the Experimental Analysis of Behavior, 57, 145-158. <https://doi.org/10.1901/jeab.1992.57-145>

Yamaguchi, M., Masuda, R., & Yamashita, Y. (2016). Diel activity of the sea cucumber *Apostichopus japonicas* is affected by the time of feeding and the presence of predators but not by time-place learning. *Fish Science*, 82, 29-34. <https://doi.org/10.1007/s12562-015-0944-x>

Notas

- * Artículo de investigación.