



Revista Electrónica de Psicología Iztacala



Universidad Nacional Autónoma de México

Vol. 26 No. 4

Diciembre de 2023

CICLOS CIRCADIANOS EN UNA TAREA DE TIME-PLACE LEARNING

Mitzi Scarlett Hernández Vergara¹, Fabián Yáñez Ruiz², Daniel García Gallardo†, Francisco Aguilar Guevara³, Sergio Moreno Gutiérrez⁴ y Claudio Antonio Carpio Ramírez⁵

Facultad de Estudios Superiores Iztacala
Universidad Nacional Autónoma de México
Universidad Autónoma de Tlaxcala

RESUMEN

El Time-Place Learning ha sido definido como la habilidad para ajustarse a la variabilidad espacial y temporal de eventos relevantes. Existe evidencia de diversas especies que se han ajustado a la tarea, como por ejemplo ratas, palomas, hormigas, abejas, entre otros. El objetivo del presente estudio fue identificar el porcentaje de respuestas correctas, opuestas e incorrectas en una tarea de TPL diario con estudiantes universitarios. En los resultados se pudo observar que los participantes respondieron más a la opción correcta de las sesiones de la mañana sin importar el horario de la sesión, es decir, sin importar si era la sesión de la mañana o de la tarde. Para poder acercarnos más a la respuesta de si los humanos se ajustan a una tarea de TPL diario, se debe realizar más sesiones de entrenamiento, aumentar el intervalo entre sesiones y realizar pruebas para evaluar su ajuste.

Palabras clave: Time-Place Learning; aprendizaje; ciclos circadianos; TPL diario; humanos.

¹ Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Correo electrónico: mitzihernandez@comunidad.unam.mx

² Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Correo electrónico: fabianyanezruiz97@gmail.com

³ Universidad Autónoma de Tlaxcala. Correo electrónico: faguilarg_fcdh@uatx.mx

⁴ Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Correo electrónico: sergio.moreno@iztacala.unam.mx

⁵ Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Correo electrónico: carpio@unam.mx

CIRCADIAN RHYTHMS ON A TIME-PLACE LEARNING TASK

ABSTRACT

Time-Place learning has been defined as the capability of adjust to the spatial and temporal variability of relevants events. There is evidence of wide variety of species that have been adjusted to the task, such rats, cumingbirds, pigeons, ants, bees, among others. However, there is a discrepancy related to how the human being learn spatial and temporal contingencies. In that way, the aim was to identify corrects, oposites and incorrects percentage responses in a daily Time-Place Learning task with university students. The results suggest that the participants clicked more to the correct option in morning sessions no matter if it was morning session or afternoon session. To get closer to the answer of whether humans adjust to a daily TPL task, more training sessions should be performed, the interval between sessions increased, and probe sessions performed to assess their performance and thus, could conclude if the human being is capable to adjust their behavior to temporal and spatial contingecies.

Keywords: Time-Place Learning; learning; cyrcadian rhythms; daily TPL; humans.

El Time-Place Learning (TPL) ha sido definido como la habilidad de algunos organismos para ajustarse a la variabilidad espacial y temporal de eventos relevantes (Crystal, 2009; Thorpe et al., 2007). Una tarea para el estudio de TPL se caracteriza por involucrar más de un lugar o ubicación donde se encuentra disponible un recurso biológicamente relevante, disponibilidad que cambia de acuerdo con un criterio temporal (Crystal, 2009; Wilkie, 1995).

El ajuste a este tipo de tareas no es propio de una sola especie, se ha encontrado en la literatura que, por ejemplo, ratas (Carr y Wilkie, 1997, 1999; Deibel y Thorpe, 2013; Means et al., 2000), palomas (García-Gallardo y Carpio, 2016; García-Gallardo et al., 2018; García-Gallardo et al., 2019; Saksida y Wilkie, 1994), hormigas (Schatz et al., 1994), abejas (Breed, et al., 2002; Murphy y Breed, 2008), entre otros, se han ajustado a las variables de la tarea de TPL.

Típicamente se han empleado dos tareas para estudiar la habilidad de los organismos para ajustarse a la variabilidad de dichos eventos relevantes (Crystal, 2009; García-Gallardo, et al., 2015; Thorpe y Wilkie, 2005; Thorpe et al., 2007). La primera es el TPL Intervalar, en la cual la disponibilidad del evento cambia de lugar en el rango de minutos o segundos (Carr et al., 2001; Crystal y Miller, 2002; García-

Gallardo y Carpio, 2016; Thorpe y Wilkie, 2002, 2006; Thorpe, et al., 2007; Wilkie y Wilson, 1992; Wilkie et al., 1994). Por otro lado, en la tarea de TPL Diario, el evento relevante cambia de lugar en función de la hora del día, es decir, que la disponibilidad del evento cambiará en cuestión de horas (Biebach et al., 1989; Biebach et al., 1991; Biebach et al., 1994; Carr y Wilkie, 1997; Falk et al., 1992; García-Gallardo et al., 2019; Krebs y Biebach, 1989; Pizzo y Crystal, 2002; Widman, et al., 2000).

En lo que respecta a TPL Diario, existen dos tipos de arreglos: El primer tipo consiste en situar a los sujetos en una cámara experimental que está compuesta por cuatro cuartos. El organismo puede tener acceso al alimento en uno de esos cuartos durante cierto tiempo según la hora del día. Los sujetos permanecen prácticamente todo el día en la cámara experimental, por lo que sólo se lleva a cabo una sesión al día (Biebach et al., 1989; Biebach et al., 1991; Biebach et al., 1994; Krebs y Biebach, 1989). En el segundo tipo de arreglo, en lugar de cuartos, la cámara experimental tiene operandos y comederos, en este caso se realizan dos sesiones, una en la mañana y otra en la tarde. En la mañana el alimento es obtenido en una determinada ubicación de acuerdo con un programa de reforzamiento mientras que, en la sesión de la tarde, el alimento se encuentra en otro comedero, el organismo también deberá responder de acuerdo con el mismo programa de reforzamiento. Dado que se realizan dos sesiones al día, no es necesario que los sujetos permanezcan todo el día en la cámara experimental, (Carr y Wilkie, 1997; 1999, García-Gallardo et al., 2019; Saksida y Wilkie, 1994).

Las estrategias que se han descrito en la literatura como responsables del ajuste del comportamiento de los organismos en las tareas de TPL Diario son: de alternancia, ordinal o circadiana (Biebach et al., 1991; Carr y Wilkie, 1997; Crystal y Miller, 2002; Thorpe y Wilkie, 2002; Pizzo y Crystal, 2002, 2004; Wilkie et al., 1994). La estrategia de alternancia describe que las visitas de los organismos al lugar donde hay disponibilidad, es una señal para visitar la próxima ubicación; la estrategia de alternancia responde únicamente a la dimensión espacial, ya que las visitas de los organismos serán a los lugares en donde ha encontrado el evento, sin importar la hora del día o momento de disponibilidad (Carr y Wilkie, 1997). Por otro

lado, la estrategia ordinal describe el ajuste en el que los organismos responden a un orden específico de presentación de los lugares de disponibilidad, en este caso el ajuste es espacial, sin embargo, el organismo no es sensible a los intervalos de tiempo involucrados en la tarea (Carr y Wilkie, 1997; Means et al., 2000). Finalmente, la estrategia circadiana implica el funcionamiento de un oscilador endógeno, cuyos marcadores quedan asociados a la disponibilidad espacial y temporal del evento relevante involucrado en la tarea, lo que permite a los sujetos ajustarse a las regularidades ambientales u orgánicas asociadas con la hora del día (Gomez-Laplaza y Morgan, 2005; Saksida y Wilkie, 1994).

El consenso en el área es que la estrategia con la que se encuentra un mejor ajuste a la tarea de TPL diario con una amplia variedad de especies es la que recae precisamente en los ciclos circadianos (Biebach et al., 1989; Biebach, et al., 1994; Gómez-Laplaza y Morgan, 2005; Saksida y Wilkie, 1994). Además de la evidencia de ciclos circadianos con animales, también existe literatura que muestra la existencia de ciclos circadianos con humanos empleando diferentes tipos de tareas: tareas de vigilancia (D'Reaux et al., 2000; Kraemer et al., 2000), tareas de memoria (Folkard y Monk, 1980; Vallar y Baddeley, 1984), tareas de búsqueda visual, razonamiento lógico y matemático (Natale et al., 2003), percepción del tiempo (Kuriyama et al., 2003), estimación de la hora del día (Campbell et al., 2001), tareas de tiempo de reacción ante un estímulo visual (Blatter et al., 2006) y tareas de razonamiento lógico (Monk y Carrier, 1997).

En la literatura, se han empleado diversas pruebas para evaluar qué estrategia es la que mejor describe el ajuste de los organismos a la tarea de TPL diario. Una de ellas es la prueba de omisión de sesión, la cual consiste en sólo realizar una sesión, ya sea la sesión de la mañana o en la tarde, con el objetivo de determinar qué estrategia utilizan los organismos para el ajuste a la tarea (Carr y Wilkie, 1997; Saksida y Wilkie, 1994). Otra forma de identificar la estrategia que mejor describa el ajuste de los organismos es con la prueba de desplazamiento temporal, en la cual se modifica la hora de entrada a la sesión, puede ser que inicie antes de la hora que iniciaba en el entrenamiento o después (Biebach et al., 1991; Saksida y Wilkie, 1994). Otra prueba es la de interpolación de sesiones, la cual se caracteriza porque

se lleva a cabo una sesión entre las sesiones de la mañana y las sesiones de la tarde (Carr y Wilkie, 1997). Por último, otra prueba es la modificación del ciclo luz-oscuridad, que consiste en la exposición a un nuevo fotoperiodo con el objetivo de observar si cambia el ajuste observado en el entrenamiento en el momento del cambio del fotoperiodo (Carr y Wilkie, 1997; Saksida y Wilkie, 1994).

Aunque se ha encontrado TPL con diferentes especies, el caso de las ratas es diferente, ya que se llegó a reportar evidencia de ausencia de ajuste a los parámetros temporales, por ejemplo, Carr y Wilkie (1997) realizaron un estudio en el que, un grupo de 4 ratas podía obtener comida presionando una palanca en las sesiones matutinas (9:30), y en las sesiones vespertinas (15:30) tenían que presionar otra palanca, con base en un programa de reforzamiento de Razón Variable 15 (RV15). En dicho estudio, se emplearon tres opciones de respuesta: la *respuesta correcta* que era presionar la palanca con la que se obtenía alimento, la *respuesta opuesta* que era presionar la palanca en la que se obtenía alimento en la sesión anterior y la *respuesta incorrecta*, que era presionar la palanca en la que nunca se obtuvo comida. Encontraron que las ratas respondieron a la tecla temporalmente correcta, sugiriendo aprendizaje de tiempo y lugar. No obstante, cuando realizaron pruebas de omisión de sesión, interpolación de sesiones y modificación del ciclo luz-oscuridad, encontraron que la estrategia ordinal era la que mejor describía el comportamiento de las ratas en la tarea de TPL diario, siendo éste un resultado importante, ya que las ratas mostraron un ajuste totalmente diferente a lo que se había demostrado en la literatura con otras especies.

Por otro lado, Widman et al., (2000) demostraron que si se manipula el costo de respuesta en una tarea de TPL diario con un laberinto vertical, entendiendo el costo de respuesta como la energía gastada en el desplazamiento de un lugar a otro, el ajuste de las ratas puede ser descrito mediante dos estrategias, si el costo de respuesta es alto, la estrategia que mejor describe el ajuste de las ratas es la circadiana, pero, si el costo de respuesta es bajo, la estrategia que mejor describe el ajuste es el ordinal. De manera general, parece existir un consenso sobre que las ratas, en tareas de TPL diario, necesitan costos de respuesta altos, para que su

ajuste sea visto como estrategia circadiana (Deibel y Thorpe, 2013; Thorpe, et al., 2012; Widman, et al., 2000; Widman, et al., 2004).

Para conocer si únicamente las ratas no se ajustan a este tipo de tareas (Carr y Wilkie, 1997, 1999) sin aumentar el costo de respuesta (Widman et al. 2000), vale la pena generar evidencia de TPL diario con otras especies, como la humana. De lo anterior se desprende el objetivo del presente estudio, el cual consiste en identificar el porcentaje de respuestas correctas, opuestas e incorrectas en una tarea de TPL diario con estudiantes universitarios.

MÉTODO

Participantes: 4 estudiantes universitarios con una edad aproximada entre 19 a 22 años, de la licenciatura de Psicología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Aparatos: Se utilizó una computadora de escritorio equipada con sistema operativo Windows 10. También se utilizó un software diseñado en la plataforma Visual Studio Express 2010.

Procedimiento

Primero se convocó a los participantes a una reunión para informarles brevemente en qué consistiría el estudio e invitarlos a participar. A su vez, se les dio un consentimiento informado en el que se especificó el número de sesiones, la duración de las sesiones, la confidencialidad de los datos e identidad, el uso estrictamente académico de los datos y que podían abandonar el estudio en cuanto quisieran. A los participantes que aceptaron participar en el estudio, se les solicitó que firmaran el consentimiento.

Fase de entrenamiento:

La fase de entrenamiento tuvo una duración de 5 días. Se realizaron dos sesiones al día, una en la mañana 09:15 y una en la tarde 13:15; cada sesión experimental tenía una duración aproximada de 10 minutos. Primero un investigador iba al salón

de los participantes para poder llevarlos al cubículo en el que se llevarían a cabo las sesiones experimentales. Una vez en el cubículo, se les pedía que dejaran teléfonos celulares y relojes en una caja para evitar tener distracciones y evitar que tuvieran contacto con algún dispositivo que les proporcionará una señal de la hora del día. Una vez en la computadora asignada, los participantes debían registrar su edad, género, y fecha. Después del llenado de datos, aparecían en la pantalla las instrucciones de la tarea:

“Ayuda a Mario a encontrar todos los hongos posibles! Para ello, haz click sobre las cajas misteriosas hasta que aparezca un hongo. Cada hongo vale un punto, al final del estudio podrás intercambiar los puntos que hayas juntado por participaciones extra. Si tienes dudas, hazlas en este momento porque durante el experimento no se podrán responder preguntas”.

Cuando los participantes terminaban de leer las instrucciones, se les preguntaba si tenían alguna duda, para después comenzar propiamente con la tarea. La tarea consistía, como se menciona en las instrucciones, en ayudar a un personaje a encontrar un objeto, para lo cual debían dar clic en una de tres opciones. La posición del hongo en una de las tres opciones estaba asociada a la hora del día. Si elegían la opción correcta, en la que se encontraba el hongo, obtenían un punto. Por ejemplo, en la sesión de la mañana el hongo estaba disponible en la caja 1 de acuerdo con un programa de reforzamiento Razón Aleatoria 12 segundos (RA12 “) y en la sesión de la tarde en la caja 2, de acuerdo con el mismo programa de reforzamiento. Cada que aparecía el hongo, las cajas desaparecían y, se sumaba un punto al contador que se encontraba en la parte superior derecha de la pantalla; el hongo se mantenía visible por 3 segundos. Una vez terminada la presentación del hongo, volvían a presentarse las tres cajas. Este procedimiento fue repetido hasta que el tiempo de la sesión terminara. En la Figura 1 se presenta un ejemplo de cómo se veía la tarea.

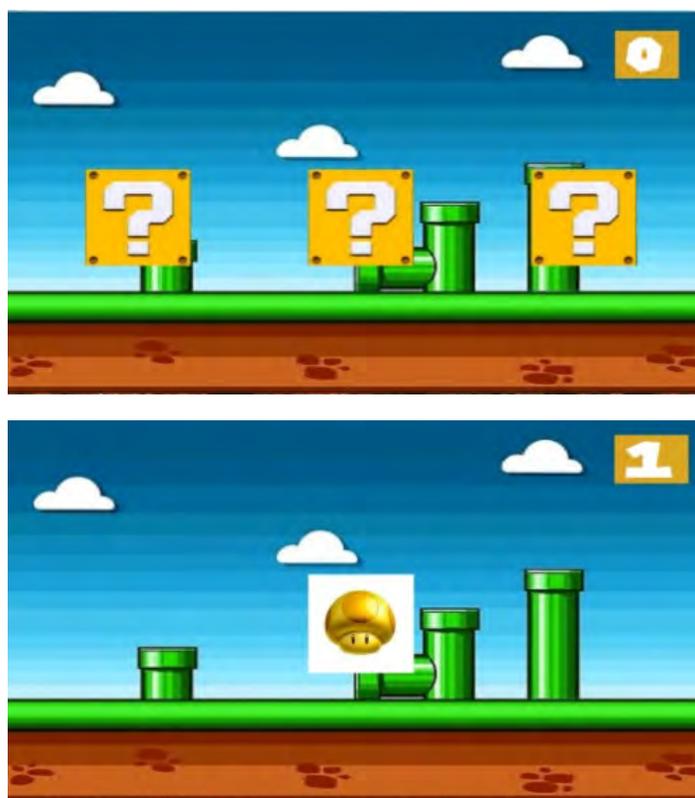


Figura 1. Ejemplo de la tarea experimental

Nota: En la figura 1 se presenta un ejemplo de lo que los participantes veían durante en la tarea. En el panel superior aparecen las tres opciones de respuesta. En el panel inferior aparece el hongo.

La asignación de las opciones donde podía aparecer el hongo fue contrabalanceda para cada participante, esto quiere decir que la opción correcta en la sesión de la mañana era diferente a la sesión de la tarde, además, cada participante tenía una asignación diferente (Tabla 1):

Tabla 1. Asignación de opciones de respuesta

<i>Participante</i>	<i>Opción en la que el hongo se encontraba disponible durante la sesión</i>	
	SESIÓN MATUTINA	SESIÓN VESPERTINA
1	1	2
2	2	1
3	2	3
4	3	2

Dado que había tres opciones de respuestas, había tres tipos de respuestas:

- Respuestas correctas: Dar clic en la opción en la que obtenía puntos.
- Respuestas opuestas: Dar clic en la opción en la que los puntos estaban disponibles en la sesión anterior.
- Respuestas incorrectas: Dar clic en la opción en la que nunca obtenían puntos.

Las respuestas que se emitían durante los primeros 60 segundos de la sesión no tenían consecuencia (intervalo sin consecuencias). Una vez transcurrido el intervalo de respuesta sin consecuencia, se podían obtener puntos en la opción temporalmente correcta con base en un programa de reforzamiento RA12". Se empleó dicho programa de reforzamiento con el propósito de hacer más difícil la conducta de conteo que ha sido observada en estudios de TPL intervalar (García-Gallardo et al., 2015; Thorpe et al., 2012).

RESULTADOS

En la Figura 2 se muestra el porcentaje promedio, para los cuatro participantes, de las respuestas correctas, opuestas e incorrectas obtenido durante el intervalo sin consecuencias, para las sesiones matutinas y vespertinas a lo largo de todo el estudio. En las sesiones matutinas, los porcentajes de respuestas correctas, opuestas e incorrectas se encontraban a nivel de azar y con el paso de las sesiones, el porcentaje de respuestas correctas se incrementó a diferencia de los porcentajes de respuestas opuestas e incorrectas que disminuyeron. En las sesiones vespertinas, desde el inicio hasta el final del estudio hubo un mayor porcentaje de respuestas opuestas que de respuestas correctas e incorrectas. En lo que respecta a las líneas de tendencia del porcentaje de respuestas correctas, tanto en las sesiones matutinas como vespertinas, va en ascenso a diferencia de la línea de tendencia del porcentaje de respuestas opuestas, sugiriendo que, si se hubieran realizado más sesiones es probable que el porcentaje de respuestas correctas en ambos tipos de sesiones hubiera incrementado.

Se realizó la prueba estadística U de Mann-Whitney para identificar si existen diferencias entre el porcentaje de respuestas correctas de las sesiones matutinas y

vespertinas, los resultados obtenidos de la prueba señalan que se encontraron diferencias significativas entre el porcentaje de respuestas correctas de las 5 sesiones matutinas y las 5 sesiones vespertinas ($z = -2.309, p < 0.05$). De igual forma se compararon los porcentajes de respuestas opuestas de las sesiones matutinas y vespertinas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el porcentaje de respuestas opuestas de las 5 sesiones matutinas y de las 5 sesiones vespertinas ($z = -2.611, p < 0.05$). Por último, se compararon los porcentajes de respuestas incorrectas de las sesiones matutinas y vespertinas y los resultados sugieren que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de respuestas incorrectas de las 5 sesiones matutinas y de las 5 sesiones vespertinas ($z = -1.149, p > 0.05$).

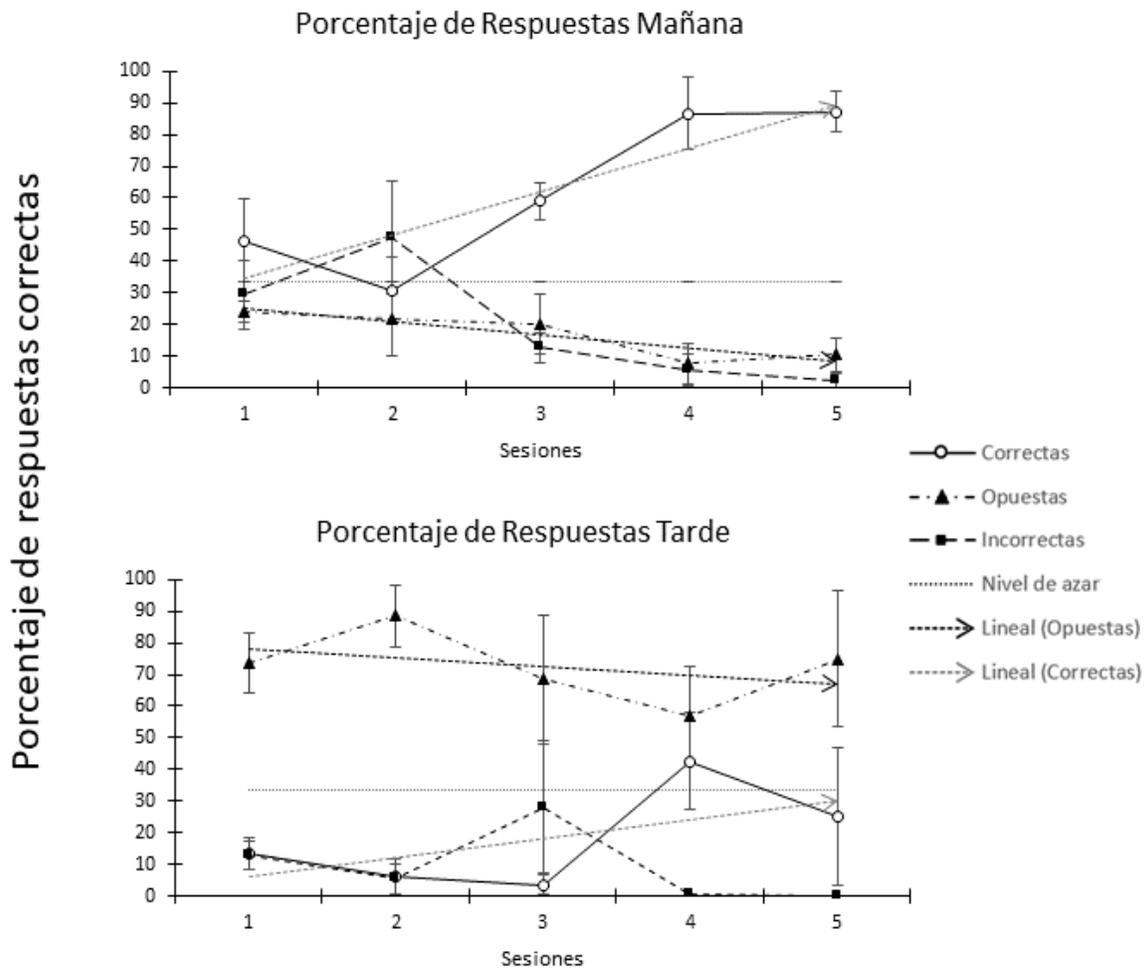


Figura 2. Porcentaje promedio de respuestas de todos los participantes durante el entrenamiento

Nota: En la Figura 2 se muestra el porcentaje promedio de respuestas correctas (línea con círculo blanco) opuestas (línea punteada con triángulo negro) e incorrectas (línea punteada con círculo negro) durante las sesiones matutinas (panel superior) y las sesiones vespertinas (panel inferior) de todos los participantes. De igual forma, en la Figura 1 se muestran las líneas de tendencia de las respuestas correctas (flecha punteada gris), opuestas (flecha punteada negra).

DISCUSIÓN

Retomando, el objetivo del presente trabajo consistió en identificar el porcentaje de respuestas correctas, opuestas e incorrectas en una tarea de TPL diario con estudiantes universitarios. En los resultados se pudo observar que los participantes respondieron más a la opción correcta de las sesiones de la mañana sin importar el horario de la sesión, es decir, sin importar si era la sesión de la mañana o de la tarde.

En primera instancia, se encontró que hay diferencias significativas entre los porcentajes de respuestas correctas durante el intervalo de respuestas sin consecuencias entre las sesiones matutinas y vespertinas ($z = -2.309$, $p < 0.05$), la diferencia consiste en que el promedio de porcentajes de respuestas correctas durante las sesiones de la mañana, son mayores en comparación con las sesiones de la tarde. También se encontraron diferencias significativas entre los porcentajes de respuestas opuestas e incorrectas de las sesiones matutinas ($z = -2.611$, $p < 0.05$) y vespertinas ($z = -1.149$, $p < 0.05$), esto quiere decir que los participantes respondían de manera distinta a las sesiones de la mañana y de la tarde.

Lo anterior se puede explicar debido a un sesgo que ha sido reportado en la literatura, denominado como *efecto de acarreo* (Pulido y López, 2006; Trigo y Martínez, 1994). El efecto de acarreo ha sido definido como efecto residual del primer entrenamiento o tratamiento que afecta a la ejecución de la siguiente fase del entrenamiento o tratamiento (Trigo y Martínez, 1994). En este caso, las sesiones de la mañana generan el efecto residual sobre las sesiones de la tarde, es por eso por lo que los participantes responden a la opción opuesta en las sesiones de la tarde, es decir, responden a la opción correcta de las sesiones de la mañana durante las sesiones vespertinas, sin importar la hora del día.

Este efecto puede deberse a la proximidad temporal de las sesiones, el tiempo que transcurría entre ambas fue de 4 horas. En los estudios realizados con animales, en

los cuales se mantiene el control de la duración del intervalo de vigilia, la actividad de los organismos, el tiempo entre la sesión de la mañana y la sesión de la tarde, es de 6 horas (Carr y Wilkie, 1997, 1999; Saksida y Wilkie, 1994; Widman et al., 2000). Es probable que, si las sesiones ocurren temporalmente más alejadas, se reduzca el efecto de acarreo.

Por otro lado, con base en la Figura 2, en la que se incluyeron líneas de tendencia para observar hacia dónde se dirigían los porcentajes de respuestas correctas, opuestas e incorrectas, la línea de tendencia del porcentaje de respuestas correctas tanto de las sesiones matutinas como vespertinas van en ascenso, sugiriendo que, en caso de haberse realizado más sesiones, los porcentajes de respuestas correctas hubieran incrementado y, en el caso de las líneas de tendencia de las respuestas opuestas e incorrectas van en descenso sugiriendo que, con el incremento de sesiones, los porcentajes de respuestas hubieran disminuido. De esta manera, se puede decir que es probable que, con más sesiones de entrenamiento, los participantes se hubieran ajustado a la tarea.

A pesar de estos resultados, los hallazgos encontrados durante las primeras sesiones de entrenamiento observados en este estudio, ya han sido reportados en este tipo de tareas con sujetos no humanos (Carr y Wilkie, 1997; García-Gallardo, et al, 2018; Saksida y Wilkie, 1994): el efecto de acarreo (Crystal, 2009); porcentajes de respuestas correctas, opuestas e incorrectas a nivel de azar en las primeras sesiones (Gómez-Laplaza y Morgan, 2005); y el incremento en los porcentajes de respuestas correctas con el paso de las sesiones de entrenamiento (Widman et al., 2000; Widman et al., 2004). De esta forma, los datos sugieren que, si se incrementara el número de sesiones de entrenamiento, se hubiera podido observar un incremento y estabilidad en el porcentaje de respuestas correctas sobre los porcentajes de respuestas opuestas e incorrectas, por lo que será de suma importancia manipular el número de sesiones de entrenamiento para futuros estudios.

Con los datos presentado no se puede decir que el ajuste de los participantes a esta tarea se describe a partir de la estrategia circadiana. Para poder decir eso, los

participantes, durante las sesiones finales deberían responder exclusivamente a la opción correcta en la mañana y en la tarde.

Finalmente, no es posible concluir algo en concreto. Para poder acercarnos más a la respuesta de si los humanos se ajustan a una tarea de TPL diario, tendrían que considerarse las siguientes observaciones: 1) Realizar más sesiones de entrenamiento, 2) Aumentar el intervalo entre sesiones, mínimo de 6 hora, 3) Realizar pruebas para determinar cuál de las estrategias describe el ajuste de los participantes.

Agradecimientos

Los/as autores/as agradecen a Yoselyn Servín, a Mairene García, a René Rincón y a Arturo Cordero por su valiosa colaboración y apoyo en la realización del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biebach, H., Falk, H. y Krebs, J. (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(4), 353-365. <https://doi.org/10.1177/074873049100600406>
- Biebach, H., Gordjin, M. y Krebs, J. (1989). Time-and-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. y Falk, H. (1994). Time-place learning, food availability and the exploitation of patches in garden warblers, *Sylvia borin*. *Animal Behaviour*, 48(2), 273-284. <https://doi.org/10.1006/anbe.1994.1241>
- Blatter, K., Graw, P., Munch, M., Knoblauch, V., Wirz-Justice, A. y Cajochen, C. (2006). Gender and age differences in psychomotor vigilance performance under differential sleep pressure conditions. *Behavioural Brain Research*, 168(2), 312-317. [10.1016/j.bbr.2005.11.018](https://doi.org/10.1016/j.bbr.2005.11.018)
- Breed, M.D., Stocker, E.M., Baumgartner, L.K. y Vargas, S.A. (2002). Time-place learning and the ecology of recruitment in a stingless bee, *Trigona amalthaea* (Hymenoptera, Apidae). *Apidologie*, 33(3), 251-258. <https://doi.org/10.1051/apido:2002018>
- Campbell, S., Murphy, P. y Boothroyd, C. (2001). Long-term time estimation is influenced by circadian phase. *Physiology y Behavior*, 72(4), 589-593. [10.1016/s0031-9384\(01\)00414-0](https://doi.org/10.1016/s0031-9384(01)00414-0)

- Carr, J. y Wilkie, D. (1997). Rats use an ordinal timer in a daily time-place learning task. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23(2), 232-247. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.23.2.232>
- Carr, J. y Wilkie, D. (1999). Rats are reluctant to use circadian timing in a daily time-place task. *Behavioural Processes*, 44(3), 287-299. [10.1016/S0376-6357\(98\)00036-9](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(98)00036-9)
- Carr, J., Tan, A., Thorpe, C. y Wilkie, D. (2001). Further evidence of joint time-place control of rats' behavior: results from an 'open hopper' test. *Behavioural Processes*, 53, 147-153. [10.1016/S0376-6357\(01\)00138-3](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(01)00138-3)
- Crystal, J. (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. y Miller, B. (2002). Simultaneous temporal and spatial processing. *Animal Learning y Behavior*. 30, 53-65. [10.3758/bf03192909](https://doi.org/10.3758/bf03192909)
- D'Reaux, R., Neumann, C. y Rhymer, K. (2000). Time of day of testing and neuropsychological performance of schizophrenic patients and healthy controls. *Schizophrenia Research*, 45, 157-167. [10.1016/S0920-9964\(99\)00196-6](https://doi.org/10.1016/S0920-9964(99)00196-6)
- Deibel, S y Thorpe, C. (2013). The effects of response cost and species-typical behaviors on a daily time-place learning task. *Learning Behavior*, 41, 42 – 53. <https://doi.org/10.3758/s13420-012-0076-4>
- 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. <http://www.jstor.org/stable/4600715>
- Folkard, S. y Monk, T. (1980). Circadian rhythms in human memory. *British Journal of Psychology*, 71, 295-307. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1980.tb01746.x>
- García-Gallardo, D. y Carpio, C. (2016). Effects of variable sequences of food availability on interval time-place learning by pigeons. *Behavioural Processes*, 130(1), 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.07.008>
- García-Gallardo, D., Aguilar Guevara, F., Armenta, B. y Carpio, C. (2018). Aprendizaje de tiempo y lugar: efectos de la duración del periodo de disponibilidad y de la variabilidad o constancia de la secuencia de locaciones. *Universitas Psychologica*, 17(4). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy17-4.atle>

- García-Gallardo, D., Aguilar, F., Armenta, B. y 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. [10.1016/j.beproc.2015.01.017](https://doi.org/10.1016/j.beproc.2015.01.017)
- García-Gallardo, D., Aguilar, F., Moreno, S., Hernández, M. y Carpio, C. (2019). Evidence of non-circadian timing in a low response-cost daily Time-Place Learning task with pigeons *Columba Livia*. *Behavioural Processes*, 168, 1-12. [10.1016/j.beproc.2019.103942](https://doi.org/10.1016/j.beproc.2019.103942)
- Gómez-Laplaza, L. y Morgan, E. (2005). Time-place learning in the cichlid angelfish, *Pterophyllum scalare*. *Behavioural Processes*, 70(2), 177-181. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2005.02.021>
- Kraemer, S., Danker-Hopfe, H., Dorn, H., Schmidt, A., Ehlert, I. y Herrmann, W. (2000). Time-of-day variations of indicators of attention: performance, physiologic parameters, and self-assessment of sleepiness. *Biological Psychiatry*, 48(11), 1069-1080. [10.1016/s0006-3223\(00\)00908-2](https://doi.org/10.1016/s0006-3223(00)00908-2)
- Krebs, J. y Biebach, H. (1989). Time-place learning by garden warblers (*Sylvia Borin*): Route or map? *Ethology*. 83, 248-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1989.tb00532.x>
- Kuriyama, K., Uchiyama, M., Suzuki, H., Tagaya, H., Ozaki, A., Aritake, S., Kame, Y., Nishikawa, T. y Takahashi, K. (2003). Circadian fluctuation of time perception in healthy human subjects. *Neuroscience Research*, 46, 23-31. [10.1016/s0168-0102\(03\)00025-7](https://doi.org/10.1016/s0168-0102(03)00025-7)
- Means, L.W., Arolfo, M.P., Ginn, S.R., Pence, J.D., y Watson, N.P. (2000). Rats more readily acquire a time-of-day go no-go discrimination than a time-of-day choice discrimination. *Behavioural Processes*, 52, 11-20. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(00\)00109-1](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(00)00109-1)
- Monk, T. y Carrier, J. (1997). Speed of mental processing in the middle of the night. *Sleep*, 20(6), 399-401. [10.1093/sleep/20.6.399](https://doi.org/10.1093/sleep/20.6.399)
- Murphy, C. M., y Breed, M. D. (2008). Time-place learning in a neotropical stingless bee, *Trigona fulviventris* Gurin (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 81(1), 73-76. <https://doi.org/10.2317/JKES-704.23.1>
- Natale, V., Alzan, A. y Cicogna, P. (2003). Cognitive efficiency and circadian typologies: a diurnal study. *Personality and Individual Differences*, 35(5), 1089-1105. <https://doi.org/10.1016/S0191-8869%2802%2900320-3>

- Pizzo, M. y Crystall, J. (2002). Representation of time in time-place learning. *Animal Learning y Behavior*, 30, 287-393. <https://doi.org/10.3758/BF03195963>
- Pizzo, M. y Crystal, J. (2004). Time-place learning in the eight-arm radial maze. *Animal Learning y Behavior*, 32(2), 240-255. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03196025>
- Pulido, M.A. y López, L. (2006). Efectos del reforzamiento demorado en Programas definidos temporalmente. *Revista mexicana de análisis de la conducta*, 32(1), 39-56. <http://dx.doi.org/10.5514/rmac.v32.i1.23254>
- Saksida, L. y Wilkie, D. (1994). Time-of-day discrimination by pigeons, columba livia. *Animal Learning y Behavior*, 22(2), 143-154. <https://psycnet.apa.org/doi/10.3758/BF03199914>
- Schatz, B., Beugnon, G. y Lachaud, J. (1994). Time-place learning by an invertebrate, the ant *Ectatomma ruidum* Roger. *Animal Behaviour*, 48, 236-238. <https://dx.doi.org/10.1006/anbe.1994.1232>
- Thorpe, C. y Wilkie, D. (2002). Unequal interval time-place learning. *Behavioural Processes*, 58(3), 157-166. [http://dx.doi.org/10.1016/S0376-6357\(02\)00030-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0376-6357(02)00030-X)
- Thorpe, C. y Wilkie, D. (2005). Interval time-place learning by rats: varying reinforcement contingencies. *Behavioural Processes*, 70(2), 156-167. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2005.06.005>
- Thorpe, C. y Wilkie, D. (2006). Rats' performance on an interval time-place task: Increasing sequence complexity. *Learning y Behavior*, 34(3), 248-254. <https://doi.org/10.3758/BF03192880>
- Thorpe, C., Hallett, D. y Wilkie, D. (2007). The role of spatial and temporal information in learning interval time-place tasks. *Behavioural Processes*, 75(1), 55-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.beproc.2007.01.002>
- Thorpe, C., Hallett, D., Murphy, M., Fitzpatrick, C. y 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>
- Trigo, E. y Martínez, H. (1994). Diseños y procedimientos de validación en la psicología interconductual: discriminación condicional y estrategias longitudinales. *Revista Mexicana de la Conducta*, 20(1), 67-82. <http://rmac-mx.org/disenos-y-procedimientos-de-validacion-en-la-psicologia-interconductual-discriminacion-condicional-y-estrategias-longitudinales/>

- Vallar, P. y Baddeley, A. (1984). Fractionation of working memory: neuropsychological evidence for a phonological short-term store. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 151-161.
[https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S0022-5371\(84\)90104-X](https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S0022-5371(84)90104-X)
- Widman, D., Gordon, D. y Timberlake, W. (2000). Response cost and time-place discrimination by rats in maze tasks. *Animal Learning y Behavior*, 28(3), 298-309. <https://psycnet.apa.org/doi/10.3758/BF03200263>
- Widman, D., Sermania, C. y Genismore, K. (2004). Evidence for time-place learning in the Morris water maze without food restriction but with increased response cost. *Behavioural Processes*, 67, 183-193.
<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2004.04.001>
- Wilkie, D. (1995). Time-Place Learning. *Current Directions in Psychological Science*, 48(3), 85-89. <https://doi.org/10.1111%2F1467-8721.ep10772332>
- Wilkie, D. y Willson, R. (1992). Time-place learning by pigeons, *Columba livia*. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57(2), 145-158.
<https://dx.doi.org/10.1901%2Fjeab.1992.57-145>
- Wilkie, D., Carr, J., Galloway, J., Parker, K. y Yamamoto, A. (1997). Conditional time-place learning. *Behavioural Processes*, 40, 165 - 170.
[https://doi.org/10.1016/s0376-6357\(97\)00781-x](https://doi.org/10.1016/s0376-6357(97)00781-x)