

*Conditional discrimination of the spatial orientation of the own behavior in adult
and young Wistar rats¹*

Jairo A. Rozo²
Andrés M. Pérez- Acosta³
José Luis Posada⁴
Guillermo Ruiz Narváez⁵
Leidy Tatiana Bustos Marín⁶
Jaime Enrique Gaitán Torres⁷

¹ Esta investigación fue financiada por la Fundación Universitaria Los Libertadores. Convocatoria interna de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación I+D+I, código PSI-002-17.

² Doctor en Psicología (Aprendizaje y Cognición) por la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, España. Docente-investigador del Laboratorio de Psicología Iván Pavlov, Programa de Psicología, Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, D. C., Colombia. Correspondencia: jaroza@libertadores.edu.co

³ Doctor en Psicología por la Universidad de Sevilla, Sevilla, España. Docente Tiempo Completo Universidad del Rosario (Bogotá, Colombia). Correspondencia: andres.perez@urosario.edu.co

⁴ Magíster en Psicología por la Universidad de los Andes. Docente Tiempo Completo Fundación Universitaria Los Libertadores. Correspondencia: jposada@libertadores.edu.co

⁵ Magíster en Bioética por la Universidad del Bosque. Asesor veterinario de la Fundación Universitaria Los Libertadores. Correspondencia garmv2010@gmail.com

⁶ Psicóloga de la Fundación Universitaria Los Libertadores. Joven Investigadora Fundación Universitaria Los Libertadores. Correspondencia: tbustosm@libertadores.edu.co

⁷ Psicólogo Fundación Universitaria Los Libertadores. Joven Investigador Fundación Universitaria Los Libertadores. Correspondencia: jegaitan@libertadores.edu.co

Discriminación condicional de orientación espacial en la propia conducta de ratas Wistar adultas y jóvenes

Cómo citar este artículo: Rozo, J.A., Pérez-Acosta, A.M., Posada, J.L., Ruiz, G., Bustos, L.T., & Gaitán, J.E. (2018). Discriminación condicional de orientación espacial en la propia conducta de ratas Wistar adultas y jóvenes. *Revista Tesis Psicológica*, 13(2), 1-25.

Recibido: septiembre 27 de 2018
Revisado: septiembre 27 de 2018
Aprobado: noviembre 12 de 2018

Abstract

Conditional self-discrimination is the learned ability that animals have shown to discriminate aspects of the individual, such as their own behavior, their own internal states or their own image. This concept corresponds to the behavioral version of self-awareness. Some authors suggest that this process have a phylogenetic course and depends on the social structure of the species. However, we have not detected research on its ontogenetic course. This study aimed to explore experimentally the relationship between age and the acquisition of conditional self-discrimination. In particular, a matching-to-sample experimental paradigm of conditional discrimination of the spatial orientation of the own behavior in rats was developed in a symmetric Y-maze. This type of labyrinth allows controlling external keys of spatial orientation, in addition to allow sequences of trials followed without the intervention of the experimenter. A first pilot study was conducted with eight adult subjects of the Wistar strain (weeks 19 to 32 of age) and, subsequently, the experimental study was carried out with the four young subjects (weeks 7 to 23 of age). Comparison stimuli associated with spatial orientation of the own behavior ("previous turn to the left" vs. "previous turn to the right") were geometric figures (triangle vs. circle) of yellow color on a black background. Discrimination index required to demonstrate acquisition was 0.8 in at least one trial. In the pilot study, six of eight adult subjects achieved the required level, while, in the experimental group, three of four young subjects achieved the criterion. Although both groups showed a tendency to acquire conditional self-discrimination, the acquisition rhythms were different according to age, consistent with the inverted U hypothesis of the ontogeny of learning, that is: younger subjects learn more slowly than adult ones. However, to complete the test of such hypothesis, an additional study is required with older subjects. Our ontogenetic findings complement the comparative studies of animal self-awareness, which give clues of the phylogeny of this process.

Keywords: conditional self-discrimination; ontogeny; spatial orientation; self-awareness; positive reinforcement; Wistar rats.

Resumen

La autodiscriminación condicional es la capacidad aprendida que han demostrado los animales para discriminar aspectos propios como la conducta, los estados internos o la propia imagen. Este concepto corresponde a la versión conductista de la autoconciencia -darse cuenta de sí mismo-. El presente estudio pretendió explorar experimentalmente la relación entre la edad y la capacidad de adquisición de la autodiscriminación condicional. Se desarrolló para tal fin, un paradigma experimental de igualación a la muestra para estudiar la discriminación condicional de la orientación espacial de la propia conducta en ratas, en un laberinto en "Y" simétrico que permite controlar claves externas de orientación espacial, además de lograr secuencias de ensayos seguidos sin intervención del experimentador. Se efectuó un primer estudio piloto con ocho sujetos adultos de la cepa Wistar (19 a 32 semanas de edad durante el estudio) y, posteriormente, se efectuó el estudio experimental con los cuatro sujetos jóvenes (7 a 23 semanas de edad durante el estudio). El índice de discriminación requerido para demostrar la adquisición fue de 0,8 en al menos un ensayo. En el estudio piloto, seis de ocho sujetos adultos lograron el criterio requerido, mientras que, en el grupo experimental, tres de cuatro sujetos jóvenes alcanzaron el criterio. Si bien ambos grupos mostraron una tendencia de adquisición de la autodiscriminación condicional, los ritmos de adquisición fueron distintos según la edad, coherentemente con la hipótesis de U invertida de la ontogenia del aprendizaje, es decir: los sujetos más jóvenes aprenden más lentamente que los adultos. Para corroborar la hipótesis mencionada, se requiere un estudio adicional con sujetos viejos, que completen el ciclo vital. Nuestros hallazgos ontogenéticos complementan estudios comparados de la autoconciencia animal, que dan pistas sobre la filogenia de este proceso.

Palabras clave: autodiscriminación condicional, ontogenia, orientación espacial, autoconciencia, reforzamiento positivo, ratas Wistar.

Introducción

Autodiscriminación condicional

La autodiscriminación condicional es la capacidad aprendida que han demostrado los animales (humanos y no humanos) para discriminar aspectos del individuo, como la propia conducta, los propios estados internos o la propia imagen (Pérez-Acosta, Benjumea & Navarro, 2002). Se trata de una variedad del control de estímulos, que corresponde a la versión conductista de la autoconciencia -darse cuenta de sí mismo-, evidenciada en diferentes especies animales (Beninger, Kendall & Vanderwolf, 1974; Díaz, 2007; Epstein, Lanza & Skinner, 1981; Pérez-Acosta, Benjumea & Navarro, 2001; Pérez-Acosta & Rozo, 2018; Rozo, 2017; Shimp, 1984). Diferentes autores plantean que este proceso parece tener un curso filogenético y estar influenciado por la estructura social de la especie (Díaz, 2007; Penagos-Corzo, Hermosillo & Pérez-Acosta, 2011). Sin embargo, aún no hemos encontrado

planteamientos explícitos sobre su posible curso ontogenético, es decir, su desarrollo en el ciclo vital individual; este trabajo pretende ser la primera exploración al respecto.

En el caso de los humanos, se han planteado desde perspectivas epistemológicas distintas como las de Lev Vygotsky y la de Burrhus. F. Skinner; el origen social de la autoconciencia, ligado a la presencia de habilidades como describir y reseñar lingüísticamente el propio comportamiento, originado a partir del aprendizaje de índole social (Dymond & Barnes, 1997; Pérez-Acosta, 2007). Al respecto, Chalmers (1996) menciona que el “darse cuenta” consiste en ser capaz de dirigir la conducta sobre la base de la información externa o interna; sin embargo, esto no necesariamente implica la capacidad de reportar los eventos. Así, es posible considerar a las capacidades de autodiscriminación como funciones

resultantes de la experiencia o historia de interacción con el ambiente; capacidad no exclusiva de los animales sociales o con lenguaje (Pérez-Acosta, 2006).

Existe un vínculo importante que liga la autodiscriminación a las conductas sociales y de cooperación. Algunos de los estudios realizados con animales relacionan claramente capacidades cognitivas muy elaboradas, como el auto-reconocimiento, con estructuras sociales que mantienen un alto grado de complejidad (Díaz, 2007; Penagos-Corzo, Pérez-Acosta & Hernández, 2015). Esto no quiere decir que las estructuras sociales sean el detonante del darse cuenta, pero puede ser que de algún modo la conducta social influya en dicho proceso, pues los hallazgos de capacidades autodiscriminativas parecen indicar que existe una relación proporcional entre la complejidad de la red social y las capacidades presentadas por el organismo.

Si bien esta capacidad aprendida ha sido estudiada en diferentes especies (Pérez-Acosta et al., 2001), aún no ha sido abordada desde una perspectiva del ciclo vital, por ejemplo, en sujetos jóvenes o viejos. La novedad de la presente investigación consiste en la exploración de la influencia de la edad en la capacidad de autodiscriminación condicional. En nuestra revisión de la literatura, no hemos detectado la relación entre estas dos variables.

Nuestro estudio se desarrolla con base en un paradigma experimental de la autodiscriminación condicional en ratas con antecedentes en las investigaciones realizadas por Hermosillo, Penagos-Corzo & Pérez-Acosta (2011) y Penagos-Corzo et al. (2015) motivadas con una variedad apetitiva de la discriminación espacial de la propia conducta, retomada de los estudios de Pérez-Acosta & Benjumea (2003) así como, García & Benjumea (2006). Estos estudios se han efectuado siempre con sujetos adultos

(ratas o palomas), lo cual obliga a una revisión de los aspectos ontogenéticos de esta especie, con el fin de establecer los diferentes hitos de su ciclo vital.

Aspectos ontogenéticos de *Rattus norvegicus*

Rattus norvegicus es una especie importante en estudios de comportamiento, por lo cual es importante delimitar con cierta precisión sus etapas vitales. En general, varios métodos han sido utilizados para determinar el crecimiento físico de pequeños mamíferos; estos procedimientos comprenden mediciones del tamaño y el crecimiento de ciertas partes del cuerpo: osificación de la epífisis, maduración somática, de crecimiento y desarrollo de los dientes. Según algunos autores (ver Otis & Brent, 1954), las etapas de crecimiento se basan en el desarrollo morfológico externo e interno del embrión de los vertebrados, sin depender directamente de la edad o el

tamaño. Los criterios más allá de las características morfológicas incluyen la edad en días, el número de somitas presentes y la longitud embrionaria. Como esta estratificación se puede aplicar a todos los vertebrados, y a la mayoría de los embriones de vertebrados, podemos comparar directamente el momento del desarrollo para diferentes especies. Algunos autores (véase Baker, Lindsey & Weisbroth, 1979) indican que animales jóvenes comienzan a ingerir alimentos sólidos de manera confiable alrededor del día 18. El tiempo de lactancia comienza a disminuir alrededor del día 20, aumentando el tiempo de ingesta de alimentos sólidos. Aproximadamente al día 34, los jóvenes ya no maman y el destete es esencialmente completo. La edad promedio de destete es de tres semanas (21 días) para las ratas de laboratorio. Los resultados generales indican que las ratas crecen rápidamente durante su infancia y maduran sexualmente alrededor de la sexta semana,

pero alcanzan la madurez social entre cinco a seis meses después (Otis & Brent, 1954).

En relación con la madurez o la adultez de los animales de laboratorio, se podría decir que las ratas, así como los ratones, muestran un perfil de desarrollo similar (Sengupta, 2013). La madurez sexual generalmente se define por la apertura vaginal (hembras) o la separación balanoprepucial (machos). Este punto se alcanza en ratas hembras en aproximadamente el día 32-34, pero en los machos, la madurez ocurre mucho más tarde alrededor del día 45 al día 48. Sin embargo, la edad de madurez sexual varía considerablemente entre individuos, que van desde tan jóvenes como el día 40 hasta tan viejos como el día 76 en ratas macho (Lewis, Barnett, Freshwater, Hoberman & Christian, 2002). También es importante señalar que la madurez sexual en sí misma no marca el comienzo de la edad adulta; denota el comienzo de la adolescencia.

Ontogenia de la orientación espacial

Desde los comienzos de la psicología comparada, a finales del siglo XIX, el mecanismo de la orientación espacial constituyó un interrogante pertinente, dado el rol de los laberintos habilidosamente aprendidos por las ratas en los laboratorios norteamericanos (Boakes, 1989). La teoría que tuvo más influencia al respecto fue el mapa cognitivo, planteado a mediados del siglo XX (Tolman, 1948). La hipótesis de Tolman se refinó cuatro décadas más tarde, con el avance de las neurociencias, orientándose hacia la formación hipocampal y las “células de lugar” (O’Keefe & Nadel, 1978). Finalmente, la comunidad científica reconoció la validez de un mecanismo cerebral interno en ratas, con el descubrimiento complementario de las *grid cells* o células grilla, que conforman una microestructura de mapa espacial en la corteza entorrinal (Hafting, Fyhn, Molden,

Moser, & Moser, 2005). Estos descubrimientos llevaron a John O'Keefe, May-Britt Moser y Edvard I. Moser a obtener el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en el 2014.

Ahora que el mecanismo se ha aclarado en los mamíferos, surge la pregunta de cómo se desarrolla este sistema de navegación espacial en el ciclo vital (Wills, Muessig, & Cacucci, 2014). También con la valiosa ayuda de diferentes tipos de laberintos, como el acuático, en T y el radial, se ha podido establecer, en el caso de las ratas (la especie "estándar" de mamífero), el aprendizaje espacial "hipocampo-dependiente" surge alrededor de las tres semanas de edad (a partir de los 21 días). Sin embargo, la maduración completa de estas habilidades se da entre las seis y las ocho semanas de vida (es decir, a partir de los 42 días).

Teniendo en cuenta este desarrollo de la orientación espacial en ratas, podemos

efectuar una delimitación de grupos de edad (jóvenes vs. adultos) para explorar las diferencias en la adquisición de la discriminación condicional de la orientación espacial de la propia conducta en esta especie y explorar el proceso de autodiscriminación animal en ratas por medio de un procedimiento apetitivo de igualación a la muestra, para observar si existe cambio en la ejecución debida a la edad de los individuos.

Método

Diseño

El presente estudio es experimental, con la variable edad (jóvenes vs. adultos) como independiente y el índice de discriminación (número de aciertos sobre el número total de ensayos de la sesión) ante el entrenamiento como variable dependiente. Se consideró como umbral de aprendizaje el índice 0,8 (80% de aciertos durante una sesión). El entrenamiento de discriminación se efectuó con base en una variación del

paradigma estándar de igualación a la muestra, en la cual, la muestra es alguna dimensión de la propia conducta del individuo y la comparación está dada por estímulos arbitrarios externos (Pérez-Acosta et al., 2002; Pérez-Acosta & Benjumea, 2003). En este caso, los aciertos se premiaron con comida y los errores se informaron con una luz emitida por una linterna.

Sujetos

Los biomodelos experimentales empleados para el estudio fueron ratas (todas hembras) de la cepa Wistar adquiridas al Instituto Nacional de Salud de Colombia. Se identificaron por medio de una lámina que contenía una letra y un número ubicados en las cajas de hábitat. La letra estaba relacionada con el grupo al cual pertenecían y el número con la cantidad de biomodelos; adicional a esto la lámina contenía la fecha y la cantidad de semanas que tenían los animales al inicio del trabajo experimental.

En el estudio piloto se emplearon ocho sujetos adultos (biomodelos 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 y 35) que arribaron al laboratorio con una edad de 3 semanas, comenzaron el trabajo experimental a las 19 semanas y culminaron en la semana 32. Para la fase experimental, el grupo estuvo conformado por cuatro animales jóvenes (biomodelos J2, J3, J4 y J5), los cuales arribaron al bioterio con 4 semanas de edad, comenzaron el trabajo experimental a las 7 semanas, hasta culminar en la semana 23, siguiendo los parámetros de desarrollo ontogenético presentados en la introducción.

Los animales fueron alimentados con pellets de la referencia NIH - 31 Open Formula Autoclavable, marca Zeigler. El acceso al agua fue *ad-libitum*. Con el objetivo de garantizar la motivación para el trabajo experimental, la alimentación que obtenían los animales antes de la sesión era del 5% en relación con su peso corporal (en las fases previas fue del 10%).

Instrumentos y equipos

Los animales fueron ubicados en cajas de hábitat individuales, que permanecían en el bioterio con unos períodos de luz y oscuridad de 12:12 horas, con una temperatura promedio de 21°C y una humedad promedio de 60%, registradas permanente. El peso corporal y el consumo de alimento se registraron cada ocho días.

Para el estudio se empleó un laberinto en Y simétrico, en acrílico, color negro, cada brazo con las siguientes medidas: 50 cm de largo, 10 cm de ancho y 20 cm de alto (ver Figura 1). Las sesiones fueron registradas en video con un sistema de grabación permanente del laboratorio, el cual también registró el estado de los animales en el bioterio.

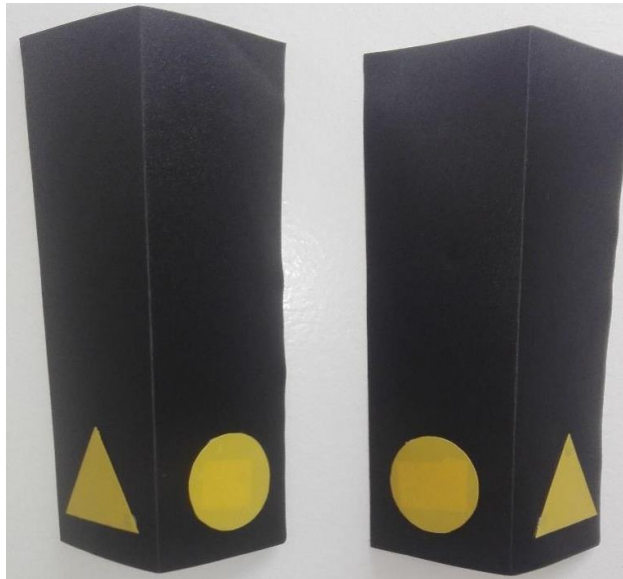
Figura 1. Laberinto en Y simétrico usado en el estudio



Fuente: Autores

Se utilizaron dos estímulos de comparación simultáneos: círculo y triángulo amarillos en fondo negro, los cuales se presentaron aleatoriamente, a la izquierda o a la derecha (con la ayuda de las dos versiones presentadas en la Figura 2) y se relacionaron condicionalmente con la conducta muestra previa del animal: girar a la izquierda o girar a la derecha en el laberinto en Y simétrico.

Figura 2. Estímulos discriminativos condicionales (de comparación). Forma aleatoria



Fuente: Autores

El estímulo informativo de error fue una luz de una linterna directamente sobre el animal. Los aciertos se informaron usando pequeños aros frutales dulces comerciales (marca *Fiocco*) como reforzadores, con la siguiente mezcla de ingredientes: azúcar, harina de maíz, harina de trigo, harina de avena, glucosa, sabores naturales y artificiales a limón, naranja y durazno, sal,

vitaminas y minerales, carbonato de calcio, colorantes artificiales, ácido ascórbico, gluten y tartrazina.

Procedimiento

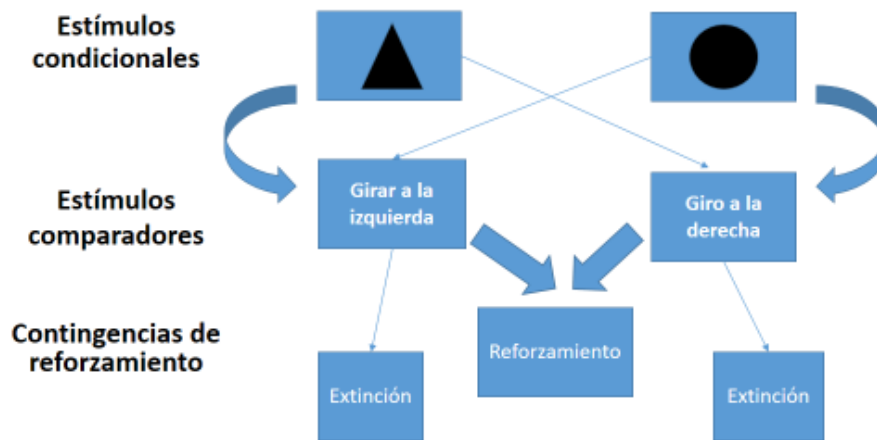
El trabajo inició con el grupo piloto. La primera fase de habituación consistió en el reconocimiento del laberinto por parte de los animales; ésta tuvo una duración de 5 días (12 al 16 de junio de 2017) con sesiones de 5 minutos para cada biomodelo; en el moldeamiento, se registraron 11 conductas (resistencia al ingreso, olisquear, orinar, defecar, acicalar, pararse en dos patas, detenerse en un punto del laberinto, salir del laberinto, consumo de reforzador, acercamiento al reforzador y rascar), con una duración de 30 minutos para cada sesión, en la cual se entregaba el reforzador ante aproximaciones sucesivas al recorrido completo de los brazos del laberinto.

El entrenamiento en autodiscriminación, que inició el día 10 de julio de 2017, duró dos

sesiones de 15 minutos. Se registraron las elecciones correctas e incorrectas. El animal ingresaba por uno de los brazos del laberinto (ver Figura 1); para hacer una elección espontánea de girar a la derecha o a la izquierda, luego de las elecciones espontáneas (estímulos de muestra conductual) al roedor se le presentaban en el centro del laberinto los estímulos de discriminativos de comparación (ver Figura 2) donde el círculo significa “giro a la derecha” y el triángulo significa “giro a la izquierda”. Los estímulos discriminativos de comparación se presentaban de forma aleatoria (unas veces colocados a la izquierda y otras a la derecha como lo demuestran las tarjetas de la Figura 2) lo que garantiza que el animal no asocie la figura

geométrica con el lado donde está puesta sino con su significado conductual: círculo = giro a la derecha y triángulo = giro a la izquierda. Si la primera elección espontánea del animal era derecha, al poner el estímulo debía elegir el brazo donde estuviera la figura del círculo, la cual representa este movimiento y era registrado como una respuesta correcta, obteniendo el reforzador de aro frutal. Si el animal fallaba se presentaba el estímulo informativo (luz de linterna) y era registrado como error. La fase experimental con este grupo culminó el 13 de octubre del 2017, cuando los sujetos tenían 32 semanas.

Figura 3. Representación del proceso de autodiscriminación condicional



Fuente: Autores

Tomando como antecedente el trabajo con el grupo piloto, se realizaron varios ajustes técnicos con miras al trabajo con el grupo experimental de sujetos jóvenes. La fase de habituación se extendió a 10 minutos por cada animal; éste ingresaba al laberinto y a los 5 minutos era retirado, con un tiempo fuera de 2 minutos, el animal regresaba al laberinto para terminar los 10 minutos iniciales. En la fase de moldeamiento se siguió trabajando 30 minutos con un tiempo fuera de 2 minutos en la mitad de la sesión empleando las

aproximaciones sucesivas por medio de los aros frutales y, por último, en la fase experimental en la sesión de 30 minutos se contempló otra variable en la cual si el animal consumía 30 veces reforzador se daba por concluida la sesión. Finalmente, se mejoró el material de base del estímulo informativo (con cartón piedra, forrado en papel *contact* negro) mientras que las figuras se dejaron en plástico de color amarillo semitransparente para reflejar las luces LED que se colocaron por detrás y, así, aumentar la intensidad de los estímulos.

Implicaciones éticas

Esta investigación se ajusta a las normativas nacionales e internacionales relacionadas con la investigación psicológica con sujetos animales: Ley 1090 (República de Colombia, 2006), y Código de Ética de la American Psychological Association (1992).

El proyecto fue examinado en sus dimensiones teóricas, metodológicas y éticas por el Comité de Investigaciones de la Fundación Universitaria Los Libertadores (Bogotá, Colombia), con miras a su aprobación para la financiación mencionada en la Nota al Título.

Los procedimientos efectuados en la presente investigación también siguen las

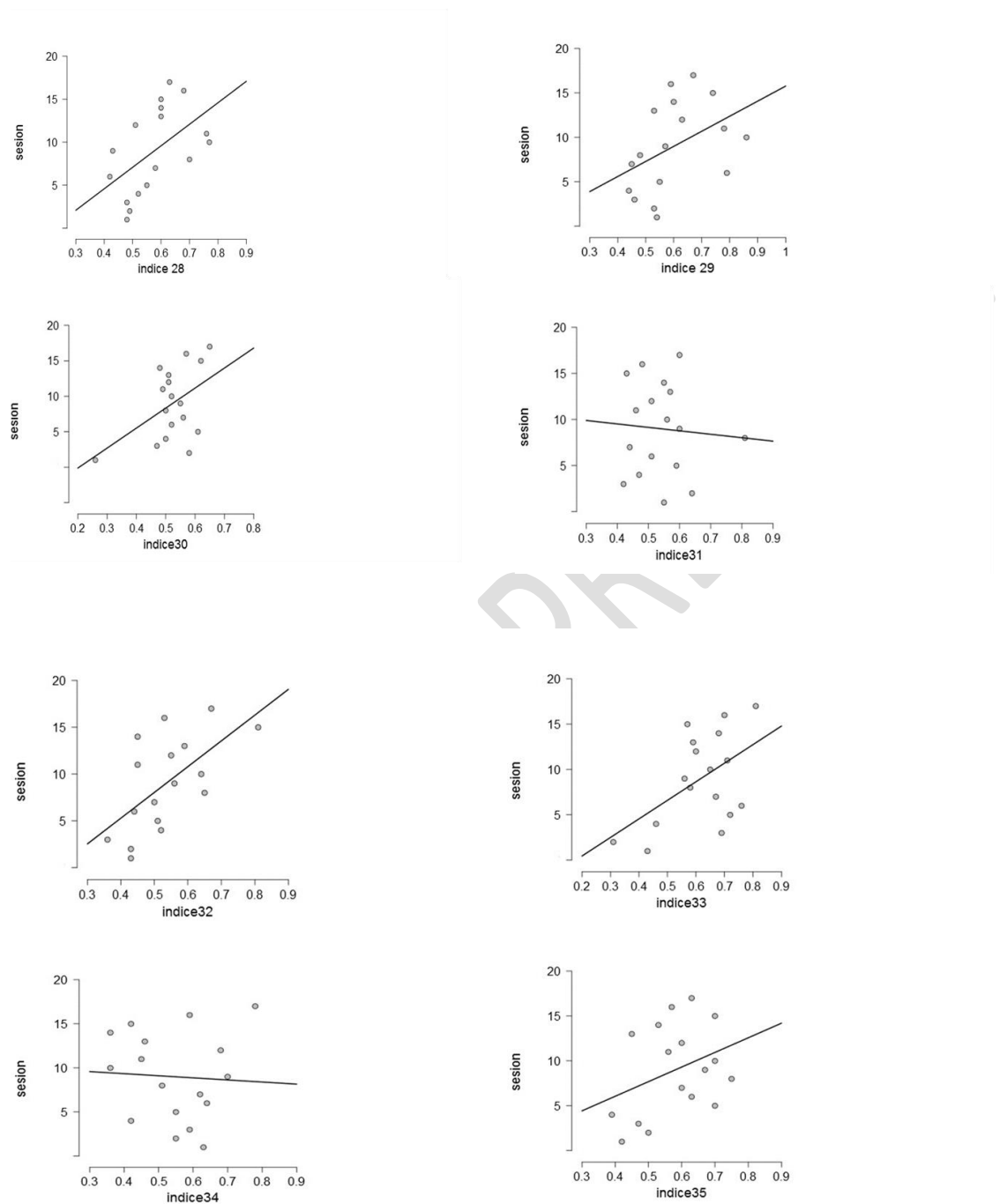
recomendaciones de cuidado y uso de animales de laboratorio efectuadas por la Red Colombiana de CICUALES (Red Colombiana de Comités Institucionales de Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio, 2011), y la Asociación Colombiana para el Cuidado y Bienestar de Animales de Laboratorio (ACCBAL, 2017), en las cuales es miembro activo el veterinario del Laboratorio de Psicología Iván Pavlov, de la Fundación Universitaria Los Libertadores, donde se efectuó el estudio.

Resultados

Fase piloto (adultos)

Los resultados del índice de discriminación para cada uno de los ocho sujetos adultos se muestran en la Figura 4.

Figura 4. Evolución individual del índice de discriminación de la fase piloto (sujetos adultos).



Fuente: Autores

Las tendencias de aprendizaje se aprecian con la ayuda de las regresiones lineales para cada biomodelo (ver Figura 5).

Figura 5. Regresión lineal de la tendencia del índice de discriminación por cada biomodelo en el estudio piloto (sujetos adultos).



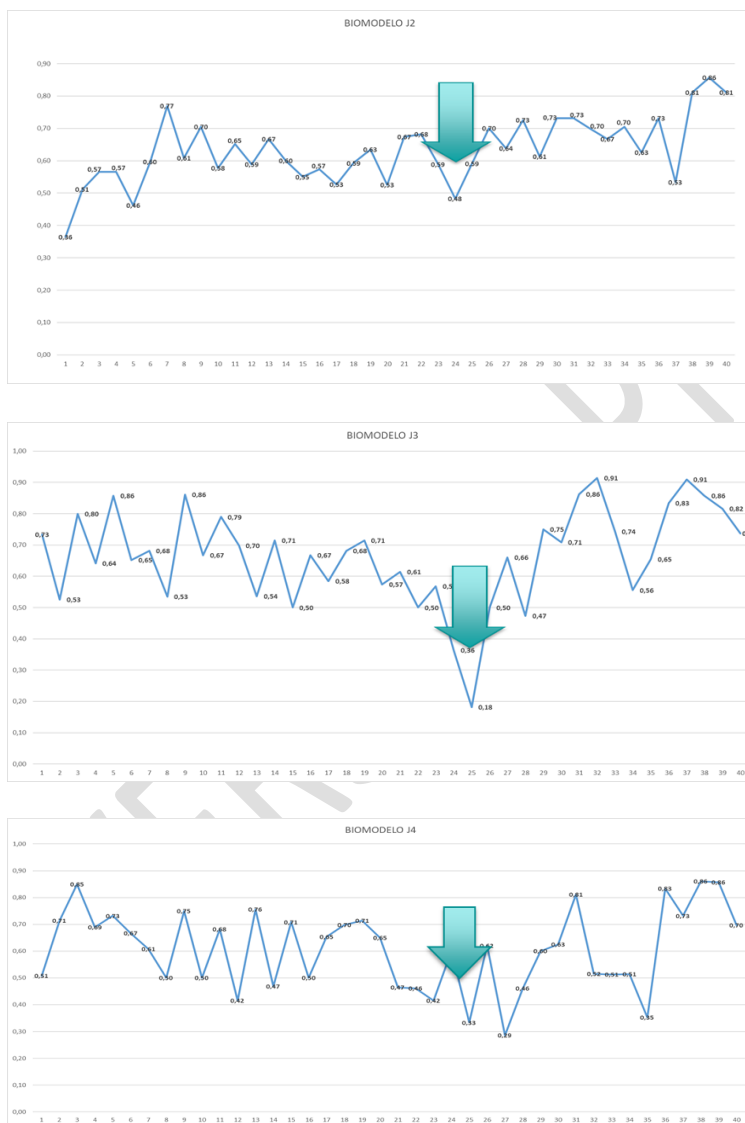
Fuente: Autores

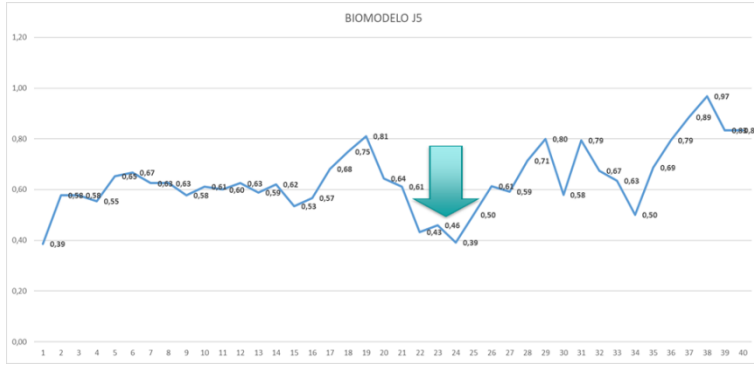
Fase experimental (jóvenes)

La flecha indica la incidencia de ruido (variable extraña) por una obra en el edificio contiguo al laboratorio.

Los resultados del índice de discriminación para cada uno de los cuatro sujetos jóvenes se muestran en la Figura 6.

Figura 6. Evolución del índice de discriminación individual en la fase experimental (sujetos jóvenes).

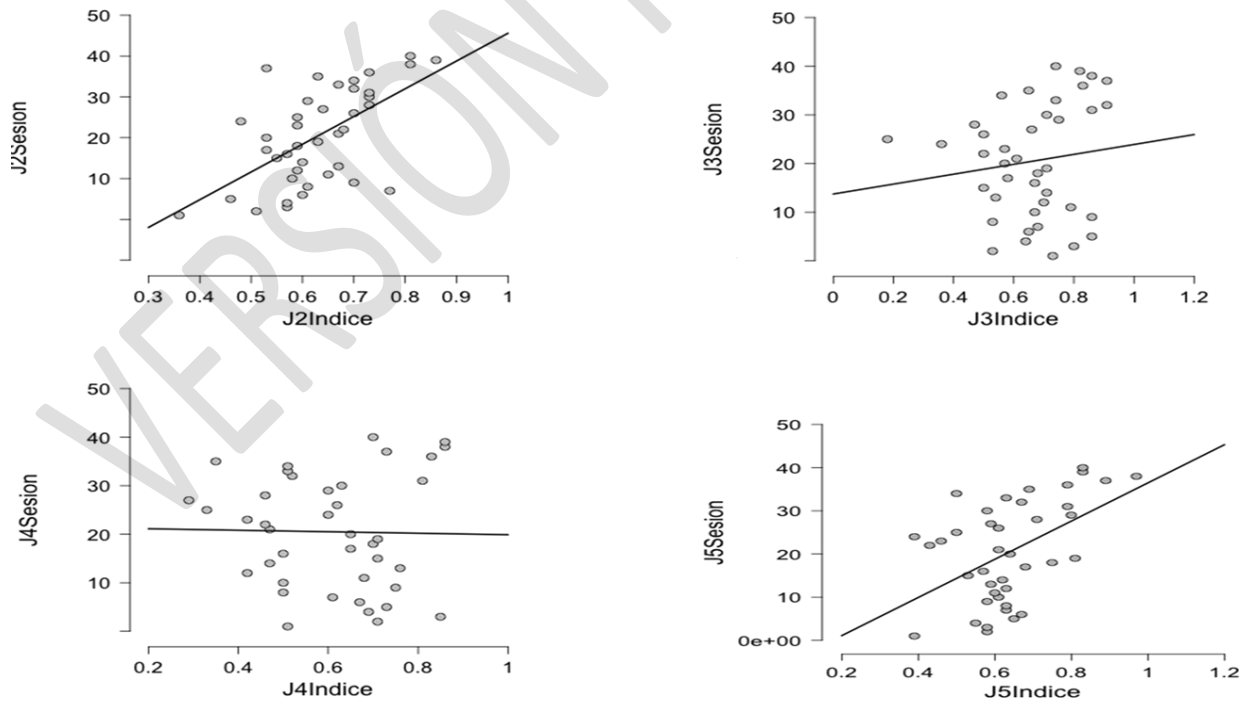




Fuente: Autores

Las tendencias de aprendizaje de los cuatro sujetos experimentales se aprecian con la ayuda de las regresiones lineales (ver Figura 7).

Figura 7. Regresión lineal de la tendencia del índice de discriminación por cada uno de los cuatro biomodelos en el estudio experimental (sujetos jóvenes).



Fuente: Autores

Discusión

Los resultados del presente estudio tienen implicaciones en tres aspectos: metodología, aprendizaje y desarrollo. A nivel metodológico, los resultados suponen adecuación y viabilidad del paradigma experimental con base en el laberinto en “Y” simétrico. En cuanto a aprendizaje, se aprecian varias dimensiones en la adquisición de la discriminación condicional de la orientación espacial de la propia conducta. Finalmente, en cuanto al desarrollo, se observaron algunas diferencias en el aprendizaje debido a la edad de los sujetos experimentales. A continuación, se detallarán los aspectos mencionados.

Adecuación y viabilidad del paradigma experimental. El paradigma apetitivo basado en el laberinto simétrico en “Y” es adecuado para estudiar la autodiscriminación condicional, porque

reduce la influencia de las claves externas y remite a la propia conducta previa (en particular a su orientación espacial) como estímulo interoceptivo que se asocia con los estímulos externos de comparación (en este caso: figuras geométricas). Este estudio demostró también viabilidad, con respecto a otros paradigmas que usan tecnologías más sofisticadas y costosas (por ejemplo, cajas de Skinner), pero requiere personal entrenado para su administración y varias sesiones.

El ritmo de la adquisición. Según los índices de discriminación, en la velocidad del aprendizaje hay diferencia entre los grupos piloto y jóvenes. Los sujetos piloto (adultas) que lograron el criterio, lo hicieron en un promedio de 12.5 sesiones, mientras que las experimentales (jóvenes) tomaron en promedio de 17.25 sesiones. No obstante, hay mucha variabilidad individual.

Tendencia de adquisición del aprendizaje. Con base en las pendientes obtenidas mediante regresión lineal (Figuras 4 y 6), se infiere que la mayoría de los sujetos (seis de ocho pilotos-adultos y tres de cuatro experimentales-jóvenes) muestran una tendencia positiva de adquisición en la tarea de discriminación condicional sobre la orientación espacial de su propia conducta.

Variables externas al experimento. El grupo de ratas jóvenes resultó fortuitamente sometido a estrés por obras institucionales alrededor del laboratorio en las sesiones 24 y 25, afectando el desempeño (ver las flechas en la Figura 5). Sin embargo, esta situación no alcanzó a afectar el logro del criterio en la mayoría de los sujetos (sólo el biomodelo J2, que finalmente logró llegar al índice 0,8 en la sesión 38).

La variable edad y su influencia en el aprendizaje. Al parecer sí puede haber una influencia de la edad de los sujetos

sobre el desempeño. Aumentaría la velocidad del aprendizaje con el aumento de la edad, lo cual es coherente con la hipótesis de U invertida. No obstante, dado el tamaño de las muestras, se aprecian grandes diferencias individuales intragrupos.

Autodiscriminación condicional y ciclo vital. Los datos de la literatura existente sobre autodiscriminación condicional corresponden normalmente a sujetos adultos de diferentes especies (García & Benjumea, 2006; Hermosillo et al., 2011; ver Pérez-Acosta et al., 2001). En este estudio se amplía el rango de edad, con el fin de comenzar a explorar la influencia de la ontogenia en una especie no humana. Sin embargo, para completar la exploración del ciclo vital se requieren datos de sujetos viejos, lo cual es una agenda de investigación pendiente, bajo la hipótesis de una disminución en la velocidad del aprendizaje de autodiscriminación condicional (parte final de la U invertida).

Autodiscriminación condicional y desarrollo de los mecanismos de la orientación espacial. Con base en la revisión sistemática de Wills et al. (2014), se corroboran plenamente sus conclusiones, teniendo en cuenta que el grupo de ratas jóvenes (a partir de 21 días o 3 semanas) logran el aprendizaje, pero a un ritmo más lento que las ratas adultas (a partir de 42 días o 6 semanas), lo cual depende plenamente de la maduración hipocampal.

Autodiscriminación condicional y autoconciencia. En el campo de la psicología comparada, desde hace varias décadas se viene abordando el estudio de la autoconciencia en diferentes especies de animales, principalmente a través de variaciones de autodiscriminación condicional (ver Pérez-Acosta et al., 2001; Díaz, 2007). Nuestra investigación, es un aporte al área de conocimiento de la autoconciencia desde una perspectiva

conductual, particularmente en relación con la variable de edad de los sujetos.

Evolución y desarrollo de la autoconciencia. Siguiendo a Díaz (2007), la conciencia, como proceso general (que incluye la autoconciencia), implica un desarrollo evolutivo progresivo a través de las especies (filogenia). Diferentes autores plantean, además, que el proceso de “darse cuenta de” parece tener su origen en la biología, tener un curso evolutivo y estar influenciado por la estructura social de la especie (Fabbro, Aglioti, Bergamasco, Clarici & Panksepp, 2015). Sin embargo, el planteamiento filogenético requiere complementarse con la historia ontogenética (desarrollo a lo largo del ciclo vital), para completar el panorama explicativo *evo-devo*. En ese sentido, este estudio contribuye a un panorama completo de evolución y desarrollo de la autoconciencia en animales.

Referencias

- ACCBAL (2017). *Asociación Colombiana para la Ciencia y Bienestar del Animal de Laboratorio*. Recuperado el 6 de mayo de 2019 de: <http://www.accbal.org/>
- American Psychological Association (1992). Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct. *American Psychologist* 47(12), 1597-1611. DOI: 10.1037/0003-066X.47.12.1597
- Baker, H. J., Lindsey, J. R. & Weisbroth S. H. (1979). Appendix 1: selected normative data. In: H. J. Baker, J. R. Lindsey. & S. H. Weisbroth. (Eds.), *Biology and diseases. The laboratory rat: volume I* (pp. 411). New York: Academic Press.
- Beninger, R. J., Kendall, S. B. & Vanderwolf, C. H. (1974). The ability of rats to discriminate their own behaviours. *Canadian Journal of Psychology*, 28, 79-91.
- Boakes, R. A. (1989). *Historia de la psicología animal: de Darwin al conductismo*. Madrid: Alianza Editorial.
- Chalmers, D. J. (1996). *The conscious mind: In search of a fundamental theory*. New York: Oxford University Press.
- Díaz, J. L. (2007). *La conciencia viviente*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Dymond, S. & Barnes, D. (1997). Behavior-analytic approaches to self-awareness. *The Psychological Record*, 47, 181-200.
- Epstein, R., Lanza, R. P. & Skinner, B. F. (1981). "Self-awareness" in the pigeon. *Science*, 212(4495), 695-696.

- Fabbro, F., Aglioti, S. M., Bergamasco, M., Clarici, A. & Panksepp, J. (2015). Evolutionary aspects of self- and world consciousness in vertebrates. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9157. doi:10.3389/fnhum.2015.00157.
- García, A. & Benjumea, S. (2006). The emergence of symmetry in a conditional discrimination task using different responses as proprioceptive samples in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86(1), 65–80. doi.org/10.1901/jeab.2006.67-04
- Hafting, T., Fyhn, M., Molden, S., Moser, M.B., & Moser, E.I. (2005). Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature*, 436, 801-806.
- Hermosillo, A. C., Penagos-Corzo, J. C. & Pérez-Acosta, A. M. (2011). Diferencias en la autodiscriminación condicional entre cepas Wistar y Sprague-Dawley. *Interamerican Journal of Psychology*, 45(3), 449-456.
- Lewis, E. M., Barnett, J. F. Jr., Freshwater, L., Hoberman, A. M. & Christian, M. S. (2002). Sexual maturation data for Crl Sprague- Dawley rats: Criteria and confounding factors. *Drug and Chemical Toxicology*, 25(4), 437-458.
- O'Keefe, J. & Nadel, L. (1978). *The hippocampus as a cognitive map*. Oxford: The Clarendon Press.
- Otis, E. M. & Brent, R. (1954). Equivalent ages in mouse and human embryos. *The Anatomical Record*, 120(1), 33-63.
- Penagos-Corzo, J. C. Hermosillo, C. & Pérez-Acosta A. M. (2011). Interacción social y autodiscriminación condicional bajo efectos de metilfenidato en ratas norvegicus. *Revista Internacional de Psicología y Terapia Psicológica*, 11(3), 443-454.

- Penagos-Corzo, J.C., Pérez-Acosta, A. M. & Hernández, I. (2015). Interacción social y condicional auto-discriminación bajo un paradigma de evitación y el refuerzo positivo en ratas Wistar. *Psicológica: Revista Internacional de Metodología y Psicología Experimental*, 36(1), 1-15.
- Pérez-Acosta, A. M. (2006). Autodiscriminación condicional, metaconducta y autoclítica: posibilidades investigativas. *Psicología desde el Caribe*, 17, 103-121.
- Pérez-Acosta, A. M. (2007). *La consciencia desde el análisis experimental del comportamiento: adquisición y transferencia de la autodiscriminación condicional*. Recuperado de http://fondosdigitales.us.es/thesis/thesis_view?oid=759
- Pérez-Acosta, A. M. & Benjumea, S. (2003). Adquisición y prueba de transferencia de la autodiscriminación condicional en palomas. *Acta Colombiana de Psicología*, 10, 45-71.
- Pérez-Acosta, A. M., Benjumea, S. & Navarro, J. (2001). Autoconciencia animal: estudios sobre la autodiscriminación condicional en varias especies. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 33(3), 311-327.
- Pérez-Acosta, A. M., Benjumea, S., & Navarro, J. (2002). Autodiscriminación condicional: la autoconciencia desde un enfoque conductista. *Revista Colombiana de Psicología*, 11, 71-80.
- Pérez-Acosta, A. M. & Roza, J. A. (2018). Dos décadas de investigación experimental sobre autodiscriminación condicional en varias especies. En: Sociedad Interamericana de Psicología (compilador), *Memorias del XXXVI Congreso Interamericano de Psicología, julio 2017. Mérida, Yucatán. Línea Temática I: Del pasado de la disciplina hacia nuevos*

horizontes en la búsqueda de sociedades más justas (pp. 364-366). México: Universidad Autónoma Metropolitana. DOI: 10.13140/RG.2.2.21863.70568.

Red Colombiana de Comités Institucionales para el Cuidado y Uso de Animales (2011). *Red CICUALES Colombia*. Recuperado el 6 de mayo de 2019 de: <http://www.redcicuales.org/>

República de Colombia (2006). *Ley 1090 (septiembre 6). Por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de Psicología, se dicta el Código Deontológico y Bioético y otras disposiciones*. Recuperado el 6 de mayo de 2019 de: http://colpsic.org.co/aym_image/files/LEY_1090_DE_2006.pdf

Rozo, J. A. (2017). Autoconciencia a través del ciclo vital. Autodiscriminación condicional en ratas Wistar. En: COLPSIC y ASCOFAPSI (Eds.), *Memorias Congreso Colombiano de Psicología 2017: Psicología y Construcción de Paz* (pp. 865-866). Bogotá: Colegio Colombiano de Psicólogos.

Sengupta, P. (2013). The laboratory rat: Relating its age with human's. *International Journal of Preventive Medicine*, 4(6), 624–630.

Shimp, C. P. (1984). Self reports by rats of the temporal patterning of their behavior: a dissociation between tacit knowledge and knowledge. En H. L. Roitblat, T. G. Bever & H. S. Terrace (Eds.), *Animal cognition* (pp. 215-229). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55(4), 189-208. doi.org/10.1037/h0061626

Wills, T. J., Muessig, L. & Cacucci, F. (2014). The development of spatial behaviour and the hippocampal neural representation of space. *Philosophical Transaction of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1635), 1-13. doi: 10.1098/rstb.2013.0409

VERSIÓN PRE-PRINT