



LOS LIBERTADORES
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

ISSN 1909-8391
E-ISSN 2422-0450

tesis Psicológica

Revista del Programa de Psicología | Facultad de Ciencias Humanas y Sociales
julio - diciembre de 2018

Vol. 13 - N° 2

COGNICIÓN COMPARADA

Incluida en:
REDALYC
CLASE
BIBLAT
PSICODOC
DIALNET
GOOGLE SCHOLAR
MIAR

Tesis Psicológica	Bogotá Colombia	Vol. 13 - N° 2	Pp. 166	julio-diciembre	2018	ISSN 1909-8391 E-ISSN 2422-0450
------------------------------	----------------------------	-----------------------	----------------	------------------------	-------------	--



PRESIDENTE DEL CLAUSTRO
Juan Manuel Linares Venegas

RECTOR (E)
Juan Manuel Linares Venegas

VICERRECTORA ACADÉMICA
Ángela María Merchán Basabe

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES
Jenny Paola Danna-Buitrago

DECANA FACULTAD DE
CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES
Lorena Martínez Correal

DIRECTOR PROGRAMA DE PSICOLOGÍA
Hernán David Jurado Duque

EDITORA
Carol Fernández Jaimes

COEDITORA
Aura Pilar Fagua Fagua

La Fundación Universitaria Los Libertadores es una Institución de Educación Superior sujeta a inspección y vigilancia por el Ministerio de Educación Nacional

COORDINADOR DE PUBLICACIONES ACADÉMICAS
Diego Martínez Cárdenas

DISEÑO GRÁFICO
Fundación Universitaria Los Libertadores

FOTOGRAFÍA
Shutterstock.com

TRADUCCIÓN/CORRECCIÓN - INGLÉS
Jean Báez Ortiz

Tesis Psicológica Vol. 13 N°2
Revista del Programa de Psicología
Facultad de Ciencias Humanas y Sociales
Bogotá, julio-diciembre de 2018

PERIODICIDAD: SEMESTRAL
Correspondencia, compra, canje o suscripciones
FACULTAD DE PSICOLOGÍA
Carrera 16 N° 63A - 68
PBX 254 47 50 ext. 3302-3303
tesispsicologica@libertadores.edu.co

ISSN 1909-8391
E-ISSN 2422-0450
Hecho el depósito que establece la ley.
Derechos reservados
Fundación Universitaria Los Libertadores
<https://revistas.libertadores.edu.co/index.php/TesisPsicologica>

Las ideas emitidas en esta publicación son responsabilidad de los autores, no comprometen al editor, al director, a la Facultad, ni a la Institución. Se autoriza la reproducción de los artículos, citando autor y fuente, únicamente con fines académicos. En caso distinto se requiere solicitar autorización por escrito al editor.



COMITÉ EDITORIAL

Yulia Solovieva, Ph. D.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla -México-

Vicente Caballo, Ph. D.
Universidad de Granada -España-

Ana Kohan Cortada, Ph. D.
Universidad Del Salvador (USAL) -Argentina-

Andrés Felipe Reyes Gómez, M. Sc.
Universidad del Bosque -Colombia-

Johanna Folleco Eraso, Mg.
Fundación Universitaria Los Libertadores

Juan Manuel Durán Rodríguez, M. Sc.
Fundación Universitaria Los Libertadores

Óscar Gilberto Hernández Salamanca, M. Sc.
Universidad San Buenaventura -Colombia-

COMITÉ CIENTÍFICO

Anabel de la Rosa Gómez, Ph. D.
Universidad Nacional Autónoma de México -México-

Rubén Ardila, Ph. D.
Universidad Nacional de Colombia -Colombia-

Wilson López López, Ph. D.
Pontificia Universidad Javeriana -Colombia-

Luis Flórez Alarcón, Ph. D.
Universidad Nacional de Colombia - Universidad Católica
-Colombia-

Blanca Patricia Ballesteros M. Sc.
Pontificia Universidad Javeriana -Colombia-

María Claudia Peralta Gómez, Ph. D.
Universidad de La Sabana -Colombia-

Ignacio Barreira, Ph. D.
Instituto Universitario de Ciencias de la Salud
Fundación Barcelo -Argentina-

Azucena Borelle, Ph. D.
Universidad del Salvador -Argentina-

Rosa María Baños Rivera, Ph. D.
Universitat de Valencia -España-

María Beatriz Greco, Ph. D.
Universidad de Buenos Aires -Argentina-

Tesis Psicológica - Vol. 13 - N° 2

Editorial

- La evolución y el desarrollo de la cognición animal
en la comprensión de la mente humana** 6 - 9

Jairo A. Rozo, Andrés M. Pérez-Acosta

SECCIÓN MONOGRÁFICA

Cognición Comparada

- Modelo experimental en anfibios: unidimensionalidad del procesamiento
de estímulos apetitivos y aversivos en el aprendizaje asociativo** 12-33

Rubén N. Muzio, Martín M. Puddington

- Los anfibios como modelo para el estudio de la evolución de la cognición espacial.
Procedimientos utilizados en el registro comportamental y sus bases neurales** 34-57

Rubén N. Muzio, M. Florencia Daneri, María Inés Sotelo

- Efectos del número de competidores sobre diferentes
medidas de consumo en ratas Wistar (*Rattus norvegicus*)** 58-70

Luis Alfaro, Rosalva Cabrera

- Discriminación condicional de orientación espacial en la propia
conducta de ratas Wistar adultas y jóvenes** 72-87

*Jairo A. Rozo, Andrés M. Pérez-Acosta, José Luis Posada, Guillermo Ruiz-Narváez,
Leidy Tatiana Bustos-Marín, Jaime Enrique Gaitán-Torres*

- El papel de la experiencia visual previa en la adquisición de habilidades
de permanencia de objetos en delfines mulares: un estudio piloto** 88-101

Ana Pérez-Manrique, Antoni Gomila

- La integración de memorias espacial y temporal en niños escolares
a partir de un modelo de forrajeo** 102-114

Eneida Strempler-Rubio, Angélica Alvarado, Javier Vila

- Análisis del termino contexto en psicología cognitiva del razonamiento** 116-131

Jonatan García-Campos, Saúl Sarabia-López

- GESTIÓN EDITORIAL** 134

Contents

Editorial

The evolution and development of animal cognition in understanding the human mind 6 - 9

Jairo A. Rozo, Andrés M. Pérez-Acosta

MONOGRAPHIC SECTION

Comparative Cognition

Experimental model in amphibians: unidimensionality of the processing of appetitive and aversive stimuli in associative learning 12-33

Rubén N. Muzio, Martín M. Puddington

Amphibians as a model for the study of the evolution of spatial cognition. Procedures used in the behavioral register and its neural bases 34-57

Rubén N. Muzio, M. Florencia Daneri, María Inés Sotelo

Effects of the number of competitors over different consumption measurements with Wistar rats (*Rattus norvegicus*) 58-70

Luis Alfaro, Rosalva Cabrera

Conditional discrimination of the spatial orientation of the own behavior in adult and young Wistar rats 72-87

Jairo A. Rozo, Andrés M. Pérez-Acosta, José Luis Posada, Guillermo Ruiz-Narváez, Leidy Tatiana Bustos-Marín, Jaime Enrique Gaitán-Torres.

The role of previous visual experience in the acquisition of object permanence skills in bottlenose dolphins: a pilot study 88-101

Ana Pérez-Manrique, Antoni Gomila

Integration of spatial and temporal memories in school children based on a foraging model 102-114

Eneida Strempler-Rubio, Angélica Alvarado, Javier Vila

Analysis of the term context in cognitive psychology of reasoning 116-131

Jonatan García-Campos, Saúl Sarabia-López

EDITORIAL MANAGEMENT 148



Editorial

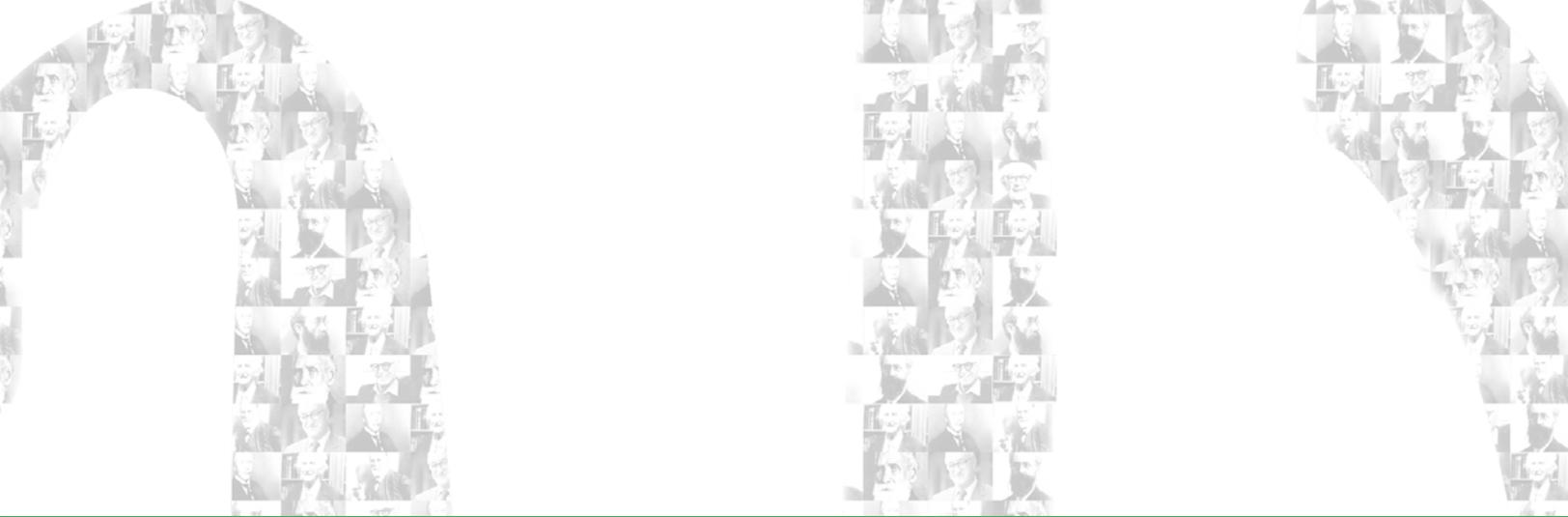
La evolución y el desarrollo de la cognición animal en la comprensión de la mente humana

Poco a poco, los animales están acumulando evidencia de que la especie humana tiene algunos indicios de cognición, emoción y otros procesos psicológicos, pero la evidencia aún no es concluyente.

Los seres humanos tenemos comportamiento, cognición y emociones, gracias a que somos animales. Sin embargo, durante milenios, la psicología filosófica occidental se vio atrapada en un miope solipsismo. Por ejemplo, en el dualismo cartesiano, los seres humanos se distinguieron de los animales justamente por su capacidad de pensamiento consciente (*res cogitans*), mientras que los animales se restringieron a ser concebidos como máquinas fisiológicas (*res extensa*) que funcionan por reflejo. Esta visión jerárquica hace parte de las metáforas pre-darwinianas de la evolución -*scala naturae*- que seguían la tradición Aristotélica y Tomasina (Rozo, Carrillo & Pérez-Acosta, 2018), que concebía a los humanos por encima de los animales, las plantas y los objetos inanimados; en segundo lugar después de Dios. Este orden, condujo a teólogos y filósofos empiristas o racionalistas a compartir el narcisismo antropocéntrico.

La irrupción de la teoría de la evolución por selección natural, originó una nueva revolución copernicana no sólo en biología sino también en psicología. Darwin con su obra “La expresión de las emociones en el hombre y los animales” (1872), puede llegar a considerarse el primer psicólogo en desarrollar estudios comparativos. En esta obra es evidente que el humano, no sólo hereda características anatómicas y fisiológicas, sino que también el comportamiento y las características psicológicas derivan de los principios de variación y selección.

La psicología comparada y la etología, disciplinas herederas del legado darwiniano, han tenido desarrollos muy importantes en las últimas décadas en temas como la autoconciencia (Parker et al., 1994), la cognición numérica, las culturas, la comunicación, entre otros (ver Menzel & Fischer, 2011), que están transformando la visión contemporánea, experta y lega, del comportamiento animal.



Motivados por estos nuevos desarrollos de la investigación en comportamiento animal; tenemos el placer de presentarles este número monográfico sobre *Psicología comparada: procesos básicos y cognición*, en el que hemos tenido la fortuna de recibir la colaboración de investigaciones en idioma español e inglés, provenientes de España, México, Colombia y Argentina, que abarcan un amplio espectro del fenómeno de la cognición en animales, en especies como: anfibios, ratas, delfines y humanos.

Consideramos que este número monográfico es una oportunidad para presentar un área en crecimiento y desarrollo en Iberoamérica, preocupada por entender y comparar las capacidades cognitivas de diversas especies de animales. Hemos decidido presentar los artículos en orden según un criterio filogenético, comenzando con las especies más antiguas y terminando con los estudios en humanos. El primer artículo se titula: *Los anfibios como modelo experimental de unidimensionalidad de estímulos apetitivos y aversivos en el aprendizaje asociativo*, de Rubén Muzio y Martín Puddington del Laboratorio de Biología del Comportamiento e Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME-CONICET), de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Los autores nos presentan el análisis del aprendizaje asociativo de condicionamiento clásico en sapos terrestres, utilizando la unidimensionalidad de estímulos apetitivos y aversivos. Usualmente los estímulos apetitivos utilizan dimensiones diferentes a los aversivos, sin embargo, este modelo de anfibios permite ver los dos tipos de estímulos en una sola dimensión (la solución salina de cloruro de sodio puede ser apetitiva, aversiva o neutra dependiendo de la concentración); el segundo artículo, *Los anfibios como modelo para el estudio de la evolución de la cognición espacial. Procedimientos utilizados en el registro comportamental y sus bases neurales*, es otra colaboración de Rubén Muzio, esta vez en coautoría con Florencia Daneri y María Inés Sotelo, miembros del grupo de aprendizaje y cognición comparada del Laboratorio de Biología del Comportamiento e Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME-CONICET). Este trabajo se centra nuevamente en anfibios (sapo terrestre *Rhinella arenarum*), para estudiar los circuitos cerebrales básicos que definen la evolución de la cognición espacial, en una especie filogenéticamente muy antigua que carece de neocorteza; el tercer artículo, titulado *Efectos del número de competidores sobre diferentes medidas de consumo en ratas (Rattus norvegicus)* de Luis Alfaro y Rosalva Cabrera de la Universidad de Guadalajara y Universidad Nacional Autónoma de México, nos presenta la evaluación del efecto de facilitación o interferencia social en el consumo de alimento en ratas. Los resultados de su estudio coinciden con estudios de alimentación en humanos bajo condiciones colectivas, según variables como diferencial de peso, tiempo de consumo y tasa de consumo individual; el cuarto artículo, *Discriminación condicional de la orientación espacial de la propia*

conducta en ratas Wistar adultas y jóvenes de Jairo Rozo, Andrés M. Pérez-Acosta, José Luis Posada, Guillermo Ruiz, Tatiana Bustos y Jaime Gaitán de la Fundación Universitaria Los Libertadores y la Universidad del Rosario de Colombia, estudia a partir de la versión conductista de autoconciencia, la autodiscriminación condicional, que es la capacidad aprendida en ratas para discriminar aspectos de su propia conducta (la orientación espacial) y correlacionarlo con la edad de los sujetos experimentales, en particular sujetos jóvenes (7 a 23 semanas de edad) y adultos (19 a 32 semanas de edad). Los resultados mostraron que los dos grupos adquieren la autodiscriminación condicional, pero los ritmos de adquisición difieren según la edad.

El siguiente trabajo (en inglés), se titula *The role of previous visual experience in the development of object permanence skills in bottlenose dolphins (Tursiops truncatus)* de Ana Pérez-Manrique y Antoni Gomila de la Universidad de las Islas Baleares de España. Este artículo describe las investigaciones con los delfines nariz de botella y su capacidad de representar objetos ocultos tanto a la vista como a la ecolocación. Los resultados demuestran que los delfines son capaces de tener éxito en tareas complejas de permanencia de objetos, pero sólo si tienen experiencia visual previa con objetos dentro de otros objetos; el sexto artículo, *La integración de memorias en niños preescolares a partir de un modelo de forrajeo* de Eneida Strempler-Rubio, Angélica Alvarado y Javier Vila de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Politécnico Nacional, se centra en estudiar los procesos de elección, integración y comparación de memorias a largo plazo, en este caso con niños preescolares, realizando una tarea virtual, a partir de un modelo originalmente planteado para el forrajeo en animales, conocido como Regla de Ponderación Temporal (RPT). Los resultados sugieren que la RPT permite describir y predecir la integración de memorias espacial y temporal tanto en animales como en humanos; finalmente, el séptimo y último artículo hace parte de la sección Reflexiones Epistemológicas y se titula *Análisis del término contexto en psicología cognitiva del razonamiento*, de Jonatan García Campos y Saúl Sarabia López, de la UNAM. Los autores tienen como objeto clarificar lo que se entiende por contexto en la psicología cognitiva del razonamiento, pues en la literatura puede encontrarse que hace referencia al contenido, al formato, a la perspectiva, a la naturaleza de los contenidos lógicos y al ambiente de los problemas, nociones que no se pueden considerar equivalentes. Los autores concluyen que el contexto no hace referencia a una única noción sino a diferentes nociones emparentadas; explicitar sus distinciones puede ayudar a comprender mejor el significado del contexto y comprender cómo los seres humanos razonan.

Agradecemos a la revista Tesis Psicológica y a su Editora Carol Fernández Jaimes, la oportunidad que nos ofreció de ejercer como Editores Invitados, así como el apoyo que nos prestó en toda la labor editorial, sin la cual habría sido imposible construir este número monográfico. También agradecemos a la Fundación Universitaria Los Libertadores por financiar con base en la convocatoria interna de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación I+D+I, el proyecto denominado “*Autoconciencia en la ontogenia: autodiscriminación condicional en ratas Wistar en la primera y última etapa de su vida (segunda fase)*”, código CHS-011-18, marco en el que se gestó la realización de esta edición monográfica.

Por último y con igual importancia, queremos extender nuestro agradecimiento a los diferentes autores que contribuyeron con esta iniciativa enviando sus trabajos originales de investigación; a los pares evaluadores de cada uno de los artículos, sin cuya colaboración sería imposible la difusión del conocimiento científico producto de nuestras actividades académicas e investigativas. Esperamos que este monográfico entusiasme a los lectores a explorar un campo apasionante de investigación y propicie el debate y la discusión, imprescindibles para el avance científico.

Referencias

- Darwin, C. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life* (1st edition). London: John Murray.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. London: John Murray .
- Menzel, R., & Fischer, J. (Eds.) (2011). *Animal thinking. Contemporary issues in animal cognition*. Cambridge, MA: MIT Press & Frankfurt Institute for Advanced Studies.
- Parker, S. T., Mitchell, R. W., & Boccia, M. L. (Eds.) (1994). *Self-awareness in humans and animals. Developmental perspectives*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Pérez-Acosta, A. M. (2012). Darwin: 150 años derribando fortines antropocéntricos. Lenguaje, cultura y autoconciencia como adaptaciones. En: J. Salvador Moysén, L. F. Sánchez Anguiano & Y. Martínez López (Eds.), *Investigación y educación en salud pública* (pp. 13-22). Durango, México: Instituto de Investigación Científica de la Universidad Juárez del Estado de Durango.
- Rozo, J. A., Carrillo, R., & Pérez-Acosta, A. M. (2018). La autoconciencia en la prueba del espejo: ¿un fenómeno únicamente humano? *Innovación y Ciencia*, 28(4).

Jairo A. Rozo

jarozoc@libertadores.edu.co

Fundación Universitaria Los Libertadores, Colombia

Andrés M. Pérez-Acosta

andres.perez@urosario.edu.co

Universidad del Rosario, Colombia

Cognición Comparada

— Sec
ción
Mono
gráfica



*Experimental model in amphibians: unidimensionality of the processing of appetitive and aversive stimuli in associative learning**

Rubén N. Muzio**
Martín M. Puddington***

* Grupo de Aprendizaje y Cognición Comparada, Laboratorio de Biología del Comportamiento, Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME-CONICET). Este manuscrito se realizó gracias a la financiación del subsidio UBACYT-P0068BA de la Universidad de Buenos Aires y del subsidio PICT 4300 del FONCYT-ANPCYT (Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica) Argentina, dirigidos por Rubén N. Muzio.

** Doctor en Ciencias Biológicas. Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. Correspondencia: rmuzio@gmail.com

*** Doctor en Psicología. Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina Correspondencia: mmpuddington@gmail.com

Modelo experimental en anfibios: unidimensionalidad del procesamiento de estímulos apetitivos y aversivos en el aprendizaje asociativo*

Cómo citar este artículo: Muzio, R. N., & Puddington, M. M. (2018). Modelo experimental en anfibios: unidimensionalidad del procesamiento de estímulos apetitivos y aversivos en el aprendizaje asociativo. *Tesis Psicológica*, 13(2), 12-33. <https://doi.org/10.37511/tesis.v13n2a2>

Recibido: 21 abril 2018
Revisado: 21 abril 2018
Aprobado: 11 diciembre 2018

ABSTRACT

In classical conditioning, an animal is exposed to a neutral stimulus (conditioned stimulus) followed by an appetitive or aversive stimulus (unconditioned stimulus). With successive repetitions of this association, the animal will respond to the neutral stimulus as if it were the unconditioned stimulus. This phenomenon has been widely explored in different zoological classes, covering animal species ranging from mollusks to humans. In most cases, appetitive and aversive unconditioned stimuli correspond to different sensory pathways. For example, the appetitive stimulus typically used is food and the typical aversive stimulus is electric shock. Thus one type of stimulus will excite the receptors related to the sense of taste, while the other type will do so mostly on the tactile and nociceptive pathways. Studies on amphibians, particularly the terrestrial toad, reproduce to a large extent the findings in other animal species, but they have characteristics that make them unique by having electrolyte receptors in their skin that are involved in the regulation of their body's hydrosaline balance. A toad exposed to a slightly hypertonic saline solution (concentration less than 250 mM NaCl) gains weight and exhibits approximation behaviors. Whereas if it takes contact with a highly hypertonic saline solution (concentration higher than 400 mM NaCl), it loses weight and exhibits escape behaviors. Thus, the same stimulus (a saline solution of NaCl), can act as an appetitive or aversive stimulus depending on its concentration. This particularity has been called unidimensionality of motivational stimuli. In the present work we describe the procedures and review the results of associative learning studies in toads, highlighting the use of this experimental model for the study of the possible neural mechanisms involved in the processing of appetitive and aversive environmental signals.

Keywords: Appetitive stimuli, aversive stimuli, unidimensionality, amphibians, terrestrial toad *Rhinella arenarum*.

RESUMEN

En el condicionamiento clásico, un animal es expuesto a un estímulo neutro (estímulo condicionado) seguido de un estímulo apetitivo o aversivo (estímulo incondicionado). Con sucesivas repeticiones de esta asociación, el animal responderá frente al estímulo neutro como si se tratara del estímulo incondicionado. Este fenómeno ha sido ampliamente explorado en distintas clases zoológicas; desde moluscos hasta humanos. En la mayoría de los casos, los estímulos incondicionados apetitivos y aversivos corresponden a vías sensoriales diferentes: el estímulo apetitivo típicamente utilizado es la comida y excitará mayormente los receptores relacionados con el sentido del gusto; el estímulo aversivo típico es la descarga eléctrica excitando las vías táctiles y nociceptivas. Los estudios en anfibios, en particular el sapo terrestre, reproducen en buena medida los hallazgos en otras especies animales, pero tienen características que los hacen únicos al poseer receptores a electrolitos en su piel que intervienen en la regulación del balance hidrosalino de su cuerpo. Un sapo expuesto a una solución salina levemente hipertónica (concentración menor a 250 mM de NaCl), gana peso y exhibe conductas de aproximación, al contrario, si la solución salina es altamente hipertónica (concentración superior a 400 mM de NaCl), pierde peso y exhibe conductas de escape. De esta forma, un mismo estímulo (solución salina de NaCl), actúa como estímulo apetitivo o aversivo dependiendo de su concentración. Esta particularidad ha sido denominada unidimensionalidad de los estímulos motivacionales. El presente trabajo describe los procedimientos y revisa los resultados de estudios de aprendizaje asociativo en sapos, resaltando el uso de este modelo experimental para el estudio de los posibles mecanismos neurales implicados en el procesamiento de señales ambientales apetitivas y aversivas.

Palabras clave: Estímulos apetitivos, estímulos aversivos, unidimensionalidad, anfibios, sapo terrestre *Rhinella arenarum*.

Introducción

El estudio del aprendizaje asociativo en psicología comparada requiere encontrar los estímulos y las condiciones experimentales adecuadas que permitan maximizar la expresión de los fenómenos cognitivos de interés en la especie bajo análisis. Muchas veces, al trasladar los estímulos que han dado buenos resultados en una especie en forma directa a otra, no se logra el efecto buscado, esto sucede porque las especies difieren en sus capacidades sensoriales o en sus sistemas motivacionales.

En el caso particular de los anfibios, la búsqueda de estímulos ecológicamente relevantes para la motivación de la conducta, ha desembocado en una preparación única caracterizada por la unidimensionalidad de estímulos, usando soluciones acuosas con distinto grado de salinidad como reforzadores o supresores de conductas (e.g., Daneri, Papini & Muzio, 2007; Muzio, Pistone, Iurman, Rinaldi, Sirani & Papini, 2011). Esta característica unidimensional de las soluciones salinas ha permitido categorizarlas bien sea como estímulos apetitivos o estímulos aversivos. Así, esta propiedad ha sido utilizada en todos los estudios llevados adelante en nuestro laboratorio y será descripta en detalle a lo largo del presente trabajo.

Características generales de los anfibios y su contexto filogenético: los anfibios habitan la tierra desde hace unos 400 millones de años cuando aparecieron las primeras especies de vertebrados terrestres, que al igual que los actuales anfibios dependían del agua para su reproducción. Los anfibios de la actualidad conservan un cerebro cuyo telencéfalo, al igual que el de sus antepasados, se compone principalmente de estructuras homólogas a las subcorticales del sistema límbico de mamíferos. Por esta razón, el estudio de las especies de anfibios vivientes es clave para entender la evolución del sistema nervioso y las

consecuencias que pudo tener sobre la cognición la colonización de la tierra por parte de los vertebrados (Bingman & Muzio, 2017; Muzio, 2013; Striedter, 2016).

La clase Amphibia está compuesta por tres grupos de anfibios actuales. Las salamandras y tritones pertenecen al orden *Urodela o Caudata*, ya que poseen cola. Los sapos y ranas pertenecen a un orden muy variado denominado Anura (este nombre refiere a la falta de cola; es importante señalar al lector no especializado que la distinción entre sapos y ranas no tiene implicancia taxonómica). Finalmente, las cecilias pertenecen al orden Gymnophiona o Apoda, ya que no poseen patas. Todos los grupos de anfibios comparten ciertas características comunes, pero la más destacada es la ausencia de escamas y una piel altamente permeable que permite el intercambio de gases y de fluidos con el medio que los rodea (Duellman & Trueb, 1994; Pough, Janis & Heiser, 1999). La piel de anfibios adultos consta de una epidermis y una dermis subyacente con dos tipos de glándulas: glándulas mucosas (generalmente relacionadas con la respiración y el equilibrio hídrico) y glándulas granulares (también conocidas como serosas o venenosas, relacionadas con mecanismos de defensa) (Duellman & Trueb, 1994; Regueira, Dávila & Hermida, 2016). En particular, la característica de los anfibios de poseer una piel con alta permeabilidad es especialmente relevante a la hora de desarrollar diseños experimentales para el estudio de su comportamiento y las bases neurales asociadas (Puddington & Muzio, 2013).

Los anfibios en la Psicología Comparada: a pesar de la importancia de los anfibios para el área de la psicología comparada, el comportamiento en relación con la actividad del sistema nervioso ha sido escasamente estudiado en este grupo. La mayoría de los estudios de este campo fueron realizados en anuros (sapos) en trabajos desarrollados en nuestro laboratorio (para una

revisión ver Muzio, 1999, 2013; Muzio, Daneri & Sotelo, 2017).

En términos generales, el uso de este modelo animal para investigar distintos aspectos de la evolución del comportamiento y sus bases neurales tiene la ventaja adicional de poder examinar cuáles son los circuitos neurales básicos que subyacen a una conducta determinada, debido que su cerebro no posee neocorteza (Muzio, 2013).

En particular, en este trabajo se describirá el modelo experimental del sapo terrestre *Rhinella arenarum* en el estudio del aprendizaje asociativo en anfibios, tanto en procedimientos apetitivos como aversivos, y sus bases neurales. Para ello se detallarán las diferentes situaciones y procedimientos empleados hasta el momento para el estudio de distintas habilidades cognitivas en esta especie (Puddington & Muzio, 2013; Puddington, Daneri, Papini & Muzio, 2016; Puddington, Papini & Muzio, 2018a, 2018b).

Selección de estímulos adecuados para el desarrollo de un modelo experimental de estudio del aprendizaje asociativo en anfibios

Haciendo una adecuada selección de estímulos y utilizando el modelo experimental del sapo terrestre *Rhinella arenarum*, hemos desarrollado una serie experimental de estudio de diferentes habilidades cognitivas en anfibios, incluyendo: (i) condiciones apetitivas, como el aprendizaje espacial en distintas arenas experimentales (para una revisión, ver Muzio, Daneri & Sotelo, 2017, en prensa) y el aprendizaje en una situación de corredor recto (e.g., Muzio, Ruetti & Papini 2006; Muzio, Segura & Papini, 1992; Puddington, Papini & Muzio, 2013, 2018a); y (ii) condiciones aversivas, como el aprendizaje de escape y evitación activa (Daneri, Papini &

Muzio, 2007) y la evitación pasiva (Puddington, Daneri, Papini & Muzio, 2016).

Motivación aplicada a la implementación de los procedimientos de entrenamiento: en mamíferos, para lograr que el animal adquiriera una respuesta consistente, se suele implementar previo al entrenamiento un protocolo de privación al alimento o líquido, que motiva al sujeto a buscar ese incentivo durante la adquisición de la respuesta (Mackintosh, 1974). Como veremos más adelante, en los mamíferos generalmente se practica un ayuno de alimento que precede a los ensayos de entrenamiento, estos protocolos habitualmente se efectúan hasta que el animal alcanza el 80-85% del peso que tenía con libre disponibilidad de comida (alimento ad libitum), proceso que se desarrolla en un período aproximado de una semana.

Dado que los anfibios son animales heterotermos, sus requerimientos metabólicos son mucho menores que en los mamíferos. Por esta razón, pueden permanecer sin alimentarse por largos períodos de tiempo y con una relativa poca variación de su peso corporal (Duellman & Trueb, 1994). Esto impide tener un control riguroso de las condiciones de motivación por alimento en estos animales (imposibilitando también tener certeza acerca de las variaciones del estado nutricional en que se encuentran los sujetos experimentales).

Los anfibios son en cambio extremadamente sensibles a la falta de agua. La piel de los anfibios es altamente permeable (mucho más que la de los mamíferos), aunque han desarrollado diferentes adaptaciones en relación con la economía hidrosalina, como la presencia de glándulas mucosas y una alta vascularización a fin de evitar la deshidratación y maximizar la absorción de agua (Christensen, 1974; Duellman & Trueb, 1994; Lascano, Segura &

Ferrari, 1971; Llinás & Precht, 1976; Whitear, 1977). Los anfibios no ingieren agua por la boca (Bentley, 1966), su principal vía de ganancia es a través de la piel, fundamentalmente en la región ventral posterior denominada *parche pélvico* (Christensen, 1974; Reboreda, Muzio, Viñas & Segura, 1991; Ruibal, 1962). Sin embargo, la piel funciona al mismo tiempo como la vía principal por la que los anfibios pierden agua (Shoemaker & Nagy, 1977), con la consiguiente caída de peso corporal por evaporación y el aumento del riesgo de supervivencia para estos animales (Duellman & Trueb, 1994). Así, al colocar a un sujeto en una jaula sin acceso a agua, se deshidrata rápidamente con el contacto de su piel con el aire, lo que se traduce en una pérdida de peso (e.g., Muzio, Segura & Papini, 1992). Debido a estas razones, el uso del agua como estímulo apetitivo (en lugar de alimento sólido) en animales parcialmente deshidratados, ha permitido avanzar enormemente en el estudio del aprendizaje en anfibios, brindándole al investigador científico un mayor control de las condiciones motivacionales de los sujetos experimentales (Muzio, 1999; 2013).

En resumen, mientras los anfibios pueden tolerar restricciones en la ingesta de comida (en tanto tengan reservas energéticas corporales), dependen diariamente del acceso al agua para lograr un balance fisiológico-hidrosalino (Muzio 1999, 2013). Por lo tanto, esta serie de características adaptativas que presentan los anfibios a nivel fisiológico hacen del agua un factor limitante mayor que la comida.

Estímulos apetitivos: el estímulo apetitivo por excelencia en mamíferos es la comida. El potente efecto de este estímulo sobre el aprendizaje se ve reflejado en el condicionamiento clásico, en el que un animal es expuesto a un estímulo neutro (EC - estímulo condicionado) seguido de un estímulo apetitivo o aversivo (EI - estímulo incondicionado). Con sucesivas repeticiones de

esta asociación, el animal responderá frente al estímulo neutro como si se tratara del estímulo incondicionado. El ejemplo tradicional de la psicología experimental es el experimento de condicionamiento clásico en perros realizado por Pavlov (1927): sometía a los animales a sucesivos apareamientos de una luz o un tono con comida, obteniendo como resultado después de sucesivas repeticiones la salivación de los sujetos sólo con la presentación de la luz o el tono. Con el objeto de analizar qué regiones cerebrales estaban comprometidas en este tipo de aprendizaje, en un estudio más reciente en ratas, Cole, Stone y Petrovich (2017) analizaron el efecto de lesiones en el striatum dorsomedial sobre el condicionamiento clásico apetitivo, para ello utilizaron como estímulo apetitivo la presentación de comida junto con claves sensoriales. Los resultados mostraron que las lesiones del striatum dorsomedial retardaron el aprendizaje clave-comida, sugiriendo que esta área cerebral está involucrada cuando se forman las asociaciones iniciales. Algo parecido ocurre con el condicionamiento operante, donde también el striatum dorsomedial ha sido implicado en la adquisición del aprendizaje instrumental (Corbit & Janak, 2010).

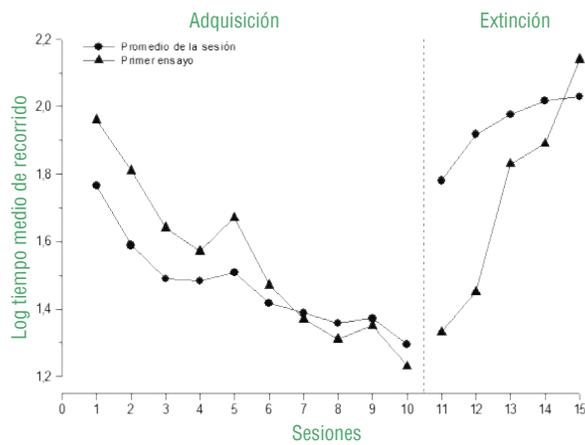
Como se mencionó anteriormente, en contraste con lo que sucede en mamíferos, en los anfibios es el agua -no la comida- el estímulo apetitivo que ha dado los mejores resultados en el estudio del aprendizaje asociativo. Existen, sin embargo, algunos ejemplos con el uso de alimento sólido como recompensa. Este es el caso de los estudios realizados en larvas de anfibios urodelos, como las salamandras (*Ambystoma paroticum*), en el que se utilizaron gusanos para entrenarlas a subir a la superficie de un tanque ante la administración de un estímulo señal (Moore & Welch, 1940). En otra especie de urodelo, como el tritón (*Triturus cristatus*), también se utilizaron gusanos para entrenar larvas y adultos a discriminar entre dos estímulos que tenían distinta forma (Hershkowitz & Samuel, 1973). En este caso,

aunque demostraron que las larvas aprendían y que dicha discriminación era retenida después de la metamorfosis, los adultos sin experiencia previa no aprendían esa discriminación.

La utilización efectiva del agua como estímulo apetitivo en anfibios fue sistemáticamente desarrollada en procedimientos de condicionamiento operante en nuestro laboratorio. Uno de los primeros estudios realizados incluyó el análisis

del aprendizaje en una situación de corredor recto, usando sapos de la especie *Rhinella arenarum* parcialmente deshidratados y agua como recompensa (Muzio, Segura & Papini, 1992). En dicho estudio, los sujetos mostraron distintas habilidades relacionadas con el aprendizaje asociativo, tales como la adquisición, la extinción, la recuperación instantánea de la respuesta de recorrido y el efecto subsiguiente al reforzador (ver Figuras 1 y 2).

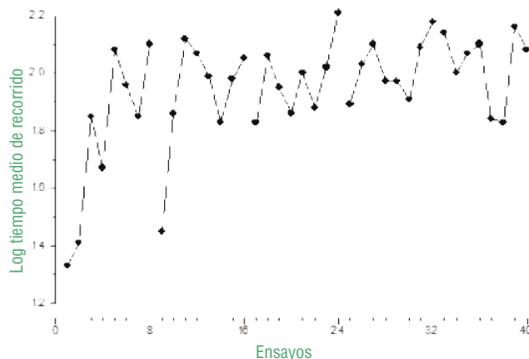
Figura 1. Vista del corredor recto



Nota: Izq: Vista del corredor recto (mostrando el espejo de observación utilizado en el entrenamiento). Der: Tiempo de recorrido (Log s) de los sapos durante la adquisición (sesiones 1 a 10) y la extinción (sesiones 11 a 15). Cada punto representa la media del grupo en una sesión diaria de ocho ensayos cada una (círculos) o sólo en el primer ensayo (triángulos).

Fuente: Adaptado de Muzio, Segura & Papini, 1992

Figura 2. Tiempo de recorrido de los sapos

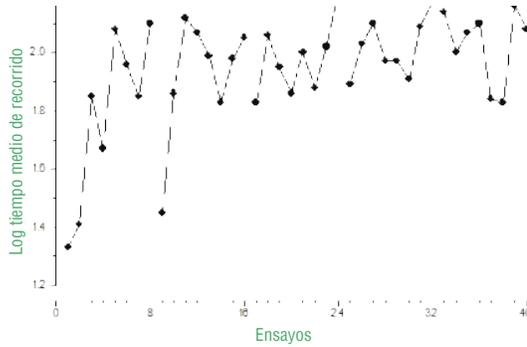


Nota: Tiempo de recorrido (Log s) de los sapos ensayo por ensayo durante las cinco sesiones de extinción.

Fuente: Adaptado de Muzio, Segura & Papini, 1992

En cuanto a las bases neurales asociadas, se estudió la participación del pallium medial de los anfibios, que es considerado homólogo al hipocampo de los mamíferos (Muzio, 2013; Northcutt & Ronan, 1992). Específicamente, el efecto de la lesión del pallium medial sobre la adquisición de la respuesta en la situación del corredor recto (Muzio, Segura & Papini, 1993). En este caso, la lesión del pallium medial no produjo efectos sobre la adquisición de la respuesta, pero sí aumentó la resistencia a la extinción cuando los animales fueron cambiados a una serie continua de ensayos no reforzados (Figura 3).

Figura 3. Tiempo de recorrido de los tres grupos de sapos entrenados



Nota: Tiempo de recorrido (Log s) de los tres grupos de sapos entrenados durante la adquisición (sesiones 1 a 12) y la extinción (sesiones 13 a 24), luego de uno de los siguientes tratamientos: PM (lesión bilateral del pallium medial), OS (operación simulada) o IN (animales intactos). Cada punto representa el desempeño del grupo en una sesión diaria.

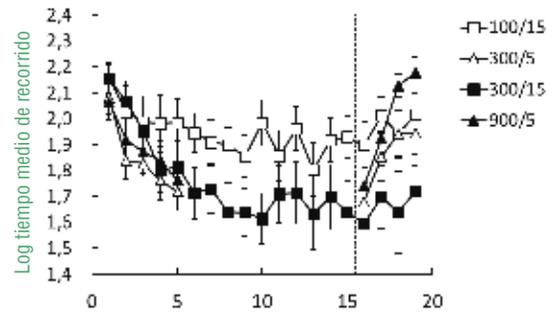
Fuente: Adaptado de Muzio, Segura & Papini, 1993

De esta forma, nuestros experimentos con lesiones del pallium medial en anfibios muestran que las respuestas dominantes no son afectadas durante la adquisición, pero que son muy resistentes a modificarse aún después de cambios abruptos en las condiciones de reforzamiento. Estos resultados son los mismos que se han obtenido en ratas hipocampectomizadas entrenadas bajo condiciones análogas (Jarrard & Isaacson, 1965; Jarrard, Isaacson & Wickelgren, 1964; Rawlins, Feldon & Gray, 1980; Winocur & Mills, 1969), lo cual sugiere que el pallium medial de los anfibios y el hipocampo de los mamíferos comparten ciertas propiedades funcionales, como su papel en la inhibición de respuestas previamente aprendidas.

En cuanto a las características del procedimiento experimental empleado, este conjunto de estudios pioneros demostraron la efectividad del agua como recompensa en el entrenamiento de anfibios en general (en nuestro caso, el sapo terrestre *Rhinella arenarum*), permitiendo analizar por primera vez una amplia variedad de fenómenos de aprendizaje en este grupo y sus bases neurales (Muzio, 1999).

Otro aspecto interesante derivado del uso del agua como estímulo apetitivo en anfibios, surge de analizar el balance entre la magnitud de la recompensa y el tiempo de reforzamiento. En un trabajo reciente, Puddington, Papini y Muzio (2018a) realizaron un experimento para discriminar los factores que afectaban la extinción de una conducta aprendida en sapos, utilizando un diseño factorial en aras de evaluar por separado el efecto de la magnitud de recompensa total en la adquisición y la duración de los ensayos de extinción. En un primer experimento, se varió la magnitud de recompensa (900, 300 o 100 segundos de acceso a agua por sesión) y la cantidad de entrenamiento de adquisición (5 o 15 sesiones). En cada grupo de animales, la duración de las sesiones de extinción fue la misma que durante las sesiones de adquisición. Los resultados obtenidos (Figura 4) muestran que con la cantidad total de acceso al agua equiparada en la adquisición, la extinción fue más rápida en animales que habían recibido recompensas más grandes (latencias mayores en el grupo 900/5 que en el grupo 300/15); pero con la cantidad total de entrenamiento igualada, la extinción fue más rápida en los animales que recibieron recompensas más pequeñas (latencias mayores en el grupo 100/15 que en el 300/15).

Figura 4. Tiempo de recorrido de cuatro grupos de sapos entrenados con variaciones de tiempo

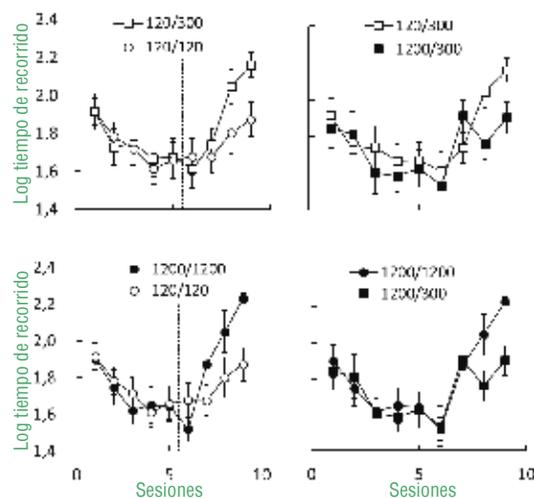


Nota: Tiempo de recorrido (Log s) de cuatro grupos de sapos entrenados con variación del tiempo total de acceso a agua (100, 300 o 900 segundos) y de la cantidad de sesiones de adquisición (5 o 15 sesiones). La línea punteada separa la adquisición (sesiones 1 a 15) de la extinción (sesiones 16 a 20). Cada punto representa el desempeño del grupo en una sesión diaria.

Fuente: Adaptado de Puddington, Papini & Muzio, 2018a.

En otras palabras, teniendo igualada en la adquisición la cantidad total de acceso al agua entre grupos, con recompensas menores por sesión, pero distribuidas a lo largo de un mayor número de sesiones, se obtiene una menor extinción con respecto a grandes recompensas por sesión, pero distribuidas a lo largo de un menor número de sesiones (en nuestro ejemplo, Grupo 300/15 vs. Grupo 900/5). En un segundo experimento, Puddington, Papini & Muzio (2018a) variaron la magnitud de la recompensa (1200 o 120 segundos de acceso a agua por sesión) mientras se mantenían constantes el número de sesiones de adquisición (5 sesiones) y la duración de las sesiones de extinción (300 segundos); en este caso, los resultados (Figura 5) muestran que el desempeño de extinción fue menor con una magnitud de recompensa pequeña que con una recompensa grande (latencias más largas en 120/300 que en 1200/300).

Figura 5. Relación entre la magnitud de la recompensa y la duración de los ensayos de extinción en tiempos de recorrido



Nota: tiempo de recorrido (Log s) de cuatro grupos de sapos entrenados con el objetivo de analizar la relación entre la magnitud de la recompensa y la duración de los ensayos de extinción. Dos grupos fueron emparejados en términos de la magnitud de recompensa (ya sea 1200 o 120 segundos de acceso a agua por sesión) y luego expuestos a sesiones de extinción de diferente duración (1200, 300 o 120 segundos). Todos los animales recibieron 5 sesiones de adquisición y 4 sesiones de extinción. Aunque los cuatro grupos se entrenaron al mismo tiempo, los resultados se grafican por pares para facilitar las comparaciones. La línea punteada separa la adquisición (sesiones 1 a 5) de la extinción (sesiones 6 a 9). Cada punto representa el desempeño del grupo en una sesión diaria (media \pm ES).
Fuente: Adaptado de Puddington, Papini & Muzio, 2018a

Estos resultados también sugieren que, al menos en anfibios, la extinción instrumental depende de la cantidad de tiempo que los animales están expuestos al contexto durante las sesiones de extinción. Hasta donde sabemos, el papel de la duración de las sesiones de extinción aún no se ha estudiado en mamíferos en un diseño similar. En una reciente revisión Reichelt y Lee (2013) indican que no hay estudios que manipulen la exposición a las señales de no refuerzo en el aprendizaje instrumental apetitivo, por lo tanto, esta es un área que necesitan más estudios de comportamiento. En psicología comparada, una comprensión evolutiva completa de las diferencias comportamentales observadas a través de los vertebrados en los efectos de los programas de recompensa sobre la extinción instrumental requiere de un análisis sistemático de los determinantes de la extinción en especies de distintas clases zoológicas (especialmente en no mamíferos). Por lo tanto, la evidencia acumulada en las últimas décadas en nuestro laboratorio sobre los procesos de extinción en este anfibio contribuye a una base de conocimiento comparativo del aprendizaje y la cognición en los vertebrados.

Globalmente, en términos apetitivos, nuestros resultados destacan la importancia de la manipulación de las condiciones de ingesta de agua como factor de control de la adquisición de la respuesta, así como del tiempo de exposición al no refuerzo para la tasa de extinción.

Estímulos aversivos: la mayoría de los experimentos sobre condicionamiento aversivo en vertebrados han usado el dolor periférico inducido por descargas eléctricas como estímulo aversivo (Brush, 1971). La descarga eléctrica tiene la enorme ventaja de permitir controlar con mucha precisión el momento, la duración y la intensidad del estímulo.

Por eso ha sido tradicionalmente el estímulo aversivo de primera elección en estudios de condicionamiento aversivo en las más variadas especies (Mackintosh, 1974).

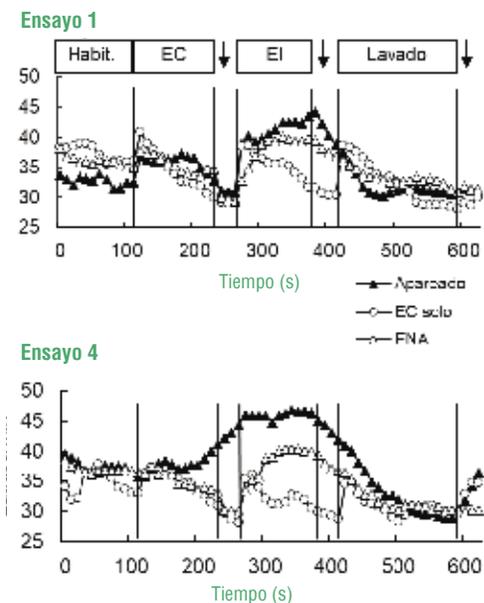
Aunque en mamíferos se observa una relación directa entre parámetros de descargas eléctricas y respuestas adquiridas (e.g., en ratas, Campbell & Masterton, 1969), las descargas eléctricas han demostrado ser relativamente ineficaces para estudiar el aprendizaje en anfibios, dando resultados inciertos o inconsistentes (ver Macphail, 1982; Muzio, 1999; Suboski, 1992). Esto se debe -presumiblemente- a las características de la piel de los anfibios, que mantiene varias capas de células muertas con alta mucosidad reteniendo humedad, lo cual amortiguaría la percepción sensorial de las descargas eléctricas (ver Puddington & Muzio, 2013).

En nuestro laboratorio hemos desarrollado un modelo experimental de estudio del aprendizaje aversivo en anfibios utilizando soluciones salinas de alta concentración como alternativa a las descargas eléctricas (Daneri, Papini & Muzio, 2007; Loza, 1998). Este modelo explota la sensibilidad del sapo terrestre (*Rhinella arenarum*) para detectar la composición de los fluidos a través de su piel ventral, que como vimos también es utilizada para la absorción durante el proceso de rehidratación (Christensen, 1974; Reboreda, Muzio, Viñas & Segura, 1991; Schmajuk & Segura, 1982). La concentración de cloruro de sodio (NaCl) en el medio interno de los sapos es aproximadamente de 115 mM (Reboreda et al., 1991). En la práctica, la exposición de animales al contacto de soluciones de NaCl que varían entre 0-250 mM (soluciones hipotónicas a ligeramente hipertónicas) lleva a un aumento de peso a través de la rehidratación y la emisión de comportamientos apetitivos: acercamiento a estas soluciones. En contraste, las soluciones de NaCl que varían entre 350-1000 mM (soluciones

altamente hipertónicas) conducen a una pérdida de peso y la ejecución de comportamientos aversivos: respuestas de escape. Entre estos dos extremos, una solución de 300 mM de NaCl (solución moderadamente hipertónica) no produce ganancia ni pérdida de peso, ni tampoco genera una conducta neta de acercamiento o escape. Por lo tanto, se la considera una “solución neutral” para la variación de peso (Loza, 1998). De esta forma, se ha caracterizado un nuevo modelo de estímulo: soluciones salinas de NaCl, que pueden funcionar como reforzadores o supresores de conductas en distintos procedimientos de aprendizaje en anfibios. Las propiedades de estas soluciones salinas brindan la enorme ventaja de variar entre apetitivas o aversivas modificando sólo la concentración de las mismas. En forma unidimensional la concentración de estas soluciones pueden definir un conjunto de estímulos altamente apetitivos (soluciones 0-250 mM de NaCl) pasando a otro grupo de estímulos altamente aversivos (soluciones 350-1000 mM de NaCl). Así, un simple continuo de salinidad puede producir reforzadores apetitivos (por debajo de 250 mM), neutro (300 mM) o aversivos (por encima de 350 mM). Utilizando las propiedades de estas soluciones salinas de alta concentración, hemos desarrollado en sapos dos preparaciones de condicionamiento aversivo, tanto activo como pasivo.

En un primer estudio, Daneri, Papini & Muzio (2007) caracterizaron una respuesta de escape y evitación activa. Para ello se explotó la capacidad de los sapos para detectar la concentración de varias soluciones salinas, utilizando una solución neutra (300 mM de NaCl) como señal anticipatoria de una solución aversiva (800 mM de NaCl, altamente hipertónica). En primer lugar, utilizando esta capacidad se desarrolló un procedimiento en una situación inescapable donde se observó un condicionamiento aversivo del ritmo cardíaco (Figura 6).

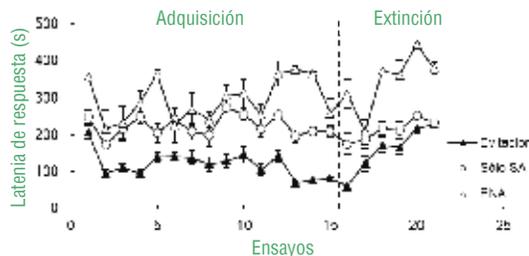
Figura 6. Aceleración de la tasa cardíaca



Nota: respuesta cardíaca promedio (latidos por minuto) de sapos durante el primer y último ensayo (ensayos 1 y 4) de un condicionamiento aversivo en una situación inescapable. Los dos primeros minutos del ensayo permitan que los animales alcancen el nivel de la tasa cardíaca basal antes de la exposición a las soluciones estímulo. Habit: habituación; EC: estímulo condicionado (solución neutra 300 mM de NaCl); EI: estímulo incondicionado (solución aversiva 800 mM de NaCl); ENA: Grupo Explícitamente No Apareado; Lavado: drenaje de la solución salina y su reemplazo con agua deionizada; Flechas: período de 30 segundos durante los cuales la solución salina era descargada del dispositivo experimental; El asterisco indica la interpolación de 180 segundos entre EC y EI para el Grupo ENA.
Fuente: Adaptado de Daneri, Papini & Muzio, 2007

Además, empleando estas dos soluciones salinas en una caja de salto de una vía (*one-way shuttle box*), también fue posible observar un aprendizaje de evitación activa (Figura 7).

Figura 7. Latencia de respuesta

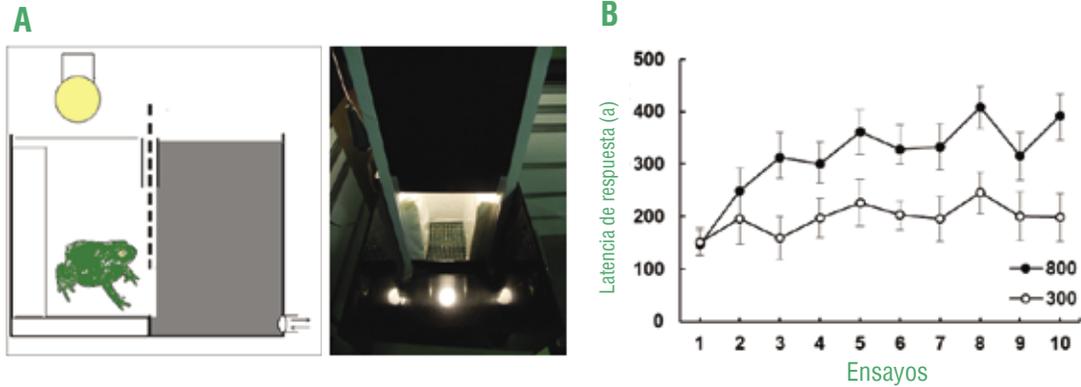


Nota: Latencia de respuesta (media \pm ES) durante adquisición (ensayos 1 a 15) y extinción (ensayos 16 a 21) para moverse al compartimento seguro de una caja de salto en tres grupos de sapos: Evitación (estímulo de advertencia y reforzador apareados), Sólo SA (señal de advertencia solamente) y ENA (explícitamente no apareado). La señal de advertencia era una solución neutra 300 mM de NaCl, mientras que el reforzador era una solución aversiva 800 mM de NaCl. Los sapos podían evitar (moviéndose al compartimento seguro durante los primeros 150 segundos del ensayo, marcados con una línea punteada horizontal) o escapar (moviéndose después de la presentación de la solución altamente hipertónica).
Fuente: Adaptado de Daneri, Papini & Muzio, 2007

Los resultados obtenidos en estos dos experimentos indican que el condicionamiento cardíaco y el aprendizaje de evitación constituyen elementos de un sistema adaptativo para enfrentar situaciones aversivas que implican la pérdida del balance hídrico corporal.

Posteriormente, Puddington, Daneri, Papini y Muzio (2016), empleando las propiedades de estas mismas soluciones salinas en anfibios, extendieron el protocolo de entrenamiento anterior a una situación de evitación pasiva, procedimiento que requiere que los animales aprendan a suprimir una respuesta dominante después de aparearla con un estímulo aversivo. En este caso, se utilizó una caja de salto con dos compartimientos (Figura 8A): uno de partida (iluminado, seco y más pequeño) y otro que contenía la solución salina correspondiente (oscuro). En cada ensayo, los sapos eran colocados en el compartimento iluminado y se contabilizaba el tiempo que los animales tardaban en cruzar al compartimento oscuro.

Figura 8. Diagrama lateral de la caja de salto



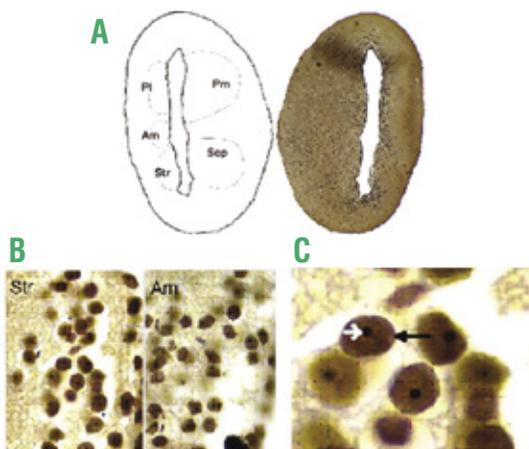
Nota: A. Izq: Diagrama lateral de la caja de salto utilizada para entrenar a los sapos en la situación de evitación pasiva. La caja posee dos compartimentos: uno iluminado, seco y más pequeño (desde donde los animales inician cada ensayo) y otro oscuro que contiene la solución salina correspondiente (800 mM o 300 mM de NaCl). Der: Vista superior de la caja de salto desde el compartimento oscuro. B. Latencia de respuesta (media \pm ES) durante los 10 ensayos de adquisición para moverse al compartimento oscuro de la caja de salto (contenía distintas soluciones salinas) en los dos grupos de sapos entrenados: 800 (experimental, expuesto a una solución aversiva 800 mM de NaCl) y 300 (control, expuesto a una solución neutra 300 mM de NaCl).

Fuente: Adaptado de Puddington, Daneri, Papini & Muzio, 2016

En esta situación se entrenaron dos grupos de sapos (experimental y control) que aprendieron a moverse del compartimento iluminado al compartimento oscuro. Una vez que los animales respondían, los que pertenecían al grupo experimental eran expuestos a una solución de NaCl altamente hipertónica de 800 mM (lo cual lleva a una pérdida de peso). En cambio, los animales del grupo control recibieron exposición a una solución de NaCl levemente hipertónica de 300 mM (que no genera ganancia ni pérdida de peso). Después de 10 ensayos de adquisición, los animales en el grupo experimental mostraron una latencia significativamente mayor para ingresar al compartimento oscuro respecto de los animales del grupo control (Figura 8B). De esta forma, los animales experimentales mostraron una adquisición gradual de la respuesta de evitación pasiva, mientras que los animales del grupo control mantenían su latencia de respuesta estable a lo largo de los ensayos.

Finalmente, en este mismo trabajo (Puddington et al., 2016) también se exploraron las bases neurales del aprendizaje de evitación pasiva a través del registro indirecto de la actividad celular en varias regiones del cerebro. Una vez finalizado el último ensayo, los animales fueron sacrificados para evaluar la activación neuronal en cinco regiones cerebrales usando la técnica de tinción de AgNOR para nucléolos, un índice de actividad cerebral (Puddington & Muzio, 2016). Esta técnica es un método indirecto de medición del nivel de actividad neural que tenía en el período previo un área cerebral particular. Su procedimiento requiere que los animales sean sacrificados inmediatamente al final del último ensayo de entrenamiento (en este caso, después del ensayo 10) a fin de preparar sus cerebros para la tinción. La Figura 9 muestra un corte coronal a nivel medio del cerebro de un sapo indicando las regiones donde se realizó la medición y varios ejemplos de tinción de AgNOR en distintas neuronas.

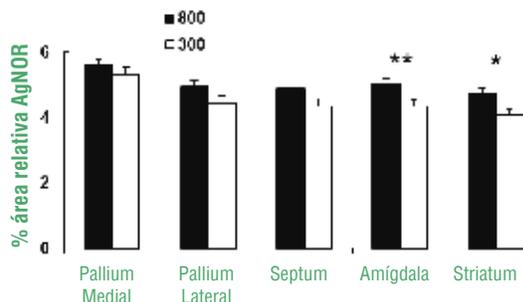
Figura 9. Diagrama y vista de la sección coronal teñida con AgNOR



Nota: A. Diagrama (izquierda) y vista de la sección coronal teñida con AgNOR (x40, derecha) a nivel medio del eje antero-posterior del telencéfalo en el sapo *Rhinella arenarum* que muestra las cinco regiones donde se realizó el registro de la actividad neural (Am: amígdala; Pl: pallium lateral; Pm: pallium medial; Sep: septum; Str: striatum). B. Ejemplos de tinción de AgNOR en neuronas del striatum y la amígdala (x1000). C. Aumento de la imagen del striatum que muestra un núcleo (flecha negra) y un nucléolo (flecha blanca).

Fuente: Adaptado de Puddingotn, Daneri, Papini & Muzio, 2016.

Figura 10. Niveles de activación de las cinco regiones del cerebro estudiadas



Nota: Porcentaje del tamaño relativo de los AgNOR (área nucléolo/área del núcleo; media \pm ES) medido en las cinco regiones telencefálicas de los dos grupos de sapos entrenados (800: experimental; 300: control). Los asteriscos indican el nivel de significación (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$).

Fuente: Adaptado de Puddingotn, Daneri, Papini & Muzio, 2016

Los resultados obtenidos mostraron sólo una activación significativamente mayor de la amígdala y el striatum en los animales experimentales en relación con los controles (estas regiones son homólogas al sistema amigdalino-estriatal

de los mamíferos). Las diferencias entre grupos en las demás regiones analizadas (el pallium lateral, el pallium medial y el septum) no alcanzaron niveles significativos. Haciendo un análisis comparativo, la amígdala ha sido identificada durante mucho tiempo como una de las principales estructuras implicadas en el aprendizaje aversivo en mamíferos (Duvarci & Pare, 2014; Phelps & LeDoux, 2005), incluida la evitación pasiva (Huang, Shyu, Hsiao, Chen & He, 2013; Jellestad & Bakke, 1984). En peces, las regiones homólogas a la amígdala también han sido implicadas en el aprendizaje de evitación activa (Portavella, Salas, Vargas & Papini, 2003; Portavella, Torres, Salas & Papini, 2004), un hallazgo que sugiere una fuerte conservación evolutiva de la función cerebral en el aprendizaje aversivo a través de los vertebrados. En anfibios, aunque existían varios estudios morfológicos y neuroinmunohistoquímicos que indican que la parte ventral del pallium lateral del telencéfalo es homóloga al complejo amigdalino de los mamíferos (Laberge, Mühlenbrock-Lenter, Grunwald & Roth, 2006; Moreno & González, 2006, 2007; Mühlenbrock-Lenter, Endepols, Roth & Walkowiak, 2005), no existían hasta el trabajo de Puddington, Daneri, Papini & Muzio (2016) estudios de comportamiento que analizaran las funciones de estas regiones (Hall, Ballagh & Kelley, 2013; Hoffman & Lico, 1972; Laberge, Feldhoff, Feldhoff & Houck, 2008). Los datos aportados en dicho trabajo sugieren que el aprendizaje de evitación pasiva induce un aumento diferencial de la actividad neuronal en la amígdala y el striatum. Por lo tanto, ese incremento reflejaría los cambios previos en la actividad cerebral ocurridos en la amígdala y en el striatum durante el período de entrenamiento inmediatamente anterior. En términos globales, estos resultados sugieren que la activación amigdalino-estriatal podría ser un componente clave del circuito cerebral que controla el aprendizaje de evitación pasiva en anfibios.

Receptores cutáneos y nocicepción

En mamíferos, la percepción del dolor (por ejemplo, en el caso de una quemadura), no depende de una estimulación intensa de receptores periféricos de calor, sino que el mismo tiene sus receptores específicos e independientes del resto de los receptores correspondientes al tacto (Millan, 1999).

De una forma similar, el parche pélvico de los anfibios cuenta con receptores cutáneos que le permiten a un animal detectar cambios en la concentración salina del medio en el que está sumergido y, además, con otros receptores independientes que perciben el dolor. En los anfibios, el sistema nociceptivo está organizado con receptores periféricos que fundamentalmente están conectados con el tronco cerebral por medio de vías rápidas mielinizadas y también vías lentas sin mielina. Estas señales de dolor son procesadas principalmente por el tálamo y luego se proyectan hacia las regiones no olfatorias del telencéfalo (Guénette, Giroux & Vachon, 2013). Lamentablemente, la forma en que los receptores nociceptivos actúan frente a soluciones salinas en anuros, aún no ha sido estudiada.

Sin embargo, sí existen estudios que muestran la función quimiosensorial de la piel ventral de los anfibios para discriminar concentraciones salinas (Nagai, Koyama, Hoff & Hillyard, 1999). En particular, se ha comprobado que la exposición de sapos del desierto (*Bufo alvarius*) a una solución salina externa de NaCl dispara señales dirigidas desde el parche pélvico hasta el tálamo, las cuales son cada vez más frecuentes en la medida en que se aumenta la concentración de NaCl. Dichas señales pueden ser afectadas si en la solución salina se agrega amiloride, una droga bloqueante de los canales de K⁺ que también actúa sobre los canales de Na⁺ (Nagai et al., 1999). En el caso del sapo terrestre *Rhinella*

arenarum, la administración de amiloride también aumenta el tiempo que pasan los sujetos en una solución salina de NaCl intentando captar agua (Iurman & Muzio, 2010).

Ahora bien, si consideramos que el caso de la variación en la concentración salina de las soluciones a la que son expuestos los anfibios constituye un modelo unidimensional de reforzamiento, deberíamos asumir que los receptores nociceptivos no juegan un papel en el aprendizaje aversivo mediado por soluciones salinas de alta concentración. O al menos, que la nocicepción no es esencial para que se establezca un aprendizaje aversivo mediado por soluciones salinas. En este sentido, para despejar esta incógnita, deberíamos a futuro contestar al menos las siguientes preguntas. En primer lugar: ¿la exposición a soluciones salinas de distintas concentraciones producen en anfibios estimulación nociceptiva? Probablemente la forma más sólida de contestar esta pregunta es en preparados in vitro aislando los receptores y estudiando su respuesta frente a la concentración de sal en el medio. En el caso de observarse que las soluciones hipertónicas activan los receptores nociceptivos, esto podría estar indicando que las soluciones de concentración pequeña (apetitivas) y de concentración grande (aversivas) de NaCl, activan vías diferenciales, debilitando la idea de unidimensionalidad. Sin embargo, es posible que la condición de estímulo aversivo de las soluciones salinas, no dependa exclusivamente de la estimulación nociceptiva. En segundo lugar: ¿es posible el condicionamiento aversivo en anfibios que se encuentran bajo los efectos de un analgésico de efecto local o central? Para responder a esta pregunta sería clave disponer de mecanismos de bloqueo periférico o central de la nocicepción. En este sentido, existe un extenso trabajo de revisión que analiza los efectos de fármacos opioides sobre la respuesta de dolor en anfibios (Stevens, 2004), razón por la cual este tipo de drogas podrían ser utilizadas en estudios futuros. Otra alternativa

sería el uso de fármacos canabinoideos (Salio, Cottone, Conrath & Franzoni, 2002). Aunque en el caso de utilizar un anestésico local debería seleccionarse uno que actúe únicamente sobre los receptores nociceptivos, y sea neutro para el resto de los receptores.

Dentro de los procedimientos ya utilizados en anfibios, hay dos que podrían ser los más adecuados para responder a esta última pregunta. Primero, el protocolo de condicionamiento clásico autónomico (Daneri, Papini & Muzio, 2007), en el que se monitorea la actividad cardíaca de sapos expuestos inicialmente a una solución neutra (300 mM) y luego a una solución aversiva (800 mM). En este protocolo se observa en el grupo experimental un incremento en la actividad cardíaca frente a la estimulación con la solución neutra a partir del segundo ensayo, en comparación con el grupo control que recibe dos veces estimulación con la solución neutra. Una segunda posibilidad es el protocolo de evitación pasiva descrito anteriormente (Puddington, Daneri, Papini & Muzio, 2016).

En cualquiera de las dos situaciones, si se observara en los animales una respuesta de aprendizaje aun habiendo recibido un fármaco antinociceptivo, podría sugerir que este modelo anfibio utiliza una única vía sensorial tanto para el procesamiento apetitivo como el aversivo.

Conclusiones y comentarios finales

El modelo de los anfibios constituye una situación especial para el análisis de la potencial unidimensionalidad de los estímulos reforzantes. En particular, el conjunto de estudios realizados en nuestro laboratorio demuestran que una misma clase de estímulo, una solución salina de cloruro de sodio, puede resultar apetitiva, aversiva o neutra dependiendo de la concentración de NaCl utilizada. De esta forma, aunque aún

falta indagar el papel de la nocicepción en estudios futuros, parecería que existen vías sensoriales comunes implicadas en el procesamiento de esta variedad de estímulos.

En este aspecto, sería muy interesante que se pudieran desarrollar estudios comparativos en otros grupos de anfibios, utilizando el modelo de estímulos empleado en nuestro laboratorio. Esperamos alentar con este artículo a otros investigadores para que inicien ese camino.

La utilización del agua como estímulo apetitivo en anfibios ha sido sistemáticamente desarrollada en procedimientos de condicionamiento instrumental llevados adelante en nuestro laboratorio (Muzio, Segura & Papini, 1992; Puddington, Papini & Muzio, 2018a; entre otros). Por otro lado, el procedimiento de entrenamiento desarrollado a partir del uso de soluciones aversivas de NaCl ha permitido obtener evidencia consistente de aprendizaje de evitación en anfibios, un fenómeno difícil de registrar en estos animales. Es más, se observó tanto evitación activa como pasiva (Daneri, Papini & Muzio, 2007; Puddington, Papini & Muzio, 2013). Como se mencionó anteriormente, la efectividad de las soluciones salinas para inducir el entrenamiento de evitación probablemente esté relacionada con su mayor relevancia ecológica en comparación con la de otros estímulos aversivos (e.g., descargas eléctricas) comúnmente utilizados en experimentos anteriores con anfibios anuros (Macphail, 1982; Muzio, 1999; Suboski, 1992).

Resumiendo, podemos decir que en términos generales la utilización de este modelo anfibio brinda una herramienta única para estudiar los mecanismos relacionados con el procesamiento de estímulos apetitivos y aversivos, dada su característica excepcional del procesamiento de estos estímulos bajo un mismo sistema de percepción sensorial (sistema unidimensional). Sin

embargo, cabe indicar que hasta el momento las vías sensoriales periféricas del procesamiento de la información necesaria para que se produzca el aprendizaje instrumental utilizando estas soluciones son mayormente desconocidas.

Respecto de los circuitos neurales involucrados, empleando el modelo del sapo terrestre *Rhinella arenarum*, hemos obtenido evidencia relacionada con el procesamiento de la información aprendida, tanto en procedimientos apetitivos como aversivos.

En situaciones de aprendizaje apetitivo, estudiamos en particular la participación del pallium medial (Muzio, Segura & Papini, 1993). Esta área ocupa la parte interna dorsal del telencéfalo y, como se mencionó anteriormente, es homóloga al hipocampo de los mamíferos. Los resultados que obtuvimos en anfibios coinciden con los obtenidos en ratas en una situación análoga, donde el área hipocampal interviene en la inhibición de respuestas previamente aprendidas (e.g., Jarrard & Isaacson, 1965). Sin embargo, resta aún estudiar en anfibios los circuitos específicos de la recompensa para hacer un análisis comparativo de este sistema.

En cuanto a situaciones de aprendizaje aversivo, nuestros estudios en anfibios han abarcado las regiones que se consideran homólogas al sistema amígdalo-estriatal de los mamíferos (Puddington, Daneri, Papini & Muzio, 2016). Así, en el sapo terrestre nos hemos focalizado en el análisis de la amígdala; en particular, la región de la amígdala evaluada corresponde a la amígdala lateral y anterior de los mamíferos (Moreno & González, 2004). Se ha postulado también que la amígdala basolateral de los mamíferos interviene en el almacenamiento de información relacionada con el condicionamiento de miedo pavloviano (Phelps & LeDoux, 2005), proceso en el cual se produce una importante síntesis

proteica (Johansen, Cain, Ostroff & LeDoux, 2011). Complementariamente, se ha propuesto al striatum como mediador de las respuestas motoras condicionadas en mamíferos, siendo esta región parte del sistema dopaminérgico (Kravitz & Kreitzer, 2012). De esta forma, los resultados obtenidos en nuestro laboratorio resaltan la importancia de las conexiones amigdalino-estriatales, ya que constituirían una vía evolutivamente conservada de regulación del condicionamiento del miedo en todos los vertebrados (Puddington, Daneri, Papini & Muzio, 2016).

Finalmente, en este contexto es interesante plantear el papel funcional que podría estar desempeñando el tálamo, una estructura crucial para el procesamiento temprano de las señales sensoriales. En mamíferos, la mayoría de los estímulos sensoriales (a excepción del olfato) son transmitidos desde los distintos sentidos hacia el tálamo, que posteriormente los proyecta hacia las regiones corticales y subcorticales especializadas (Karten, 2015). Pero mientras que en mamíferos, las señales correspondientes a estímulos apetitivos y aversivos implican distintos tipos de receptores (por lo tanto, llegando al tálamo por vías independientes), los estudios que hemos descrito en los apartados anteriores sugieren que nuestro modelo del sapo terrestre podría ser diferente, siendo tal vez un modelo único entre los anteriormente conocidos. Así, los estudios propuestos en el apartado anterior apuntan a dilucidar (i) si las altas concentraciones de NaCl, que resultan aversivas para los sapos, activan receptores nociceptivos, o (ii) si es la estimulación masiva de receptores de Na⁺ lo que constituye la señal de aversión. Estas dos posibilidades implicarían dos modelos distintos: a) en un modelo de unidimensionalidad, el tálamo recibiría información de una única vía sensorial correspondiente a la detección de cambios en la concentración de Na⁺ por parte del parche

pélvico, luego, esa información sería enviada a estructuras superiores como la amígdala o el núcleo accumbens que serían los responsables de etiquetar el estímulo como aversivo o apetitivo; b) en un modelo bidimensional, en cambio, el tálamo recibiría información tanto de la vía sensorial correspondiente a la detección de cambios en la concentración salina, como de

las vías nociceptivas. En este caso, una solución salina particular tendría carácter aversivo en la medida en que produzca activación de dichas vías nociceptivas. A fin de contrastar estas dos hipótesis, serán necesarios más estudios futuros en los que se pueda analizar la respuesta funcional de estas vías sensoriales potencialmente implicadas.

Referencias

- Bentley, P. J. (1966). Adaptations of Amphibia to arid environments. *Science*, 152, 619-623.
- Bingman, V. P. & Muzio, R. N. (2017). Reflections on the Structural-Functional Evolution of the Hippocampus: What is the Big Deal about a Dentate Gyrus? *Brain, Behavior and Evolution*, 90, 53-61.
- Brush, F. R. (1971). *Aversive conditioning and learning*. New York: Academic Press.
- Campbell, B. A. & Masterton, F. A. (1969). Psychophysics of punishment. En B. A. Campbell & R. M. Church (eds.), *Punishment and aversive behavior* (pp. 3-42). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Christensen, C. U. (1974). Adaptations in the water economy of some anuran Amphibia. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 47A, 1035-1049.
- Cole, S., Stone, A. D. & Petrovich, G. D. (2017). The dorsomedial striatum mediates Pavlovian appetitive conditioning and food consumption. *Behavioral Neuroscience*, 131(6), 447-453. doi: 10.1037/bne0000216
- Corbit, L. H. & Janak, P. H. (2010). Posterior dorsomedial striatum is critical for both selective instrumental and Pavlovian reward learning. *European Journal of Neuroscience*, 31(7), 1312-1321.
- Daneri, M. F., Papini, M. R. & Muzio, R. N. (2007). Common toads (*Bufo arenarum*) learn to anticipate and avoid hypertonic saline solutions. *Journal of Comparative Psychology*, 121, 419-427.
- Duellman, W. E. & Trueb, L. (1994). *Biology of amphibians*. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press.
- Duvarci, S. & Pare, D. (2014). Amygdala microcircuits controlling learned fear. *Neuron*, 82, 966-980.
- Guénette, S. A., Giroux, M. C. & Vachon, P. (2013). Pain perception and anaesthesia in research frogs. *Experimental Animals*, 62(2), 87-92.
- Hall, I. C., Ballagh, I. H. & Kelley, D. B. (2013). The *Xenopus* amygdala mediates socially appropriate vocal communication signals. *Journal of Neuroscience*, 33, 14534-14548.
- Hershkowitz, M. & Samuel, D. (1973). The retention of learning during metamorphosis of the crested newt (*Triturus cristatus*). *Animal Behaviour*, 21(1), 83-85.

- Hoffman, A. & Lico, M. C. (1972). Autonomic and motor responses to electrical stimulation of the toad's brain. *Physiology and Behavior*, 8, 1039-1043.
- Huang, A. C. W., Shyu, B.-C., Hsiao, S., Chen, T.-C. & He, A. B.-H. (2013). Neural substrates of fear conditioning, extinction, and spontaneous recovery in passive avoidance learning: A c-Fos study in rats. *Behavioural Brain Research*, 237, 23-31.
- Iurman, M. G. & Muzio, R. N. (2010). *Efectos del Amiloride sobre la recaptación de agua a diferentes niveles de deshidratación en el sapo común*. XI Congreso Argentino de Herpetología. Buenos Aires.
- Jarrard, L. E. & Isaacson, R. L. (1965). Hippocampal ablation in rats: Effects of intertrial interval. *Nature*, 207, 109-110.
- Jarrard, L. E., Isaacson, R. L. & Wickelgren, W. O. (1964). Effects of hippocampal ablation and intertrial interval on acquisition and extinction of a runway response. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 57, 442-445.
- Jellestad, F. K. & Bakke, H. K. (1984). Passive avoidance after ibotenic acid and radio frequency lesions in the rat amygdala. *Physiology and Behavior*, 34, 299-305.
- Johansen, J. P., Cain, C. K., Ostroff, L. & LeDoux, J. E. (2011). Molecular mechanisms of fear learning and memory. *Cell*, 147, 509-524.
- Karten, H. J. (2015). Vertebrate brains and evolutionary connectomics: On the origins of the mammalian 'neocortex'. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370, 1-12. doi: 10.1098/rstb.2015.0060
- Kravitz, A.V. & Kreitzer, A. C. (2012). Striatal mechanisms underlying movement, reinforcement, and punishment. *Physiology*, 27, 167-177.
- Laberge, F., Feldhoff, R. C., Feldhoff, P. W. & Houck, L. D. (2008). Courtship pheromone-induced c-Fos-like immunolabeling in the female salamander brain. *Neuroscience*, 151, 329-339.
- Laberge, F., Mühlenbrock-Lenter, S., Grunwald, W. & Roth, G. (2006). Evolution of the Amygdala: New insights from studies in amphibians. *Brain, Behavior and Evolution*, 67, 177-187.
- Lascano, E., Segura, E. T. & Ferrario, J. A. (1971). Organización anatómica del encéfalo del Bufo arenarum Hensel. *Revista de la Sociedad Argentina de Biología*, 47, 70-88.
- Llinás, R. & Precht, W. (1976). *Frog Neurobiology. A Handbook*. Berlin: Springer-Verlag.

- Loza, M. A. (1998). *Comportamiento del anfibio anuro Bufo arenarum (sapo común) frente a soluciones externas de diferente osmolaridad*. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Mackintosh, N. J. (1974). *The Psychology of Animal Learning*. New York: Academic Press.
- Macphail, E. M. (1982). *Brain and Intelligence in Vertebrates*. Oxford: Clarendon Press.
- Millan, M. J. (1999). The induction of pain: an integrative review. *Progress in Neurobiology*, 57(1), 1-164.
- Moore, A. R. & Welch, J. C. (1940). Associative hysteresis in larval Amblystoma. *Journal of Comparative Psychology*, 29(2), 283-292.
- Moreno, N. & González, A. (2004). Localization and connectivity of the lateral amygdala in anuran amphibians. *Journal of Comparative Neurology*, 479, 130-148.
- Moreno, N. & González, A. (2006). The common organization of the amygdaloid complex in tetrapods: new concepts based on developmental, hodological and neurochemical data in anuran amphibians. *Progress in Neurobiology*, 78, 61-90.
- Moreno, N. & González, A. (2007). Evolution of the amygdaloid complex in vertebrates, with special reference to the anamnio-amniotic transition. *Journal of Anatomy*, 211, 151-163.
- Mühlenbrock-Lenter, J., Endepols, H., Roth, G. & Walkowiak, W. (2005). Immunohistological characterization of striatal and amygdalar structures in the telencephalon of the fire-bellied toad Bombina orientalis. *Neuroscience*, 134, 705-719.
- Muzio, R. N. (1999). Aprendizaje instrumental en anfibios. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 31(1), 35-47.
- Muzio, R. N. (2013). Aprendizaje en anfibios, el eslabón perdido: Un modelo simple cerebral en el estudio de conductas complejas. *Cuadernos de Herpetología*, 27(2), 87-100.
- Muzio, R. N., Daneri, M. F., & Sotelo, M. I. (2017). Aprendizaje y memoria espacial en anfibios: consideraciones generales y aspectos evolutivos. En J. Nieto., & R. Bernal-Gamboa (Eds.), *Estudios Contemporáneos en Cognición Comparada* (pp. 111-178). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Muzio, R. N., Daneri, M. F., & Sotelo, M. I. (en prensa). Los anfibios como modelo experimental para el estudio de la evolución de la cognición espacial y sus bases neurales. *Revista Tesis Psicológica*.
- Muzio, R. N., Ruetti, E. & Papini, M. R. (2006). Determinants of instrumental extinction in terrestrial toads (*Bufo arenarum*). *Learning and Motivation*, 37(4), 346-356. doi: 10.1016/j.lmot.2005.12.003
- Muzio, R. N., Segura, E. T. & Papini, M. R. (1992). Effect of schedule and magnitude of reinforcement on instrumental acquisition and extinction in the toad, *Bufo arenarum*. *Learning and Motivation*, 23, 406-429.
- Muzio, R. N., Segura, E. T. & Papini, M. R. (1993). Effects of lesions in the medial pallium on instrumental learning in the toad *Bufo arenarum*. *Physiology and Behavior*, 54, 185-188.
- Nagai, T. H., Koyama, H., Hoff, K. S. & Hillyard, S. D. (1999). Desert toads discriminate salt taste with chemosensory function of the ventral skin. *Journal of Comparative Neurology*, 408, 125-136.
- Northcutt, R. G. & Ronan, M. (1992). Afferent and efferent connections of the bullfrog medial pallium. *Brain, Behavior and Evolution*, 40, 1-16.
- Pavlov, I. (1927). *Conditioned Reflexes*. United Kingdom: Oxford University Press.
- Phelps, E. A. & LeDoux, J. E. (2005). Contributions of the amygdala to emotion processing: From animal models to human behavior. *Neuron*, 48, 175-187.
- Portavella, M., Salas, C., Vargas, J. P. & Papini, M. R. (2003). Involvement of the telencephalon in spaced-trial avoidance learning in the goldfish (*Carassius auratus*). *Physiology and Behavior*, 80, 49-56.
- Portavella, M., Torres, B., Salas, C. & Papini, M. R. (2004). Lesions of the medial pallium, but not of the lateral pallium, disrupt spaced-trial avoidance learning in goldfish (*Carassius auratus*). *Neuroscience Letters*, 362, 75-78.
- Pough, H., Janis, C. M. & Heiser, J. B. (1999). *Vertebrate Life*. 5th Edition. New Jersey: Prentice Hall International.
- Puddington, M. M. & Muzio, R. N. (2013). Análisis comparado del aprendizaje aversivo en anfibios. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 5(3), 50-63.

- Puddington, M. M. & Muzio, R. N. (2016). Relación entre conducta y activación de áreas cerebrales. Empleo de la técnica de AgNOR en psicología comparada. *Interdisciplinaria*, 33(1), 1-13.
- Puddington, M. M., Daneri, M. F., Papini, M. R. & Muzio, R. N. (2016). Telencephalic neural activation after passive avoidance learning in the terrestrial toad *Rhinella arenarum*. *Behavioural Brain Research*, 315, 75-82. doi: 10.1016/j.bbr.2016.08.003
- Puddington, M. M., Papini, M. R. & Muzio, R. N. (2013). Vulnerability of long- term memory to temporal delays in amphibians. *Behavioural Processes*, 99, 7-11.
- Puddington, M. M., Papini, M. R. & Muzio, R. N. (2018a). Duration of extinction trials as a determinant of instrumental extinction in terrestrial toads (*Rhinella arenarum*). *Animal Cognition*, 21, 165-174. doi: 10.1007/s10071-017-1149-8
- Puddington, M. M., Papini, M. R. & Muzio, R. N. (2018b). Retention and delayed extinction of an instrumental response in the toad *Rhinella arenarum*: Effects of overtraining. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 36(1), 129-138. doi: 10.12804/revistas.urosario.edu.co/apl/a.5119
- Rawlins, J. N. P., Feldon, J. & Gray, J. A. (1980). The effects of hippocampectomy and of fimbria section upon the partial reinforcement extinction effect in rats. *Experimental Brain Research*, 38, 273-283.
- Reboreda, J. C., Muzio, R. N., Viñas, M. C. & Segura, E. T. (1991). -adrenergic control of the water permeability of the skin during rehydration in the toad *Bufo arenarum*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 100C, 433-437.
- Regueira, E., Dávila, C. & Hermida, G. N. (2016). Morphological changes in skin glands during development in *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae). *The Anatomical Record*, 299, 141-156.
- Reichelt, A. C. & Lee, J. L. (2013). Memory reconsolidation in aversive and appetitive settings. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7, 118. doi:10.3389/fnbeh.2013.00118

- Ruibal, R. (1962). The adaptative value of bladder water in the toad, *Bufo cognatus*. *Physiological Zoology*, 35, 218-223.
- Salio, C., Cottone, E., Conrath, M. & Franzoni, M. F. (2002). CB1 cannabinoid receptors in amphibian spinal cord: relationships with some nociception markers. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 24(3), 153-162.
- Schmajuk, N. A. & Segura, E. T. (1982). Behavioral regulation of wáter balance in the toad. *Herpetologica*, 38, 296-301.
- Shoemaker, V. H. & Nagy, K. A. (1977). Osmoregulation in amphibians and reptiles. *Annual Review of Physiology*, 39, 449-471.
- Stevens, C. W. (2004). Opioid research in amphibians: an alternative pain model yielding insights on the evolution of opioid receptors. *Brain Research Reviews*, 46(2), 204-215.
- Striedter, G. F. (2016). Evolution of the hippocampus in reptiles and birds. *Journal of Comparative Neurology*, 524, 496-517.
- Suboski, M. D. (1992). Releaser-induced recognition learning by amphibians and reptiles. *Animal Learning and Behavior*, 20, 63-82.
- Whitear, M. (1977). A functional comparison between the epidermis of fish and amphibians. *Symposium of the Zoological Society of London*, 39, 291-313.
- Winocur, G. & Mills, J. A. (1969). Hippocampus and septum in response inhibition. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 67, 352-357.

*Amphibians as a model for the study of the evolution of spatial cognition. Procedures used in the behavioral register and its neural bases**

Rubén N. Muzio
M. Florencia Daneri
María Inés Sotelo

Rubén N. Muzio**
M. Florencia Daneri***
María Inés Sotelo****

- * Grupo de Aprendizaje y Cognición Comparada, Laboratorio de Biología del Comportamiento, Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME-CONICET). Este manuscrito se realizó gracias a la financiación del subsidio UBACYT-P0068BA de la Universidad de Buenos Aires y del subsidio PICT 4300 del FONCYT-ANPCYT (Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica) Argentina, dirigidos por Rubén N. Muzio.
- ** Doctor en Ciencias Biológicas. Grupo de Aprendizaje y Cognición Comparada, Laboratorio de Biología del Comportamiento, Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME-CONICET) - Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. *Correspondencia:* rmuzio@gmail.com
- *** Doctora en Ciencias Biológicas. Grupo de Aprendizaje y Cognición Comparada, Laboratorio de Biología del Comportamiento, Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME-CONICET) - Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. *Correspondencia:* fdaneri@df.uba.ar
- **** Doctora en Psicología. Grupo de Aprendizaje y Cognición Comparada, Laboratorio de Biología del Comportamiento, Instituto de Biología y Medicina Experimental (IBYME-CONICET) - Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires (UBA). *Correspondencia:* inessotelo@gmail.com

*Los anfibios como modelo para el estudio de la evolución de la cognición espacial. Procedimientos utilizados en el registro comportamental y sus bases neurales**

Muzio, R. N., Daneri, M. F., & Sotelo, M. (2018). Los anfibios como modelo para el estudio de la evolución de la cognición espacial. Procedimientos utilizados en el registro comportamental y sus bases neurales. *Tesis Psicológica*, 13(2), 34-57. <https://doi.org/10.37511/tesis.v13n2a3>

Recibido: 09 enero 2018

Recibido: 02 febrero 2018

Aprobado: 27 noviembre 2018

ABSTRACT

Amphibians are a phylogenetically very old group that is characterized by being the representatives of the transition from the aquatic to the terrestrial environment, with all the implications that this could have on the organization of its nervous system. The use of this animal model to study the spatial cognitive evolution, offers the advantage of having a simple nervous system, without a neocortex, which allows inquire about the basic brain circuits that underlie this behavior. Employing a comparative approach, this article describes several procedures and experimental devices used for the study of spatial orientation and navigation abilities in amphibians, as well as its neural bases. Spatial learning is essential for individuals' survival, being able to include strategies involving environmental visual cues and self-referential information. Taking into account all the information accumulated to date in amphibians, both in laboratory controlled conditions and in natural environments, it is possible to conclude that the properties of this cognitive ability have been largely conserved throughout evolution.

Keywords: Amphibians, Spatial cognition, Evolution, Mazes, Hippocampal formation, Medial pallium.

RESUMEN

Los anfibios constituyen un grupo filogenéticamente muy antiguo que se caracteriza por ser representantes de la transición del medio acuático al terrestre, con todas las implicaciones que esto tuvo en la organización de su sistema nervioso. El uso de este modelo animal para estudiar la evolución de la cognición espacial brinda la ventaja de poseer un sistema nervioso simple, que carece de neocorteza, lo cual permite indagar los circuitos cerebrales básicos que subyacen a esta conducta. Empleando una aproximación comparativa, en este artículo se describen los distintos procedimientos y dispositivos experimentales que se utilizan para el estudio de las habilidades de orientación y navegación espacial en anfibios y sus bases neurales. La capacidad de aprendizaje espacial es fundamental para la supervivencia de los individuos, pudiendo incluir estrategias que involucran claves visuales del ambiente e información auto-referencial. Teniendo en cuenta toda la información acumulada hasta el momento en anfibios, tanto en condiciones controladas de laboratorio como en ambientes naturales, es posible concluir que las propiedades de esta habilidad cognitiva han sido mayormente conservadas a lo largo de la evolución.

Palabras clave: anfibios, cognición espacial, evolución, laberintos, formación hipocampal, pallium medial.

Introducción

Los anfibios conforman un grupo filogenéticamente muy antiguo, crucial dentro de los vertebrados ya que sus ancestros sobrellevaron la transición del medio acuático al terrestre, lo que tuvo varias implicaciones en la organización de su sistema nervioso. Es sorprendente que sólo en los últimos años se haya iniciado un estudio exhaustivo acerca de su organización cerebral, y en particular de la formación hipocampal, relacionada con la conducta de orientación y navegación espacial (Bingman & Muzio, 2017; Daneri & Muzio, 2013; Muzio, 2013; Muzio, Daneri & Sotelo, 2017; Sotelo & Muzio, 2015). El uso de los anfibios para el estudio de la evolución de la cognición espacial brinda la ventaja de poder indagar acerca de los circuitos neurales básicos que subyacen a este tipo de conducta, ya que su encéfalo tiene una organización relativamente simple y no posee la neocorteza de los mamíferos (Muzio, 2013).

Globalmente, el aprendizaje por orientación es fundamental para la supervivencia de los organismos, ya que brinda la capacidad de movilizarse en el espacio de manera rápida aún en condiciones en las que no se dispone de otro tipo de claves ambientales (e.g. en la oscuridad). Dado el valor adaptativo de esta conducta, no es sorprendente que esté presente en una gran variedad de clases zoológicas, con distintas especies representantes como abejas, hormigas, lombrices, ratas, ratones, palomas y peces, entre otros organismos, incluyendo también algunas especies de anfibios anuros (Daneri & Muzio, 2013; Greding, 1971; Ingle & Sahagian, 1973; Muzio, 2013; Sotelo & Muzio, 2015). De esta forma, la extensa generalidad observada en este comportamiento da cuenta de la razones de por qué es importante el análisis del aprendizaje espacial en anfibios desde una perspectiva evolutiva.

Empleando un marco de investigación comparada, el objetivo de este trabajo es describir los distintos procedimientos y dispositivos experimentales que se han utilizado para el estudio de la cognición espacial en anfibios, así como analizar las bases neurales que parecen estar involucradas en esta habilidad. En particular, se destaca como modelo experimental al sapo terrestre *Rhinella arenarum*, representante anuro de este grupo, siendo hasta el momento la especie más estudiada en relación con los mecanismos cerebrales asociados a la cognición espacial en esta clase de vertebrados (Daneri, Casanave & Muzio, 2011; Muzio, Daneri & Sotelo, 2017; Sotelo, Bingman & Muzio, 2015; Sotelo, Daneri, Bingman & Muzio, 2016).

Si bien no constituye el propósito central de este trabajo, cabe mencionar también la existencia de investigaciones sobre navegación espacial en anfibios realizados en ambientes naturales (<biblio>). Del mismo modo que otras especies (ver Sinsch, 1987), el sapo *R. arenarum* también realiza migraciones estacionales hacia charcas de reproducción frecuentemente lejanas (Gallardo, 1974), implicando una habilidad de navegación espacial bien desarrollada basada en alguna clase de aprendizaje. En particular, en un estudio realizado por nuestro grupo de investigación acerca de la ecología espacial del sapo *R. arenarum*, hemos podido describir los hábitos de uso del territorio y su dinámica de movimiento en un ambiente natural (Balero, Scardamaglia, Sotelo, Fernández, Reboreda & Muzio, 2017). En particular, se observó que el área de acción de los individuos presentó alta variabilidad, estando asociada fundamentalmente a la distancia entre su refugio y la fuente de alimento más próxima. Ahora bien, en términos más amplios, considerar la información obtenida de los estudios en ambientes naturales complementa la obtenida en el laboratorio en varios aspectos. Por ejemplo, el análisis del comportamiento migratorio de los anfibios

sugiere que pueden emplear diferentes estrategias espaciales, similares a las observadas en los mamíferos. Así, los movimientos de los anfibios estarían principalmente guiados por el comportamiento de orientación para elegir la distancia más corta hasta la meta, de manera de minimizar el riesgo de predación y deshidratación (Sinsch, 2006).

También a partir de estudios de campo, se pudo verificar que individuos de algunas especies de anfibios desplazados pasivamente pueden reubicarse en sitios conocidos utilizando una variedad de señales direccionales y mecanismos de orientación para llevar a cabo dicha orientación (Sinsch, 2006). Por otro lado, se ha comprobado que la orientación en anfibios se logra mediante la integración de señales visuales, acústicas, magnéticas, mecánicas y olfativas en un sistema redundante multisensorial (Ferguson, 1971). La clasificación de información sensorial especie-específica, a veces, población-específica, obtenida de las señales ambientales en una determinada jerarquía, optimiza la información disponible en cada hábitat (Sinsch, 2006). Este hecho es central en el procesamiento y categorización de señales contextuales, que afectan a todo el aprendizaje conductual posterior. Por lo tanto, este tipo de análisis proporciona información con un enfoque ambiental y ecológico. Además de los estudios en ambientes naturales, el aprendizaje espacial y las capacidades de memoria de los anfibios se pueden examinar más detalladamente en experimentos de laboratorio, tal como se describirá en este trabajo.

En ese sentido, para estudiar las estrategias y mecanismos comprometidos en la orientación espacial en anfibios es necesario desarrollar dispositivos experimentales acordes a las habilidades que potencialmente puedan realizar estos individuos. Debido a los escasos antecedentes con los que se contaba para el caso de los anfibios, la elección y elaboración de

dispositivos experimentales adecuados constituyó un desafío adicional importante.

Uso de dispositivos experimentales en el estudio del aprendizaje espacial en anfibios

Los laberintos son los dispositivos experimentales que comúnmente han sido utilizados para el estudio de las habilidades espaciales con modelos animales de laboratorio. Los laberintos han sido diseñados con variadas formas y tamaños, tales como: (a) El campo abierto (*open field*; circulares, rectangulares, etc.), o el laberinto de agua (*water maze* o laberinto de Morris), en los que la exploración no está restringida. El uso de estos laberintos permite, por ejemplo, evaluar la memoria espacial en un campo abierto en ratas modelo de la enfermedad de Alzheimer (Bassani, et al., 2018) o el efecto que tiene una manipulación en la forma del laberinto de agua en la memoria espacial (Bye, Hong, Moore, Deibel & McDonald, 2018). (b) El laberinto radial (*radial maze*), el laberinto en cruz (*plus maze*), o el laberinto en T (*T-maze*), que son los laberintos de camino predeterminado más utilizados (Daneri & Muzio, 2013). Estos laberintos se pueden utilizar como herramienta para estudiar, entre otras, las estrategias de orientación espacial utilizadas por los sujetos en relación con el refuerzo obtenido (Kosaki, Pearce & McGregor, 2018) o conductas de recolección típicas de una determinada especie (Delcourt, Miller, Couzin & Garnier, 2018).

Orientación espacial mediante el uso de estrategias egocéntricas

Dentro de la variedad de laberintos disponibles, el laberinto en cruz es el más indicado para explorar el uso de distintos mecanismos para el aprendizaje espacial basado en estrategias denominadas egocéntricas. Esto se debe a que en

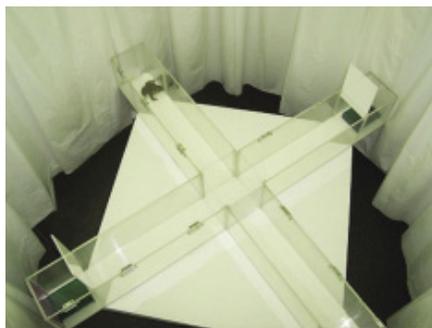
este tipo de estrategias la fuente de información espacial está en el propio animal y no en correlaciones espaciales entre los elementos que lo rodean. Así, el sujeto aprende en un sistema clásico de elecciones alternativas a efectuar giros a la derecha o a la izquierda en el punto de decisión del laberinto para llegar a la meta. A este aprendizaje taxonómico de orientación se le puede agregar el aprendizaje de guía, en que el animal se orienta utilizando alguna clave visual del ambiente (Daneri & Muzio, 2013).

Aunque es escasa la bibliografía referente a estudios de aprendizaje utilizando laberintos con anfibios, se destaca el trabajo de Greding (1971) quien realizó una comparación del desempeño de tres especies de ranas (*Rana clamitans*, *R. boylei* y *R. pipiens*) y tres especies de sapos (*Bufo marinus*, *B. valliceps* y *B. woodhousei fowleri*) en un laberinto en T, en donde los sujetos tenían que escapar de un estímulo aversivo eléctrico (el brazo derecho era el único seguro, sin descarga eléctrica). Allí se observó que las seis especies pudieron aprender la tarea de orientación espacial,

no obstante, los sapos tuvieron un mejor desempeño que las ranas (desplazándose hacia el brazo seguro en un mayor número de ensayos). La capacidad de aprendizaje en un laberinto en T también fue evaluada utilizando agua como reforzador en el sapo de vientre de fuego *Bombina orientalis* (Brattstrom, 1990), observándose una orientación en el espacio del 100% de los individuos tras 40 ensayos de entrenamiento.

En nuestro laboratorio, usando el sapo terrestre *Rhinella arenarum* se ha observado que los sujetos son capaces de aprender una tarea de orientación en un laberinto en cruz (con un arreglo espacial en T) empleando agua como recompensa, a la cual se accedía ejecutando siempre la misma respuesta de giro (a la derecha o a la izquierda, según el grupo experimental) (Daneri, Casanave & Muzio, 2011). Una vez alcanzado el criterio de aprendizaje (más del 75% de respuestas correctas) los animales eran capaces de revertir esa respuesta y aplicar la regla a la situación inversa, cuando se cambiaba el sentido de giro para llegar a la recompensa en el brazo opuesto (ver Figura 1).

Figura 1. Vistasuperior del laberinto en cruz



Fuente: Adaptado de Daneri, Casanave & Muzio, 2011.

El sonido como estímulo de orientación espacial

Existen datos que demuestran que los anfibios son capaces de utilizar información auditiva como referencia para orientarse y hallar una pareja o una fuente de agua (Wells, 1977, Wilczynski & Capranica, 1984). Acosarte Sin embargo, estos datos provienen en su mayoría de estudios de campo, en los que las variables no están completamente aisladas unas de otras y es más difícil hacer determinaciones precisas. Valiéndose del laberinto en cruz en el laboratorio (utilizado en una disposición en T), agua como reforzador y colocando dos parlantes en el extremo de los brazos opuestos, se ha logrado entrenar sapos *Rhinella arenarum* en una tarea donde debían encontrar una recompensa (cercana o lejana, según el caso) usando una fuente de sonido (un canto de sapo macho de la misma especie) que se activaba de manera azarosa en alguno de los brazos (Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito). Los animales debían salir del brazo de partida y luego girar hacia uno de los brazos (izquierdo o derecho) para hallar la recompensa. La ubicación de la recompensa era aleatoria (acceso a un recipiente con agua), pudiendo ser hallada únicamente a través de la fuente de sonido que provenía del brazo correspondiente en cada ensayo. Con la mitad de los sujetos, la recompensa fue ubicada en el brazo opuesto del que provenía el canto y en la otra mitad del mismo lado. En estas condiciones experimentales estos anfibios fueron capaces de navegar exitosamente hacia la recompensa valiéndose únicamente de la información auditiva proporcionada.

Orientación espacial utilizando información geométrica del entorno

La información de tipo geométrica (dada por formas, contornos, relaciones espaciales entre referencias; Cheng, 1986) está siempre presente

en el ambiente. Esta fuente de información es ampliamente utilizada por los animales para orientarse en sus respectivos entornos (e.g., Sutton, 2009; para una revisión detallada ver Cheng, Huttenlocher & Newcombe, 2013). Contrariamente a lo que ocurre en nuestras grandes ciudades y asentamientos humanos, en un ambiente natural abunda en mayor medida la geometría irregular (Sutton, 2009). Sin embargo, el desarrollo de geometrías ambientales regulares (ya sea en laboratorio o en arenas virtuales) es útil para poder estudiar la utilización de propiedades geométricas en la navegación espacial (Cheng, Huttenlocher & Newcombe, 2013; Sotelo, Bingman & Muzio, 2015, 2017) ya que permite simplificar las variables de estudio (como pueden ser el contorno -boundary- y los ángulos o distancias relativas entre referencias; Lee, Sovrano & Spelke, 2012; Pearce, Graham, Good, Jones, & McGregor, 2004; Spelke, Lee & Izard, 2010). Un dispositivo muy utilizado para estudiar el uso de la geometría espacial es la arena rectangular (Cheng, 1986; Sotelo & Muzio, 2015). En un estudio muy influyente que introdujo la discusión acerca de este tipo de información publicado por Cheng (1986) se entrenaron ratas en una arena rectangular con presencia de claves visuales y olfativas en las paredes para que buscaran una recompensa (comida) oculta bajo la viruta en un lugar particular de la arena. Sorprendentemente, se observó que aunque por sí solas las claves visuales o las olfativas bastaban para poder localizar la recompensa, las ratas tendían a cometer errores sistemáticos escarbando con alta frecuencia en un lugar ubicado a 180°, diagonalmente opuesto, a la recompensa oculta. Cheng atribuyó estos resultados a que en dicha situación los sujetos estaban utilizando predominantemente la información brindada por la forma rectangular de la arena, más que la información ofrecida por las claves visuales u olfativas presentes. Como la arena rectangular generaba dos esquinas diagonales opuestas geoméricamente

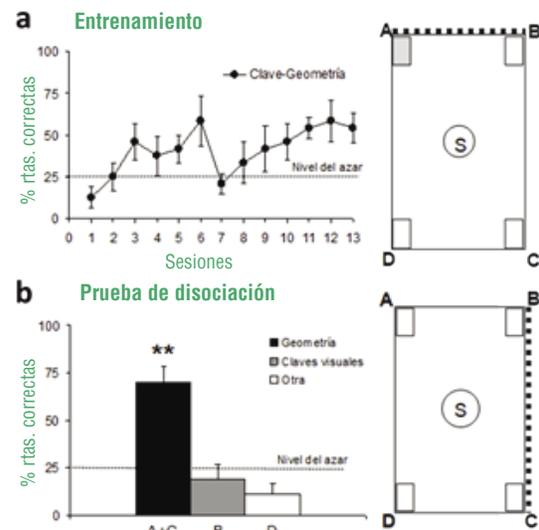
iguales, los sujetos elegían frecuentemente la esquina equivocada (para un análisis más detallado acerca de las implicaciones de la propuesta de Cheng acerca de la información geométrica, ver Gallistel, 1990; Shettleworth, 2010).

Geometría y claves visuales en la orientación espacial

Los hallazgos de Cheng (1986) impulsaron la realización de varias series experimentales posteriores con distintas especies y entornos que cuestionaron el verdadero uso de la geometría para la navegación en el espacio (para una revisión, ver Cheng & Newcombe, 2005; Cheng, Huttenlocher, & Newcombe, 2013). Para indagar acerca de estas cuestiones, el dispositivo experimental más utilizado sigue siendo la arena rectangular, que se emplea durante la adquisición de este tipo de aprendizaje espacial conjuntamente con otros tipos de claves ambientales (visuales, olfativas, pendiente, etc.). Una vez adquirida la respuesta, se administran distintos ensayos de prueba eliminando parcialmente algunas de estas claves originales para evaluar qué tipo de claves han sido empleadas por los sujetos durante el aprendizaje. Así, por ejemplo, se puede evaluar la preferencia por distintos tipos de información y/o fenómenos de bloqueo, ensombrecimiento o facilitación entre la geometría y los otros tipos de información. Los ensayos de prueba ayudan a establecer qué características del ambiente controlan la conducta aprendida (ver por ejemplo, Bingman, Erichsen, Anderson, Good & Pearce, 2006; Sotelo y Muzio, 2015; Sotelo, Bingman & Muzio, 2015, 2017; Vargas, López, Salas & finus-Blanc, 2004). En nuestro laboratorio hemos utilizado la arena rectangular con distintos propósitos vinculados al estudio del uso de la geometría en el sapo *Rhinella arenarum*. En un primer experimento (Sotelo, Bingman & Muzio, 2015), se entrenaron sujetos parcialmente deshidratados para que ubicaran la recompensa (agua) utilizando solamente la

información provista por una arena rectangular (grupo Sólo Geometría; sin claves visuales en sus paredes) o en combinación con la información aportada por un panel con rayas transversales rojas y azules sobre una de las paredes angostas (grupo Clave-Geometría). En el primer grupo los sujetos debían llegar a la meta usando únicamente información geométrica (i.e., relación entre paredes cortas y largas), mientras que el segundo grupo disponía además en su entorno de una clave visual polarizante (sólo uno de las paredes angostas tenía el panel; Figura 2a derecha).

Figura 2. Resultados del aprendizaje de geometría y claves visuales



Fuente: Adaptado de Sotelo, Bingman & Muzio, 2015.

Una vez adquirida la respuesta se realizaron ensayos de prueba (tests): (i) para el grupo Sólo Geometría, el test de Geometría-Invalidada consistía en romper la geometría rectangular colocando en la arena dos paneles adicionales que generaban una nueva geometría cuadrada, la cual no aportaba información precisa sobre la localización de la recompensa; (ii) para el grupo Clave-Geometría se realizaron tres tests: a) Test de Geometría, en el que se retiraba el panel visual, quedando sólo la información aportada

por la geometría rectangular para localizar la recompensa; b) Test de Clave, en el que la arena rectangular se transformó en arena cuadrada (ídem grupo Sólo Geometría), sin eliminar el panel rayado; y c) un Test de Disociación/Conflicto, en el que se retiraba el panel de la pared corta y se colocaba un nuevo panel rayado similar en una de las paredes anchas de la arena (Figura 2b derecha). El objetivo de estos últimos tests era establecer si los animales eran capaces de encontrar la recompensa utilizando información geométrica (únicamente), información de clave (únicamente) o información preferencial, ya sea de geometría o clave visual, en el caso de presentarse las fuentes de información en conflicto (determinando así cuál era la preferencia de los animales en esta situación).

Los antecedentes provenientes de estudios en otros vertebrados utilizando entornos muy similares, demuestran que ratas, palomas y peces (Bingman, Erichsen, Anderson, Good & Pearce, 2006; Cheng, 1986; Vargas, López, Salas & finus-Blanc, 2004) son capaces de utilizar tanto información geométrica como de clave visual para orientarse en el espacio. En estos estudios se ha observado que las ratas y palomas prefieren guiarse por claves geométricas en el test de conflicto, mientras que los peces prefieren las claves visuales (Vargas et al., 2004). Nuestros resultados en sapos (Sotelo, Bingman & Muzio, 2015) indican que los animales pueden aprender a ubicar una meta utilizando en forma individual tanto información de geometría como de claves visuales (datos no mostrados), pero en una situación de conflicto, los animales prefieren, al igual que ratas y palomas, la información geométrica (Figura 2b).

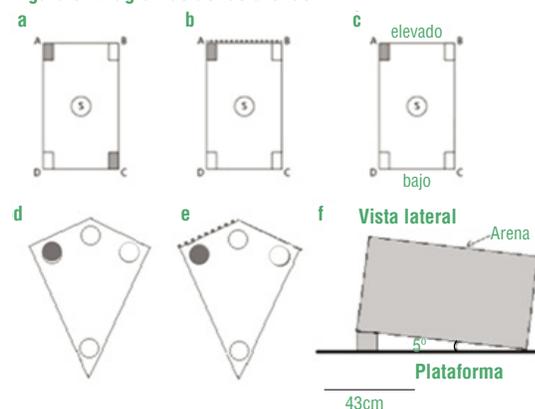
Así, a través del análisis comparado con otras especies de vertebrados, se comprobó que estos anfibios se comportan como sus pares amniotas. A nivel evolutivo, esto podría estar reflejando una estrategia de respuesta característica de tetrápodos

terrestres, aunque dada la escasa información disponible al respecto, estas conclusiones deben ser tomadas con cautela (Sotelo et al., 2015).

¿Geometría de contorno o características geométricas aisladas?

El mismo procedimiento empleado en el estudio anterior en la arena rectangular, con las condiciones Sólo-Geometría y Clave-Geometría (Figura 3a,b), fue repetido en otro experimento para analizar mediante un nuevo test la transferencia de información desde el contorno de geometría rectangular a otro contexto de geometría deltoide o cometa (Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito). Este cambio generaba la inversión de la disposición alternada de las paredes cortas y largas de la arena rectangular, formando un cometa con dos paredes cortas y dos largas sucesivas pero manteniendo tanto la longitud de las paredes cortas como la de las largas, además de conservar la presencia de dos esquinas de 90° entre una pared corta y una larga contiguas; Figura 3d-e.

Figura 3. Diagramas de las arenas



Fuente: Autores

Experimentos similares fueron desarrollados en ratas por Pearce y colaboradores (2004, 2006) utilizando una pileta (arena) rectangular y otra con forma de cometa que contenían agua turbia para esconder una plataforma sumergida. El

objetivo de estos procedimientos era estudiar si los sujetos utilizan para navegar en el espacio la *geometría general* de la arena rectangular, o simplemente se guían usando sólo las propiedades geométricas de la esquina específica recompensada (generada por la unión de una pared corta y otra larga en un ángulo de 90°). Establecer esta diferencia es esencial para determinar si la geometría como tipo de información es clave para la navegación, o sencillamente puede resumirse en propiedades o variables más simples del ambiente (Cheng, Huttenlocher & Newcombe, 2013). Si los individuos estuvieran utilizando todo el contorno de la arena como información, la transformación de rectángulo a cometa debería impedir que encontrarán el refuerzo; mientras que, si sólo se guiaran por la presencia de una pared corta y otra larga consecutivas, podrían igualmente ubicar la esquina correcta así la geometría general cambiara. Esto último fue lo que se observó en los estudios con ratas (Pearce, Good, Jones & McGregor, 2004; Pearce, Graham, Good, Jones, & McGregor, 2006), los sujetos fueron capaces de ubicar la plataforma escondida aun cuando la geometría general se había transformado. En el caso de los anfibios, a diferencia de lo ocurrido en ratas, la respuesta de los sapos bajo la condición Sólo-Geometría reveló que cuando los animales eran cambiados de la arena rectangular (Figura 3a) a la arena cometa (Figura 3d), no pudieron transferir exitosamente la información aprendida para ubicar nuevamente la meta. En tanto que para la condición Clave- Geometría, cuando los sapos fueron cambiados de la arena rectangular con clave visual (Figura 3b) a la arena cometa (también con clave visual, Figura 3e), los sapos parecían elegir preferentemente una esquina, que en términos generales, mantenía una relación correcta con la clave visual experimentada durante el entrenamiento. Los resultados de este estudio sugieren que los sapos y las ratas difieren en las estrategias que emplean para representar la información espacial disponible en una arena rectangular.

En esta instancia, tal como se mencionó en la sección anterior, cabe recordar que en una situación de conflicto entre la fuente de información geométrica con la aportada por una clave visual, tanto ratas, palomas como anfibios, comparten una estrategia similar de preferencia de uso de la geometría. Por lo tanto, estos últimos resultados obtenidos en sapos con la arena cometa (situación que transforma parcialmente la configuración del contexto), sugieren que anfibios y mamíferos habrían adicionalmente desarrollado mecanismos diferentes para la *representación de la geometría ambiental* utilizada para la navegación. Esto podría ser el resultado de las distintas presiones de selección evolutiva a las que estuvieron expuestos (i.e., los diferentes ambientes que tuvieron que enfrentar y las estrategias que moldearon dichos entornos). Pero para responder a esta hipótesis, aún se deben realizar a futuro más estudios funcionales sobre los mecanismos cerebrales asociados.

En términos generales, los resultados obtenidos hasta el momento en anfibios, coinciden con esta visión general acerca de las limitaciones que surgen del moldeamiento evolutivo sobre la representación de la geometría espacial. En este sentido, es interesante señalar que en sapos sólo se observa una transferencia exitosa de la información adquirida cuando se pasa de una arena rectangular a una arena circular, pero no a la inversa (Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito). Esto sugiere que esta característica también podría ser una propiedad conservada a nivel evolutivo.

La pendiente del entorno como fuente de información para la orientación espacial

La pendiente de un terreno puede constituir en sí misma una fuente de información a fin de desplazarse en el mismo. Estudios previos muestran que humanos, ratas, palomas y peces (Grobéty & Schenk, 1992; Holbrook & Burt de Perera,

2009; Holmes, Nardi, Newcombe & Weisberg, 2015; Nardi & Bingman, 2009; Nardi, Funk, Newcombe & Shipley, 2009) son capaces de navegar en un ambiente que posee una inclinación dada, generada por ejemplo por la presencia de un barranco o una pendiente en el suelo. Actualmente este paradigma es muy estudiado, puesto que los desplazamientos que realizan la mayoría de los animales es tridimensional e implican la codificación de información espacial tanto en el eje horizontal como en el vertical (Hayman, Verriotis, Jovalekic, Fenton & Jeffery, 2011). En este sentido, la presencia de una pendiente (que puede lograrse experimentalmente levantando una arena experimental por uno de sus lados mediante el agregado de cuñas o suplementos) permite a los sujetos obtener información en un gradiente vertical que agrega una nueva dimensión a los estudios de navegación, normalmente planteados en un plano (Nardi, Newcombe & Shipley, 2011). Algunos de los estudios mencionados sobre utilización de pendiente comparan también el uso de este tipo de información con la que aporta la geometría. Por ejemplo, en palomas, utilizando una inclinación de 20°, se ha observado que son capaces de aprender a navegar utilizando ambos tipos de información (Nardi & Bingman, 2009); pero si luego en ensayos de prueba se colocan en conflicto estas dos fuentes de información prefieren la información aportada por la pendiente. Para analizar esta variable en anfibios, en nuestro laboratorio utilizamos la arena rectangular sin presencia de claves visuales, pero en este caso con una pendiente de 5° (la misma utilizada en humanos; Nardi, Funk, Newcombe & Shipley 2009). Esta inclinación era generada por la colocación de un suplemento base debajo de uno de los lados angostos de la arena experimental (Figura 3c). En esta condición de entorno rectangular inclinado entrenamos a los sapos para ubicar una recompensa. Luego de alcanzar la asíntota de adquisición de respuesta, se realizaron ensayos de prueba para testear qué información (geometría o pendiente)

preferían los animales ante una situación de conflicto. El conflicto fue generado cambiando el sentido de la pendiente en forma ortogonal. Para ello se removieron los suplementos originales (ubicados bajo un lado angosto de la arena) y se colocaron nuevos suplementos debajo de un lado ancho de la arena, generando también una inclinación de 5°, en dirección perpendicular a la original. Los resultados indicaron que los sapos (a diferencia de las palomas) utilizaron preferentemente la geometría del contorno de la arena experimental cuando la información geométrica y de pendiente fue puesta en conflicto (Sotelo, Bingman & Muzio, 2017). Sin embargo, es importante destacar que la pendiente utilizada en el caso de los sapos fue menor a la que se usó en palomas (5° versus 20°) e igual a la que se utilizó en humanos (5°), de manera que esta preferencia de los animales por la geometría podría deberse al bajo grado de inclinación administrado. Serán necesarios más experimentos futuros en sapos en una situación de mayor pendiente para dilucidar esta cuestión.

Bases neurales del aprendizaje espacial. *Pallium Medial*; La formación hipocampal de los anfibios

Al observar estas habilidades espaciales y tratar de compararlas entre los distintos grupos, surge la necesidad de indagar acerca de cuál es la estructura encefálica que sustenta y subyace a esta conducta. El cerebro de los vertebrados muestra una gran diversidad y variedad de adaptaciones especializadas. El grado de variación, evidente en las especializaciones comportamentales, se ha ido desarrollando en una larga historia de ramificaciones filéticas y diversificación. Sin embargo, no todos los rasgos comportamentales y neurales tienen que haber cambiado necesariamente durante el curso de la evolución. Debido a que estas radiaciones comparten un ancestro evolutivo en común, del cual todos

estos grupos han heredado algunos rasgos de la organización cerebral y comportamental, los cerebros de los vertebrados existentes son como un mosaico de características primitivas y derivadas (Nieuwenhuys, Ten Donkelaar & Nicholson, 1998; Northcutt, 1981, 1995).

Por otro lado, la navegación espacial es una habilidad generalizada, compartida por todos los animales y crucial para la vida. En este sentido, es central poder entender cuáles son los sustratos neurales implicados y determinar el grado en que estas bases neurales son compartidas entre distintas especies.

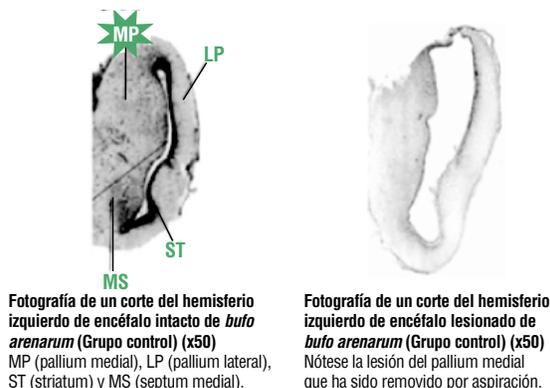
Una de las áreas cerebrales tradicionalmente asociada a la codificación de información espacial en los vertebrados es el hipocampo, o formación hipocampal (Bingman & Muzio, 2017; Bingman., Rodríguez, & Salas, 2017; O'Keefe & Nadel, 1978). Esta área en conjunto con la corteza en los mamíferos llevó recientemente al establecimiento del reconocido circuito del "GPS humano" (Hafting, Fyhn, Molden, Moser & Moser, 2005; Moser, Kropff & Moser, 2008; O'Keefe & Nadel, 1978). Específicamente, se han descrito distintos tipos de neuronas con capacidad de decodificar características particulares del entorno. Así, mediante métodos de registro de actividad neuronal, se describieron en el hipocampo las "células de lugar" (*place cells*), que tienen la capacidad de codificar la posición específica que tiene un animal, al activarse selectivamente cuando se encontraba en un ambiente particular (O'Keefe & Dostrovsky, 1971).

Recientemente, se identificaron en distintos circuitos nerviosos del hipocampo y la corteza entorrinal (zona contigua al hipocampo) las neuronas denominadas "células en red o células grilla" (*grid cells*), que también proporcionan

un mapa del entorno espacial pero, a diferencia de las *células de lugar* del hipocampo que se activan cuando el animal está en una posición fija, estas *células en red* poseen muchos campos de activación que permiten formar una matriz dinámica que cubre todo el ambiente en el que se encuentran (Hafting, Fyhn, Molden, Moser & Moser, 2005). Desde una perspectiva comparativa, es posible observar en los distintos grupos de vertebrados que las habilidades de aprendizaje espacial parecen compartir sustratos neurales homólogos: el *hipocampo* en aves y mamíferos, la corteza medial en reptiles y, de manera similar, el *pallium lateral* de peces -el presunto homólogo del hipocampo de amniotas- (Bingman & Muzio, 2017; Bingman, Rodríguez, & Salas, 2017; González, López, Morona & Moreno, 2017; López, Broglio, Rodríguez, finus-Blanc & Salas, 1999; Muzio, 1999, 2013; Salas, Broglio & Rodríguez, 2003).

En los anfibios existe la hipótesis aceptada, indicando que el *pallium medial* es homólogo a la formación hipocampal de otros tetrápodos, basado en la posición topográfica (cuadrante dorsomedial del telencéfalo), sus interconexiones neurales y en la información inmunoneurohistoquímica (ver por ejemplo, Northcutt & Ronan, 1992). Para determinar el papel del *pallium medial* en el aprendizaje de tareas de orientación y navegación espacial se han realizado en nuestro laboratorio varios experimentos, aplicando tanto procedimientos de lesión como de medición de la actividad neural en esta área (Daneri, Casanave & Muzio, 2015; Sotelo, Daneri, Bingman & Muzio, 2016). En primer lugar, se llevó a cabo un estudio en el que se evaluaron los efectos de la lesión del *pallium medial* (Figura 4).

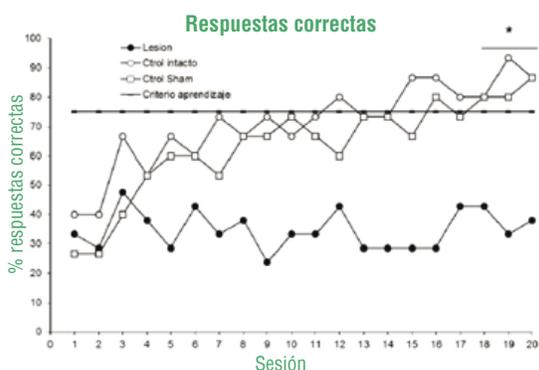
Figura 4. Corte de hemisferio izquierdo de encéfalo intacto y lesionado en Bufo



Fuente: Autores

En este caso, la tarea espacial consistió en el aprendizaje de una regla de orientación en un laberinto en cruz, en la que los animales debían ubicar una pileta con agua localizada sólo en uno de los brazos del laberinto (Daneri, Casanave & Muzio, 2011). Los resultados revelaron que los animales lesionados tenían una deficiencia en la adquisición del aprendizaje, ya que no lograron orientarse espacialmente como los animales de los grupos controles (intactos y sham -con operación simulada-). En este caso, su desempeño no mejoró con el entrenamiento y se mantuvo en niveles del azar (Figura 5).

Figura 5. Porcentaje de respuestas correctas en grupo intacto y grupo lesión



Fuente: Autores

De esta manera, los resultados obtenidos aplicando la técnica de lesión cerebral sugieren que los animales sin un pallium medial funcional pierden la capacidad de orientarse en el espacio mediante una estrategia de giro, por lo tanto, de anticipar la presencia de la recompensa en una determinada ubicación del espacio. Estudios comparativos en ratas con lesión hipocampal han mostrado que estos animales siguen conservando la habilidad de orientarse por una respuesta de giro. En este caso, la repuesta de giro parecería ser independiente de la integridad del hipocampo (Kesner, Bolland & Davis, 1993; Packard & McGaugh, 1996). Así, a diferencia de lo que ocurre con el hipocampo de los mamíferos, nuestros resultados en anfibios indican que el pallium medial participa en la regulación de esta estrategia básica de orientación en el espacio. En conjunto, estos resultados sugieren que el hipocampo de mamíferos y el pallium medial de anfibios, si bien son estructuralmente homólogos, no tienen una equivalencia funcional completa.

Técnicas de medición de actividad neural y estructuras cerebrales implicadas en la navegación espacial

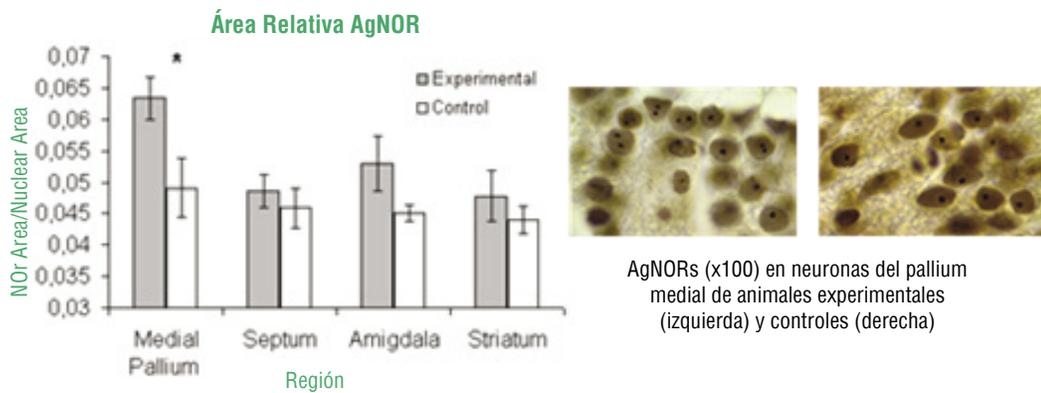
Tinción histoquímica de AgNOR

El aprendizaje espacial y el establecimiento de nuevas memorias generan cambios morfológicos en la región organizadora de los nucleolos (en inglés *NOR*) de las neuronas telencefálicas. Los nucleolos son estructuras que se encuentran dentro del núcleo de cada célula, encargados principalmente del ensamblado de ribosomas. Cuando una célula incrementa la síntesis de proteínas, los nucleolos aumentan su tamaño y pueden multiplicarse. Dado que el aprendizaje requiere una gran cantidad de nuevas proteínas, aquellas áreas cerebrales que han estado activas durante

ese proceso de aprendizaje muestran neuronas con nucleolos de mayor tamaño o con doble nucleolo (Puddington & Muzio, 2016). Los componentes nucleolares contienen grupos de proteínas afines a la plata que pueden detectarse utilizando la técnica de tinción histoquímica AgNOR. Luego de la tinción, los NORs pueden ser fácilmente identificables como puntos negros localizados en el área nucleolar (Trere, 2000). La comparación morfométrica de los nucleolos en distintas áreas cerebrales de animales que recibieron o no entrenamiento permite identificar áreas asociadas a un aprendizaje particular. Esta técnica se ha utilizado con éxito en estudios en peces, mamíferos y actualmente también en anfibios (Daneri, Casanave & Muzio, 2015; Puddington, Daneri, Papini & Muzio, 2016).

Respecto del análisis de los mecanismos que codifican en anfibios el aprendizaje espacial, en nuestro laboratorio se realizó un estudio entrenando sapos en una arena circular transparente donde los animales tenían acceso a las claves visuales del ambiente y también a claves visuales intralaberinto para orientarse y localizar una recompensa (Daneri, Casanave & Muzio, 2015). Luego de alcanzar el criterio de aprendizaje (75% de respuestas correctas) los animales fueron sacrificados y se evaluó posteriormente la actividad neural de distintas áreas cerebrales empleando la técnica de AgNOR. Los resultados mostraron que hubo una activación diferencial del pallium medial, ya que el área relativa de los NORs era significativamente mayor que en otras áreas cerebrales (Figura 6).

Figura 6. Área relativa de los NORs y Neuronas del pallium medial de un animal entrenado



Fuente: Autores

Técnica inmunohistoquímica de c-Fos

Uno de los métodos ampliamente utilizado desde hace tiempo en distintos vertebrados para medir la activación específica de neuronas en distintas áreas cerebrales es la técnica inmunohistoquímica de genes de activación temprana (en inglés *IEG*), que se emplea en particular para revelar la presencia del factor de transcripción c-Fos (Ball & Gentner, 1998; Clayton, 1997; Mayer, Pecchia, Bingman, Flore & Vallortigara, 2016). Esta técnica se aplica regularmente luego

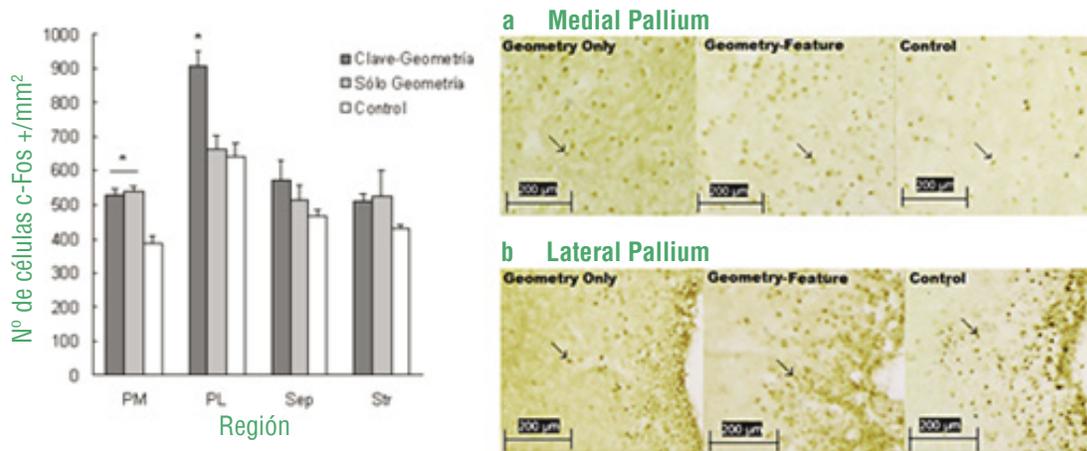
de tareas comportamentales diversas y se usa como indicador de actividad cerebral reciente debida al aprendizaje (Ball & Gentner, 1998; Clayton, 1997). c-Fos es un gen que codifica para un factor de transcripción (del mismo nombre) que regula la síntesis de proteínas asociada a procesos de proliferación, diferenciación y muerte celular (Velázquez et al., 2015). En neurociencia se utiliza como indicador de actividad reciente en el tejido nervioso debida a un aumento en la recepción de estímulos asociados a conductas, mayormente aprendidas, y su pico

óptimo de síntesis sucede después de aproximadamente 90 minutos de ocurrido el evento estimulante o de aprendizaje. Básicamente, para realizar la técnica inmunohistoquímica de c-Fos se sacrifica a los animales, se extraen sus cerebros y se los corta en secciones para luego aplicarles anticuerpos (elaborados en distintas especies animales) que reconocen específicamente la proteína c-Fos. De esta manera, se identifica la localización de c-Fos en el tejido nervioso y se procede a su cuantificación. En nuestro laboratorio hemos utilizado esta técnica en anfibios, aplicándola en los cerebros del sapo terrestre *R. arenarum* (Daneri, Bingman & Muzio, 2015). Uno de los primeros análisis efectuados con esta

técnica fue la evaluación de la actividad neural asociada al aprendizaje espacial con información geométrica rectangular y claves visuales (Sotelo, Daneri, Bingman & Muzio, 2016), utilizando para ello animales que habían tenido el entrenamiento descrito anteriormente (condiciones experimentales Sólo-Geometría y Clave-Geometría).

Los resultados de la medición de neuronas marcadas con c-Fos indicaron que los sapos de ambos grupos entrenados (Sólo-Geometría y Clave-Geometría) muestran una activación diferencial en el pallium medial respecto de un grupo control no entrenado (Figura 7).

Figura 7. Número de células c-Fos +/mm² y Neuronas de pallium medial y lateral abajo



Fuente: Autores [Adaptado de Sotelo, Daneri, Bingman & Muzio, 2016].

En la Figura 7 también se puede observar un aumento de neuronas marcadas con c-Fos en el pallium lateral, pero sólo en los animales entrenados con geometría y claves visuales (probablemente asociado al procesamiento visual de esta región, aunque serán necesarios más estudios futuros para confirmar esta hipótesis). Las otras dos regiones analizadas (*septum* y *striatum*) no mostraron diferencias entre los grupos.

Además de este estudio inicial, esta técnica también se aplicó para identificar las áreas cerebrales

activadas en la tarea de orientación espacial mediante el uso de una fuente de información auditiva (vocalización de un conoespecífico) en un laberinto en cruz. En congruencia con los resultados anteriores, el pallium medial mostró aquí también mayor cantidad de células c-Fos+, y, además, se observó activación del área septal (Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito).

Actualmente, se están procesando varias muestras cerebrales obtenidas en algunos de los experimentos anteriores de aprendizaje de geometría

(el estudio realizado con claves sonoras en un laberinto en cruz) y otros adicionales en los que se usaron distintos tipos de claves visuales, globales y locales con el fin de mejorar el conocimiento funcional de las áreas neurales comprometidas en estos tipos de aprendizaje y de establecer patrones de activación específicos (Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito).

Finalmente, también es importante destacar que la técnica de c-Fos ha probado ser exitosa en otras especies de anfibios, siendo utilizada en análisis tan variados como el seguimiento del desarrollo embrionario en tritones (Leclerc, Duprat & Moreau, 1999) o el efecto de feromonas en el cerebro de salamandras (Laberge, Feldhoff, Feldhoff & Houck, 2008).

Discusión general

Este trabajo ha reunido un conjunto de procedimientos y dispositivos experimentales que se utilizan para el estudio de las habilidades espaciales y sus bases neurales en anfibios, describiendo algunos de los principales resultados obtenidos en un marco evolutivo. Dos de los dispositivos experimentales más empleados han sido el laberinto en cruz y la arena rectangular. El primero ha sido utilizado para indagar acerca de los mecanismos que subyacen a estrategias egocéntricas (Daneri, Casanave & Muzio, 2011, 2015). En tanto que el segundo se ha usado para analizar la información aportada por la geometría del entorno en combinación con otras fuentes de referencia para orientarse y navegar en un ambiente (Sotelo, Bingman & Muzio, 2015, 2017).

Los resultados obtenidos de los experimentos realizados utilizando el laberinto en cruz han permitido comprender, por ejemplo, la naturaleza de la respuesta de giro en anfibios y las diferencias con mamíferos: los datos obtenidos en nuestro laboratorio sugieren que en

los anfibios (a diferencia de los que sucede en mamíferos) la estrategia de giro depende de la existencia de una formación hipocampal funcional, el *pallium medial* (Daneri, Casanave & Muzio, 2011, 2015; Daneri, Casanave & Muzio, 2015). Así mismo, la utilización del laberinto en cruz demostró que para navegar, los sapos son capaces de utilizar un sonido tal como una vocalización de un conoespecífico (Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito).

En cuanto a los resultados obtenidos en los experimentos con la arena rectangular, permitieron asociar la información de la geometría de contorno a distintos tipos de claves ambientales; entre otras, se utilizaron claves visuales (Sotelo, Bingman & Muzio, 2015) y la pendiente de la arena (Sotelo, Bingman & Muzio, 2017). El conjunto de estos estudios sugiere que los anfibios son capaces de utilizar una gran variedad de claves ambientales para navegar en el espacio, incluyendo la geometría ambiental. También sugieren que los sapos, al igual que otros vertebrados, suelen preferir la información geométrica a otros tipos de información, aunque depende de la saliencia relativa de los otros estímulos (Sotelo & Muzio, 2015).

En todos los escenarios descritos, los animales fueron capaces de llegar a un criterio de aprendizaje y, administrando ensayos de prueba, se logró establecer qué tipo de claves disponibles estaban utilizando en cada caso. A través de estos estudios se demostró que para llegar a una meta los anfibios pueden navegar en el espacio usando: (1) sólo la geometría (al menos de forma rectangular); (2) una clave polarizante del ambiente (como un panel rayado horizontal); (3) claves locales sobre la recompensa (Sotelo, Bingman & Muzio, 2015; Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito), esto también se observó en una arena circular (Daneri et al., 2011); (4) una pendiente de 5° en la arena experimental (Sotelo, Bingman & Muzio, 2017); (5) el sonido de canto de un

conespecífico (Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito); o incluso (6) información propioceptiva, brindada por la posición relativa del cuerpo (Daneri, Casanave & Muzio, 2011).

Asimismo, se comprobó que los anfibios codificaban mucha más información espacial de la estrictamente necesaria para localizar la recompensa. Es decir, codificaban simultáneamente una variada información complementaria acerca del ambiente, como se demostró en los experimentos que combinaban geometría con otros tipos de información, donde estaban presentes distintos tipos de claves visuales simultáneas (Sotelo, Bingman & Muzio, 2015, 2017; Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito) o incluso la combinación de información interna propioceptiva combinada con la de claves visuales externas (Daneri, Casanave & Muzio, 2011). Cuando en los contextos estudiados se evaluaron las preferencias por los distintos tipos de información, se observó que en general, los sujetos preferían guiarse por la información geométrica, aunque esto podría variar al aumentar la saliencia de otros estímulos como por ejemplo, de las claves visuales presentes. Esta variación de preferencia también se ha visto en otros vertebrados y siempre parece ser dependiente, entre otros factores, de la saliencia de los estímulos (Cheng, Huttenlocher & Newcombe, 2013; Rescorla & Wagner, 1972), las capacidades sensoriales (Sotelo & Muzio, 2015) y la edad o la experiencia previa (Cheng et al., 2013; Twyman, Newcombe & Gould, 2012).

Tal como se mencionó en la introducción, cabe indicar que estas habilidades de orientación y aprendizaje espacial han sido también analizadas en ambientes naturales (Shettleworth, 2010; Sinch, 1990. 2006), incluso en estudios propios realizados en el sapo *R. arenarum* (Balero, Scardamaglia, Sotelo, Fernández, Reboreda & Muzio, 2017), aportando datos acerca de las estrategias llevadas adelante en la navegación

espacial, aunque sin los detalles exhaustivos que permite la experimentación en las condiciones controladas del laboratorio. Específicamente, se describieron los hábitos de uso del territorio y su dinámica de movimiento, encontrándose que el área de acción de un individuo es muy variable y está relacionada con la distancia entre su refugio y la fuente de alimento más próxima (Balero et al., 2017). Estos resultados son congruentes con los obtenidos en otras especies de anfibios, en que los movimientos de los individuos estarían orientados a elegir la distancia más corta hasta la meta (Sinsch, 2006).

En cuanto a los resultados obtenidos en los estudios de actividad cerebral asociada al aprendizaje espacial, haciendo la evaluación tanto por la técnica de AgNOR como mediante la técnica de c-Fos, se ha observado que el Pallium Medial (i.e., la Formación Hipocampal de los anfibios) es la principal área telencefálica comprometida en la navegación espacial (Daneri, Casanave & Muzio, Inédito; Sotelo, Daneri, Bingman & Muzio, 2016). Estos resultados no son sorprendentes, ya que coinciden con las evidencias obtenidas en los otros grupos de vertebrados estudiados como peces, aves y mamíferos, en los que la Formación Hipocampal es la región cerebral que procesa la mayor parte de la información relacionada con la cognición espacial (Bingman et al., 2006; Mayer et al., 2016; Tommasi, Gagliardo, Andrew & Vallortigara, 2003; Tommasi, Chiandetti, Pecchia, Sovrano & Vallortigara, 2012; Vargas, López, Salas & finus-Blanc, 2004, Vargas, Bingman, Portavella, & López, 2006).

Sin embargo, en nuestros estudios en anfibios, al analizar el procesamiento de información de geometría combinada con distintas claves visuales, conspicuas y/o locales (Sotelo, Daneri, Bingman & Muzio, 2016), así como al evaluar situaciones donde se presentaba una fuente de información auditiva (Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito), obtuvimos algunos patrones

diferenciales de activación neural entre distintas áreas del telencéfalo.

En las tareas que involucraban sólo información geométrica sin claves visuales, se activó únicamente el Pallium Medial (o Formación Hipocampal), mientras que en la tarea que incluyó geometría y claves visuales se observó, además del Pallium Medial, la activación de otras áreas del palio como el Pallium Lateral y, en menor medida, el Pallium Dorsal (Sotelo et al., 2016). Una interpretación de estos resultados, requeriría conocer alguno de los tipos de estímulos que pueden procesar estas regiones cuando en un contexto determinado existe información de una modalidad sensorial específica o combinaciones de varias modalidades. En términos neuroanatómicos, el Pallium Lateral y el Pallium Dorsal de los anfibios están asociados a la corteza olfatoria y general, respectivamente, de los mamíferos (Moreno & González, 2004; Northcutt & Kicliter, 1980), con lo cual su activación parecería no tener mucha explicación en este contexto. En aves y mamíferos las tareas que involucran el procesamiento de claves visuales suelen activar distintas áreas cerebrales, entre las que se destaca el núcleo Estriado, ubicado en la zona subpalial o ventral de los hemisferios (Mayer & Bischof, 2012; Packard, Hirsh & White, 1989; Shimizu, Bowers, Budzynski, Kahn & Bingman, 2004). No obstante, estudios recientes (Ocaña, Uceda & Rodríguez, 2017) han encontrado un patrón similar de activación en la zona dorsal o palio del pez Goldfish durante una tarea de aprendizaje que involucraba claves visuales ambientales, con lo cual se especula que estas áreas del palio podrían también estar funcionando como cortezas accesorias de procesamiento (tal como la corteza entorrinal de los mamíferos).

En las tareas que involucraban el uso de información auditiva también se observó activación del Pallium Medial, pero también del área

Septal (Sotelo, Bingman & Muzio, Inédito). Es importante señalar que en estos experimentos la fuente de sonido empleada fue el canto de un macho conespecífico (cantos que en general están asociados a la etapa reproductiva). El procesamiento de esta información auditiva se realiza a través de los núcleos talámicos ventromediales y el torus semicircularis, que envían conexiones al Septum (Neary, 1988; Roden, Endepols & Walkowiak, 2005; Wilczynski & Endepols, 2007). Aunque existen pocos datos acerca del papel del Septum Medial en anfibios (Dicke & Roth, 2009), estudios en mamíferos han asociado esta área a ciertas funciones de navegación espacial (Hagan, Salamone, Simpson, Iversen & Morris, 1988; Tsanov, 2017). Sin embargo, para corroborar en anfibios el papel de esta área en la navegación espacial serán necesarios más estudios futuros.

Comentarios finales

El conjunto de estudios sobre orientación y aprendizaje espacial realizados en nuestro laboratorio con el sapo terrestre *Rhinella arenarum* demuestra que estos animales son capaces de codificar variados tipos de información sensorial proveniente de distintas fuentes ambientales, y luego utilizarla diferencialmente según su necesidad o preferencia. Nuestros resultados sugieren además que estos animales tienen complejos comportamientos de navegación, compartidos en gran medida con otros grupos de vertebrados (en general, dentro de los tetrápodos terrestres). Los datos funcionales presentados sobre la cognición espacial en sapos sugieren la presencia de un mecanismo cerebral basado principalmente en la activación de regiones telencefálicas del Pallium Medial (la Formación Hipocampal de los anfibios). Podemos concluir que, aunque con algunos detalles, los mecanismos que subyacen a la cognición espacial en los vertebrados tetrápodos en términos generales han sido conservados a lo largo de la evolución.

Referencias

- Balero, M., Scardamaglia, R. C., Sotelo, M. I., Fernández, R. C., Rebores, J. C. & Muzio, R. N. (2017). Dinámica de uso del espacio en el sapo terrestre *Rhinella arenarum*. 1ra Reunión de Biología del Comportamiento del Cono Sur. Comporta 2017-VI JUCA. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). Buenos Aires.
- Ball, G. F. & Gentner, T. Q. (1998). They're playing our song: gene expression and birdsong perception. *Neuron*, 21, 271-274.
- Bassani, T. B., Bonato, J. M., Machado, M. M., Cópola-Segovia, V., Moura, E. L., Zanata, S. M. & Vital, M. A. (2018). Decrease in adult neurogenesis and neuroinflammation are involved in spatial memory impairment in the streptozotocin-induced model of sporadic Alzheimer's disease in rats. *Molecular Neurobiology*, 55(5), 4280-4296.
- Bingman, V. P. & Muzio, R. N. (2017). Reflections on the Structural-Functional Evolution of the Hippocampus: What is the Big Deal about a Dentate Gyrus? *Brain, Behavior and Evolution*, 90, 53-61.
- Bingman, V. P., Erichsen, J. T., Anderson, J. D., Good, M. A. & Pearce, J. M. (2006). Spared feature-structure discrimination but diminished salience of environmental geometry in hippocampal lesioned homing pigeons (*Columba livia*). *Behavioral Neuroscience*, 120, 835-841.
- Bingman, V. P., Rodríguez, F., & Salas, C. (2017). The hippocampus in nonmammalian vertebrates. En: J. Kaas. (ed). *Evolution of Nervous Systems*, pp 479-489. Oxford: Academic Press.
- Brattstrom, B. H. (1990). Maze learning in the firebellied toad, *Bombina orientalis*. *Journal of Herpetology*, 24(1), 44-47.
- Bye, C. M., Hong, N. S., Moore, K., Deibel, S. H. & McDonald, R. J. (2018). The effects of pool shape manipulations on rat spatial memory acquired in the Morris water maze. *Learning and Behavior*, 1-9. doi: 10.3758/s13420-018-0319-0
- Cheng, K. (1986). A purely geometric module in the rat's spatial representation. *Cognition*, 23, 149-178.
- Cheng, K. & Newcombe, N. S. (2005). Is there a geometric module for spatial orientation? Squaring theory and evidence. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 1-23.
- Cheng, K., Huttenlocher, J. & Newcombe, N. S. (2013). 25 years on research on the use of geometry in spatial orientation: a current theoretical perspective. *Psychonomic Bulletin and Review*, 20, 1033-1054.

- Clayton, D. F. (1997). Role of gene regulation in song circuit development and song learning. *Journal of Neurobiology*, 33, 549-571.
- Daneri, M. F. & Muzio, R. N. (2013). El aprendizaje espacial y su relevancia en anfibios. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 5(3), 38-49.
- Daneri, M. F., Casanave, E. B. & Muzio, R. N. (2011). Control of spatial orientation in terrestrial toads (*Rhinella arenarum*). *Journal of Comparative Psychology*, 125(3), 296-307.
- Daneri, M. F., Casanave, E. B., & Muzio, R. N. (2015). Use of local visual landmarks for spatial orientation in toads (*Rhinella arenarum*): The role of distance to a goal. *Journal of Comparative Psychology*, 129(3), 247-255.
- Delcourt, J., Miller, N. Y., Couzin, I. D., & Garnier, S. (2018). Methods for the effective study of collective behavior in a radial arm maze. *Behavior Research Methods*, 50(4), 1673-1685. doi: 10.3758/s13428-018-1024-9
- Dicke, U. & Roth, G. (2009). Evolution of the Amphibian nervous system. In: J. H. Kaas. (Ed.). *Evolutionary Neuroscience*, Chapter 11, pp. 169-233, Elsevier. Academic Press.
- Ferguson, D. E. (1971). The sensory basis of orientation in amphibians. *Annual N.Y. Academy of Sciences*, 188, 30-36.
- Gallardo, J. M. (1974). *Anfibios de los alrededores de Buenos Aires*. Buenos Aires: Eudeba.
- Gallistel, C. R. (1990). *The organization of learning*. In: Cap. 6. fe MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- González, A., López, J. M., Morona, R. & Moreno, N. (2017). The organization of the amphibian central nervous system. En J. Kaas (Ed.), *Evolution of the nervous systems*. 2nd Ed. Elsevier.
- Greding, E. J. (1971). Comparative rates of learning in frogs (*Ranidae*) and toads (*Bufo* spp.). *Caribbean Journal of Science*, 11(3-4), 203-208.
- Grobéty, M. C. & Schenk, F. (1992). Spatial learning in a three-dimensional maze. *Animal Behaviour*, 43, 1011-1020.
- Hafting, T., Fyhn, M., Molden, S., Moser, M. B. & Moser, E. I. (2005). Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature*, 436(7052), 801-806.
- Hagan, J. J., Salamone, J. D., Simpson, J., Iversen, S. D. & Morris, R. G. M. (1988). Place navigation in rats is impaired by lesions of medial septum and diagonal band but not nucleus basalis magnocellularis. *Behavioural Brain Research*, 27(1), 9-20.

- Hayman, R., Verriotis, M. A., Jovalekic, A., Fenton, A. A. & Jeffery, K. J. (2011). Anisotropic encoding of three-dimensional space by place cells and grid cells. *Nature Neuroscience*, *14*, 1182-1188.
- Holbrook, R. & Burt de Perera, T. (2009). Separate encoding of vertical and horizontal components of space during orientation in fish. *Animal Behaviour*, *78*, 241-245.
- Holmes, C. A., Nardi, D., Newcombe, N. S. & Weisberg, S. M. (2015). Children's use of slope to guide navigation: Sex differences relate to spontaneous slope perception. *Spatial Cognition and Computation*, *15*, 170-185.
- Ingle, D. & Sahagian, D. (1973). Solution of a spatial constancy problem by goldfish. *Physiological Psychology*, *1*, 83-84.
- Kesner, R. P., Bolland, B. L. & Davis, M. (1993). Memory of spatial location, motor responses and objects: Triple dissociation among the hippocampus, caudate nucleus and extrastriate visual cortex. *Experimental Brain Research*, *93*, 462-470.
- Kosaki, Y., Pearce, J. M. & McGregor, A. (2018). The response strategy and the place strategy in a plus-maze have different sensitivities to devaluation of expected outcome. *Hippocampus*, *28*, 484-496.
- Laberge, F., Feldhoff, R. C., Feldhoff, P. W. & Houck, L. D. (2008). Courtship pheromone-induced c-Fos-like immunolabeling in the female salamander brain. *Neuroscience*, *151*(2), 329-339.
- Leclerc, C., Duprat, A. M. & Moreau, M. (1999). Noggin upregulates Fos expression by a calcium-mediated pathway in amphibian embryos. *Development, Growth and Differentiation*, *41*(2), 227-238.
- Lee, S. A., Sovrano, V. A. & Spelke, E. S. (2012). Navigation as a source of geometric knowledge: Young children's use of length, angle, distance, and direction in a reorientation task. *Cognition*, *123*, 144-161.
- López, J. C., Broglio, C., Rodríguez, F., Thinus-Blanc, C. & Salas, C. (1999). Multiple spatial learning strategies in goldfish (*Carassius auratus*). *Animal Cognition*, *2*, 109-120.
- Mayer, U. & Bischof, H. J. (2012). Brain activation pattern depends on the strategy chosen by zebra finches to solve an orientation task. *Journal of Experimental Biology*, *215*, 426-434.
- Mayer, U., Pecchia, T., Bingman, V. P., Flore, M. & Vallortigara, G. (2016). Hippocampus and medial striatum dissociation during goal navigation by geometry or features in the domestic chick: an immediate early gene study. *Hippocampus*, *26*, 27-40.

- Moreno, N. & González, A. (2004). Localization and Connectivity of the Lateral Amygdala in Anuran Amphibians. *The Journal of Comparative Neurology*, 479, 130-148.
- Moser, E. I., Kropff, E. & Moser, M. B. (2008). Place cells, grid cells, and the brain's spatial representation system. *Annual Review of Neuroscience*, 31, 69-89. doi: 10.1146/annurev.neuro.31.061307.090723
- Muzio, R. N. (1999). Aprendizaje instrumental en anfibios. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 31(1), 35-47.
- Muzio, R. N. (2013). Aprendizaje en anfibios, el eslabón perdido: Un modelo simple cerebral en el estudio de conductas complejas. *Cuadernos de Herpetología*, 27(2), 87-100.
- Muzio, R. N., Daneri, M. F. & Sotelo, M. I. (2017). Aprendizaje y Memoria Espacial en Anfibios. Consideraciones generales y aspectos evolutivos. En J. Nieto & R. Bernal-Gamboa (Eds.), En: *Estudios Contemporáneos en Cognición Comparada* (pp. 111-178). Ciudad de México:
- Nardi, D. & Bingman, V. P. (2009). Pigeon (*Columba livia*) encoding of a goal location: The relative importance of shape geometry and slope information. *Journal of Comparative Psychology*, 123, 204-216.
- Nardi, D., Funk, A. Y., Newcombe, N. S. & Shipley, T. F. (2009). Reorientation by slope cues in humans. *Cognitive Processing*, 10, 260-262.
- Nardi, D., Newcombe, N. S. & Shipley, T. F. (2011). The world is not flat. Can people reorient using slope? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37(2), 354-367. doi: 10.1037/a0021614
- Neary, T. J. (1988). Forebrain auditory pathways in ranid frogs. En: B. Fritsch., M.J. Ryan, W. Wilczynski., T. E. Hetherington. & W. Walkowiak. (eds). *The Evolution of the Amphibian Auditory System*, pp. 233-252. New York: Wiley.
- Nieuwenhuys, R., Ten Donkelaar, H. J. & Nicholson, C. (1998). *The central nervous system of vertebrates*. Berlin: Springer-Verlag.
- Northcutt, R. G. (1981). Evolution of the telencephalon in nonmammals. *Annual Review of Neuroscience*, 4, 301-350.
- Northcutt, R. G. (1995). The forebrain of gnathostomes: In search of a morphotype. *Brain, Behavior and Evolution*, 46, 275-318.
- Northcutt, R. G. & Ronan, M. (1992). Afferent and efferent connections of the bullfrog medial pallium. *Brain, Behavior and Evolution*, 40, 1-16.

- Northcutt, R. G. & Kicliter, E. (1980). Organization of the amphibian telencephalon. In S.O. Ebbesson (Ed.), *Comparative neurology of the telencephalon*, pp. 203-255. Plenum: New York.
- Ocaña, F. M., Uceda, S., & Rodríguez, F. (2017). Dynamics of Goldfish subregional Hippocampal Pallium activity throughout spatial memory formation. *Brain, Behavior and Evolution*, *90*, 154-170.
- O'Keefe, J. & Dostrovsky, J. (1971). The Hippocampus as a Spatial Map, Preliminary Evidence from Unit Activity in the Freely Moving Rat. *Brain Research*, *34*, 171-175.
- O'Keefe, J. & Nadel, L. (1978). *The Hippocampus as a Cognitive map*. Clarendon Press: Oxford.
- Packard, M. G. & McGaugh, J. L. (1996). Inactivation of hippocampus or caudate nucleus with lidocaine differentially affects expression of place and response learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, *65*, 65-72.
- Packard, M. G., Hirsh, R. & White, N. M. (1989). Differential effects of fornix and caudate nucleus lesions on two radial maze tasks: evidence for multiple memory systems. *Journal of Neuroscience*, *9*, 1465-1472.
- Pearce, J. M., Good, M. A., Jones, P. M. & McGregor, A. (2004). Transfer of spatial behavior between different environments: Implications for theories of spatial learning and for the role of the hippocampus in spatial learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *30*(2), 135-147.
- Pearce, J. M., Graham, M., Good, M. A., Jones, P. M. & McGregor, A. (2006). Potentiation, overshadowing, and blocking of spatial learning based on the shape of the environment. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *32*(3), 201-214.
- Puddington, M. M. & Muzio, R. N. (2016). Relación entre conducta y activación de áreas cerebrales. Empleo de la técnica de AgNOR en psicología comparada. *Interdisciplinaria*, *33*(1), 1-13.
- Puddington, M. M., Daneri, M. F., Papini, M. R. & Muzio, R. N. (2016). Telencephalic Neural activation after passive avoidance learning in the terrestrial toad *Rhinella arenarum*. *Behavioural Brain Research*, *315*, 75-82.
- Rescorla, R. A. & Wagner, A. R. (1972). A theory of pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. En: A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.). *Classical conditioning II: Current theory and research* (pp. 64-99). New York: Appleton-Century-Crofts.

- Roden, K., Endepols, H. & Walkowiak, W. (2005). Hodological characterization of the septum in anuran amphibians: I. Afferent connections. *Journal of Comparative Neurology*, 483, 415-436.
- Salas, C., Broglio, C. & Rodríguez, F. (2003). Evolution of forebrain and spatial cognition in vertebrates: Conservation across diversity. *Brain, Behavior and Evolution*, 62, 72-82.
- Shettleworth, S. J. (2010). Getting around: Spatial cognition (Chapter 8). In S. Shettleworth (Ed.), *Cognition, Evolution, and Behavior* (pp. 261-310). Oxford: Oxford University Press.
- Shimizu, T., Bowers, A. N., Budzynski, C. A., Kahn, M.C. & Bingman, V. P. (2004). What does a pigeon (*Columba livia*) brain look like during homing? Selective examination of ZENK expression. *Behavioral Neuroscience*, 118, 845-851.
- Sinsch, U. (1987). Orientation behavior of toads (*Bufo bufo*) displaced from the breeding site. *Journal of Comparative Physiology A*, 161, 715-727.
- Sinsch, U. (1990). Migration and orientation in anuran amphibians. *Ethology, Ecology and Evolution*, 2, 65-79.
- Sinsch, U. (2006). Orientation and navigation in Amphibia. *Marine and Freshwater Behavior and Physiology*, 39(1), 65-71.
- Sotelo, M. I. & Muzio, R. N. (2015). Aprendizaje Espacial y Geometría. Los Anfibios en la Evolución de los Sistemas Cognitivos Cerebrales. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 7(3), 64-78.
- Sotelo, M. I., Bingman, V. P. & Muzio, R. N. (2015). Goal orientation by geometric and feature cues: spatial learning in the terrestrial toad *Rhinella arenarum*. *Animal Cognition*, 18(1), 315-323.
- Sotelo, M. I., Bingman, V. P. & Muzio, R. N. (2017). Slope-based and geometric encoding of a goal location by the terrestrial toad (*Rhinella arenarum*). *Journal of Comparative Psychology*, 131(4), 362-369.
- Sotelo, M. I., Bingman, V. P. & Muzio, R. N. (Inédito). Transfer of spatial learning between geometrically different shaped environments in the terrestrial toad, *Rhinella arenarum*. Enviado para su publicación en *Animal Cognition*.
- Sotelo, M. I., Daneri, M. F., Bingman, V. P. & Muzio, R. N. (2016). Telencephalic neuronal activation associated with spatial memory in the terrestrial toad, *Rhinella arenarum*: Participation of the medial pallium in navigation by geometry. *Brain, Behavior and Evolution*, 88, 149-160.

- Spelke, E. S., Lee, S. A. & Izard, V. (2010). Beyond core knowledge: Natural geometry. *Cognitive Science*, *34*, 863-884.
- Sutton, J. E. (2009). What is geometric information and how do animals use it? *Behavioural Processes*, *80*, 339-343.
- Tommasi, L., Chiandetti, C., Pecchia, T., Sovrano, V. A. & Vallortigara, G. (2012). From natural geometry to spatial cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *36*, 799-824.
- Tommasi, L., Gagliardo, A., Andrew, R. J. & Vallortigara, G. (2003). Separate processing mechanisms for encoding of geometric and landmark information in the avian hippocampus. *European Journal of Neuroscience*, *17*, 1695-1702.
- Trere, D. (2000). AgNOR staining and quantification. *Micron*, *31*(2), 127-131.
- Tsanov, M. (2017). Speed and Oscillations: Medial Septum Integration of Attention and Navigation. *Frontiers in Systems Neuroscience*, *11*, 67-81. doi: 10.3389/fnsys.2017.00067
- Twyman, A. D., Newcombe, N. S. & Gould, T. G. (2012). Malleability in the development of spatial reorientation. *Developmental Psychobiology*, *3*, 243-255.
- Vargas, J. P., Bingman, V. P., Portavella, M. & López, J. C. (2006). Telencephalon and geometric space in goldfish. *European Journal of Neuroscience*, *24*, 2870-2878.
- Vargas, J. P., López, J. C., Salas, C. & Thinus-Blanc, C. (2004). Encoding of geometrical and featural spatial information by goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Comparative Psychology*, *118*, 206-216.
- Velázquez, F. N., Prucca, C. G., Etienne, O., D'Astolof, D. S., Silvestre, D. C., Boussin, F. D. & Caputto, B. L. (2015). Brain development is impaired in c-Fos *-/-* mice. *Oncotarget*, *6*, 16883-16901.
- Wells, K. D. (1977). The social behavior of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, *25*, 666-693.
- Wilczynski, W. W. & Capranica, R. R. (1984). The auditory system of anuran amphibians. *Progress in Neurobiology*, *22*, 1-38.
- Wilczynski, W. W. & Endepols, H. (2007). Central Auditory Pathways in Anuran Amphibians: The Anatomical Basis of Hearing and Sound Communication. In: P.M Narins., A.S Feng., R.R Fay. & A.N Popper. (Eds.), *Hearing and Sound Communication in Amphibians* (pp. 221-249). New York: Springer.

*Effects of the number of competitors over different consumption measurements with Wistar rats (*rattus norvegicus*)**

Luis Alfaro**
Rosalba Cabrera***

* Se agradece a CONACyT ya que los datos de este trabajo fueron recabados durante el doctorado del primer autor con el soporte de la beca 46420. Se agradece a DGAPA por la beca de post-doctorado que permitió el análisis de datos y a PRODEP por el apoyo para la redacción de este documento.

** Doctor en Ciencias del Comportamiento Universidad de Guadalajara (CU Valles). Correspondencia: luis.alfaro@valles.udg.mx

*** Doctora en Psicología (Análisis Experimental del Comportamiento). Universidad Nacional Autónoma De México (FES IZTACALA). Correspondencia: rosalva@unam.mx

*Efectos de la cantidad de competidores sobre diferentes medidas de consumo en ratas Wistar (*rattus norvegicus*)**

Cómo citar este artículo: Alfaro, L., & Cabrera, R. (2018). Efectos de número de competidores sobre diferentes medidas de consumo en ratas Wistar (*Rattus norvegicus*). *tesis Psicológica*, 13(2), 58-70. <https://doi.org/10.37511/tesis.v13n2a4>

Recibido: 25 septiembre 2017

Revisado: 02 octubre 2017

Aprobado: 11 diciembre 2018

ABSTRACT

In the present study was assessed the effect of "social" facilitation and "social" interference in a situation of food intake in groups of rats of 2 to 8 members. The analyzed measurements were the differential weight, time of intake and rate of intake. There was fitted a power function and a linear function to the data of each measurement. The best fit to the data was determined with the explained variance level (R²). It was observed that the power function had a greater explained variance for the differential weight and time of intake. Nevertheless, in the intake rate, the function that best described the trend of the data was linear one. When the trend of this last measurement was analyzed, the magnitudes of the effects of facilitation and interference were determined, which extends the information obtained from other measurements. Lastly, the results obtained had coincidence with the reports of de Castro and Brewer (1992) in a study of feeding with humans. The paper emphasizes that in situations of collective feeding, the type of analyzed measurements may give rise to different trend of data but its interpretation has to be reviewed based on its utility to account for, control and predicts results.

Keywords: groups, intake, Wistar rats, power function and linear function.

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de facilitación e interferencia "social" en una situación de consumo de alimento con grupos de ratas, de 2 a 8 miembros. Las medidas analizadas fueron el diferencial de peso, el tiempo de consumo y la tasa de consumo. A los datos obtenidos se ajustó una función de poder y una función lineal. El mejor ajuste a los datos fue determinado a partir del nivel de varianza explicada (R²). Se apreció que para el diferencial de peso y tiempo de consumo, la función de poder tuvo una varianza explicada mayor, mientras que para la tasa de consumo, la función que mejor describió la tendencia de los datos fue la lineal. Al analizar la tendencia de esta última medida se determinaron las magnitudes de los efectos de facilitación e interferencia, lo cual extendió la información obtenida a partir de otras medidas. Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por de Castro y Brewer (1992) en un estudio de alimentación con humanos. El trabajo enfatiza que en situaciones de alimentación colectiva el tipo de medida analizada puede dar lugar a diferentes tendencias de datos, por lo tanto, su interpretación debe ser revisada en función de su utilidad para explicar, controlar y predecir resultados.

Palabras clave: grupos, consumo, ratas Wistar, función de poder y función lineal.

Introducción

Algunos reportes han descrito que la presencia de otras personas durante la realización de alguna actividad afecta la forma en la que un individuo se comporta (Asch, 1951; de Castro & de Castro, 1989; Latané, Williams & Harkins, 1979; Latané, 1981; Wolf & Bugaj, 1990; Zajonc, 1965). Algunos efectos semejantes del impacto de conespecíficos sobre una respuesta han sido identificados también con sujetos no humanos (Harlow, 1932; Miller, Schiestl, Withen, Schwab, & Bugnyar, 2014). En ambos casos, la presencia de conespecíficos puede ser tanto favorable como desfavorable, respecto a medidas de ocurrencia, magnitud o duración de una respuesta particular. Cuando la presencia de otros individuos genera un efecto favorable, se incrementa la velocidad, la frecuencia o la duración de una respuesta; a dicho fenómeno se le conoce como “facilitación social” (de Castro, 1990; Harlow, 1932; Herman, 2015; Heyes, 1994; 1996; Zajonc, 1965; Zentall, 1996). Por otra parte, cuando la presencia de otros individuos disminuye alguna de estas medidas se considera que el efecto es desfavorable. Dependiendo de si la conducta es obstruida o no espacialmente por otros, se le suele nombrar “interferencia social” (Bell & Baum, 2002; Beauchamp & Giraldeau, 1997) u “holgazanería social” (Coolen, 2002; Latané, Williams & Harkins, 1979).

En investigaciones con humanos, algunos trabajos integradores como los de Latané (1981) y Acuña, González-García y Bruner (2011) han puesto de manifiesto que una gran diversidad de fenómenos colectivos adicionales a los mencionados (i.e., Conformidad de opiniones, Difusión de la responsabilidad, etc..) pueden ser capturados por una familia de funciones conocida como “funciones de poder”. Los autores consideran que el impacto del tamaño del

grupo en fenómenos colectivos es recogido por una ecuación de poder como la siguiente:

$$I = s N^t$$

Dónde “ I ” es la magnitud de conducta que se evalúa, “ s ” es una constante (o valor esperado en el primer periodo -con un solo individuo-), “ N ” el número de individuos presentes en una situación grupal y “ t ” algún exponente (Acuña et al., 2011; Latané, 1981). El uso de la ecuación mencionada como herramienta de análisis, ha seguido la tradición psicofísica planteada por Stevens (1962), es decir, considera que la relación entre los cambios de una variable independiente y una dependiente no es constante, sino que sus cambios disminuyen progresivamente, sin importar la especie que se estudie (ver Allan & Gibbon, 1991 en estimación temporal; y Reyes-Huerta & Valerio-dos Santos, 2016 en estimación de magnitud).

Si la explicación ofrecida para dar cuenta de la relación entre variables en fenómenos colectivos es similar a otros fenómenos estudiados en psicofísica, entonces el impacto del número de individuos -variable independiente- sobre una medida de interés -variable dependiente- tiende a disminuir la progresión de cambios conforme la cantidad de individuos aumenta, describiéndose a partir de funciones de poder. Adicionalmente, los exponentes que brindan el mejor ajuste a partir de los datos suelen ser menores a 1 (Acuña, et al., 2011; Latané, 1981). También, en esos trabajos se menciona que el exponente calculado podría ser un parámetro que permitiría la comparación y la organización de fenómenos colectivos. Como ejemplo de lo anterior, un estudio de consumo de alimento realizado con humanos por de Castro y Brewer (1992) reportó que algunas medidas son mejor descritas por una función de poder respecto a una función lineal. La comparación de “ajuste” entre funciones a los datos

fue realizada en términos de varianza explicada (identificando la R² más alta). Concretamente la relación entre el tamaño del grupo y medidas como el tamaño de la comida, el consumo de macronutrientes y las proporciones de privación-saciedad de alimento son bien descritas a partir de funciones de poder.

Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de evidencia que corrobora la disminución progresiva del impacto de otros sobre algunas variables dependientes (i.e., porcentaje de imitación e ingesta de alimento) es probable que algunas medidas específicas tengan un comportamiento diferente al descrito en psicofísica. Por ejemplo, de Castro y Brewer (1992) también mencionan que la duración de la comida (en condiciones de abundancia) y la tasa de ingesta son mejor recogidas por una función lineal.

Con base en la información expuesta, resulta importante analizar las similitudes y diferencias entre medidas analizadas de un mismo fenómeno, identificar sus propiedades particulares y verificar si aportan información contradictoria o complementaria para su entendimiento. El presente trabajo fue diseñado con el objetivo de evaluar la relación entre el número de conespecíficos y algunas medidas con un comportamiento típicamente descrito por funciones “de poder”: el diferencial de peso y la duración de la comida; así como la tasa de ingesta individual. En este trabajo se enfatiza que, a partir de las tres medidas mencionadas, se permite evaluar los ajustes resultantes de un mismo fenómeno a diferentes funciones con el propósito de identificar su potencial para explicar y predecir la magnitud del efecto de facilitación y su resistencia a efectos de interferencia. Adicionalmente, el presente trabajo se realizó con grupos de ratas en una situación de laboratorio, lo cual permitió comparar los resultados

observados en una situación de competencia por ingesta de alimento entre ratas y los reportados en la literatura empleando humanos.

Método

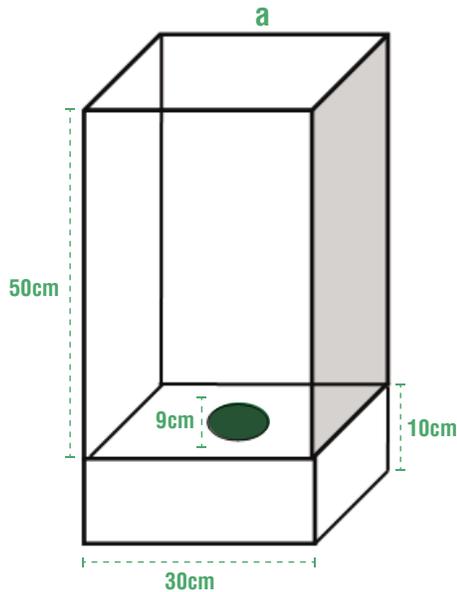
Sujetos

Se emplearon 18 ratas Wistar macho de aproximadamente ocho meses de edad al inicio del experimento, con experiencia en un estudio de búsqueda colectiva de alimento (situación de agrupación libre). Las ratas fueron obtenidas del pie de cría del bioterio del Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento de la Universidad de Guadalajara. Las ratas fueron alojadas individualmente en cajas transparentes de policarbonato (30 x 15 x 20 cm) con acceso libre a agua y mantenidas en un régimen de 12 horas de luz por 12 horas de obscuridad. Durante el experimento se restringió el acceso a alimento de manera que mantuvieran el 85% de su peso corporal respecto a alimentación libre.

Instrumentos

Se utilizó una cámara de video para la filmación de las sesiones, una computadora personal y una consola para reproducción de videos, registro y análisis de datos. El aparato utilizado fue una plataforma, cuya base tuvo una altura de 10 cm sobre el nivel superficial, con 30 cm de largo por 30 cm de ancho y con paredes de 50 cm de altura. Aproximadamente al centro de su superficie estuvo dispuesto un depósito de nueve cm de diámetro y dos cm de profundidad (ver Figura 1). Se utilizó una balanza gravimétrica marca Ohaus® modelo Triple B para pesar a los sujetos y una balanza semi-analítica de marca Precisa® modelo BJ 100M para pesar y contar las unidades de alimento.

Figura 1. Muestra una representación lateral del aparato utilizado así como las medidas correspondientes



Fuente: Autores

Procedimiento

Previo al inicio de un ensayo experimental, a cada sujeto se le registró su peso corporal; después, los individuos fueron introducidos al aparato experimental. En cada ensayo el depósito contuvo 4 gramos de semillas de girasol. Se grabó en video y registró el período de consumo.

El experimento constó de ocho fases, cada una estuvo vigente durante cinco sesiones.

En la Fase 1, sólo un sujeto fue expuesto al aparato ($n=1$), se realizó un ensayo, la duración de éste fue dependiente del agotamiento del alimento o una vez transcurridos 6:30 min. En las Fases 2 a 8, el número de integrantes en la caja incrementó un integrante por fase, de tal manera que en la última fase se empleó un grupo con ocho integrantes (ver Tabla 1).

Tabla 1. Muestra el diseño empleado en el Experimento.

Fase	1	2	3	4	5	6	7	8
Participantes por "grupo" y ensayos por sesión	1	2	3	4	5	6	7	8

Fuente: Autores

A partir de la Fase 2, se seleccionó un sujeto como focal, le fue registrado su peso corporal y se integró al grupo. Con el objetivo de medir el comportamiento de todos los miembros del grupo en cada sesión y mantener constante la ingesta durante las sesiones experimentales, los sujetos fueron expuestos a la situación experimental tantos ensayos por sesión como sujetos participaron por Fase, es decir, durante la primera Fase se expusieron a un ensayo y durante la última Fase a ocho ensayos. El orden de registro de cada sujeto como focal fue secuencial. Los miembros de cada grupo ingresaron de manera simultánea al aparato y al finalizar el ensayo se volvió a registrar el peso del sujeto focal. Al agotar el alimento los sujetos fueron retirados inmediatamente del aparato.

En las Fases 4, 5, 7 y 8, dado que el número de sujetos incluidos en el trabajo no fue exactamente divisible entre la cantidad de miembros requeridos, se incluyó un descanso (ensayo) por sesión para cada sujeto. En esos casos, el ensayo de descanso fue asignado de manera secuencial entre los sujetos del grupo. Al igual que en los ensayos individuales el depósito contuvo 4 gramos de semillas de girasol y como se mencionó previamente, la duración de los ensayos fue dependiente del agotamiento del alimento. En esas Fases el intervalo entre ensayos fue de aproximadamente 5 minutos. A lo largo de todo el estudio el intervalo entre sesiones fue de 23:00 horas en promedio.

Registro y Análisis de Datos

1. **Diferencial de peso:** para la obtención de esta medida se registró el peso al inicio y al finalizar un ensayo por cada sujeto focal, con el objetivo de estimar el peso ganado durante el ensayo.
2. **Tiempo de ingesta:** se evaluó la duración del episodio de consumo; esta medida fue corregida por videgrabación descontando los periodos en que los sujetos no mostraron una topografía asociada al consumo (i.e. introducir la cabeza al depósito en la Fase 1 o estar alrededor del mismo en las Fases 2 a 8. Específicamente, para dicha corrección, se consideró que en el video no se apreciaran unidades de alimento, lo cual en los ensayos con varios sujetos únicamente pudo inferirse a partir de que la mitad de los miembros del grupo más un sujeto se retirara del depósito.
3. **Tasa de consumo individual:** Su cálculo implicó una serie de pasos. a) Para obtener el denominador del cálculo se dividió la cantidad de gramos (cuatro) entre la cantidad de sujetos participantes en la Fase; b) Para cada sujeto se dividió la mediana del tiempo requerido por Fase para agotar el alimento entre el resultado anterior; c) El resultante fue dividido entre el número de unidades en un gramo (veintiuno); d) Como último paso, se dividió la cantidad de segundos en un minuto entre el resultado anterior.

Resultados

Al analizar los datos de diferencial de peso, se apreció que conforme el tamaño del grupo incrementó, el diferencial de peso disminuyó. Esa medida sugiere que al aumentar el tamaño del grupo la cantidad de alimento ingerido por sujeto disminuyó (ver Tabla 2). Para analizar la tendencia de los datos se utilizaron los parámetros de ajuste a dos funciones: una lineal y una de poder. El ajuste de la función lineal se

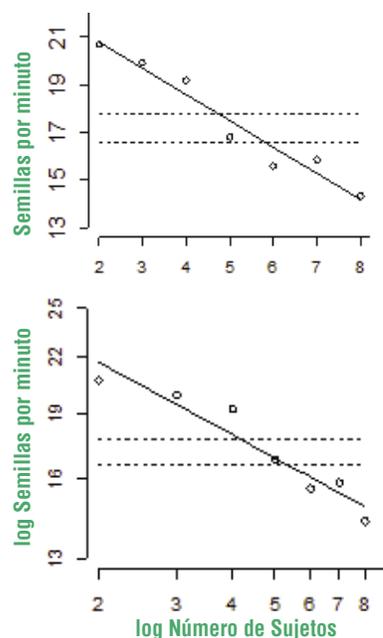
muestra en el panel izquierdo de la Figura 2, y la función de poder se muestra en el panel derecho. La ecuación con los parámetros que brindaron el mejor ajuste a los datos para la función lineal fue $I=1.57-0.1581(N)$. En tanto que la ecuación con los parámetros de mejor ajuste para la función de poder fue $I=2.71(N)^{-0.885}$. La R^2 fue de 0.88 para la función lineal en tanto para la función de poder fue de 0.92. Por tanto, el mejor ajuste a los datos lo brindó la función de poder.

Tabla 2. Diferencial de peso corporal en gramos y desviación para cada Fase

Fase	1	2	3	4	5	6	7	8
\bar{x}	3.25	1.5	0.97	0.87	0.57	0.56	0.6	0.37
SE \pm	0.6	0.56	0.51	0.24	0.65	0.24	0.24	0.23

Fuente: Autores

Figura 2



Presenta la comparación del peso corporal por Fase. Se muestra la línea de tendencia de los datos ajustada a una función lineal en el panel izquierdo y a una de poder en el panel de la derecha. La función de poder fue linealizada transformando ambos ejes a logaritmos.

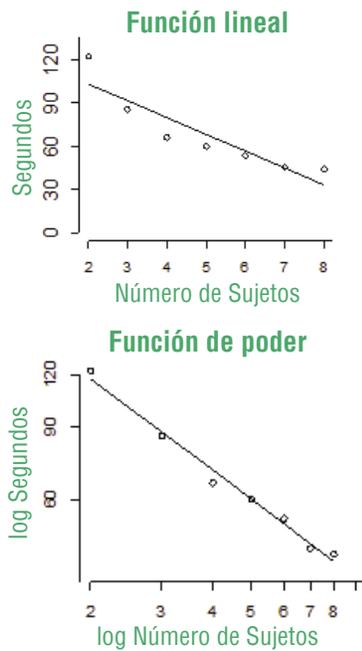
Fuente: Autores

Al evaluar el tiempo de consumo, también se apreció que con el aumento de integrantes en el grupo, el tiempo requerido para agotar los recursos disminuyó (ver Tabla 3). Para los datos de esta medida, se ajustaron las funciones lineales y de poder (ver Figura 3). La ecuación con los parámetros que brindaron el mejor ajuste a los datos con cada función fueron: $I=126.41-11.62(N)$ con una R^2 de 0.82 y $I=194.16(N)^{-0.729}$ con una R^2 de 0.98 para la función lineal y de poder respectivamente. Al igual que en la medida anterior el mejor ajuste lo brindó la función de poder.

Tabla 3. Valores promedio de tiempo de consumo y desviación estándar en cada una de las Fases.

Fase	1	2	3	4	5	6	7	8
\bar{x}	298.7	122.3	85.4	65.9	60.1	53.9	45.8	44.2
SE ±	38.9	9.1	10.6	4.1	3.2	2.7	4.8	3.8

Figura 3



Presenta la comparación entre valores de tiempo requerido para agotar los recursos. A la izquierda función lineal y a la derecha, función de poder.

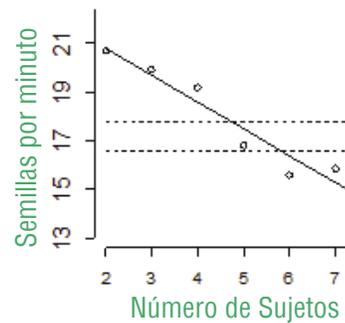
Fuente: Autores

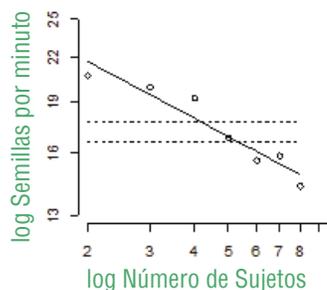
Con el objetivo de enfatizar las diferencias entre los valores observados a partir de la segunda Fase respecto de la primera, se estimó la tasa de consumo individual promedio (semillas por minuto). Para su cálculo se utilizó la función de conteo de unidades de la balanza semi-analítica, contando las unidades de 100 muestras de 1 gramo. El resultado de dicha evaluación fue de 21 ± 1 semillas por gramo. De manera que, dado el peso colocado (4 gramos), la cantidad de semillas dispuestas por parcela fue de 84 ± 4 . Al evaluar la tasa de consumo se apreció un incremento inicial de unidades consumidas por minuto (Fase 1 vs Fase 2). Al igual que con las medidas anteriores a partir de la segunda Fase se apreció una tendencia a reducir la cantidad de unidades ingeridas por unidad de tiempo (ver Tabla 4). La ecuación con los parámetros que brindaron el mejor ajuste a los datos con cada función fueron: $I=22,98-1.09(N)$ con una R^2 de 0.94 y $I=26.13(N)-0.271$ con una R^2 de 0.91 para la función lineal y de poder respectivamente. Es decir, para esta medida el mejor ajuste lo brindó la función lineal.

Tabla 4. Promedios de la tasa de consumo por Fase y respectiva desviación estándar

Fase	1	2	3	4	5	6	7	8
\bar{x}	17.1	20.6	19.9	19.1	16.8	15.6	15.8	14.3
SE ±	2.4	1.4	2.2	1.2	0.9	0.7	1.6	1.2

Figura 4





Presenta la comparación de tasa de consumo promedio para cada una de las Fases. Las líneas punteadas representan el intervalo de confianza del promedio observado en la Fase 1 (línea base). El promedio de las Fases 2 a 8 es representado con la marquilla.

Fuente: Autores

Discusión

En el presente experimento se identificó un efecto de la competencia sobre las tres medidas de consumo de alimento consideradas. Para dos de ellas (diferencial de peso y tiempo de consumo), se apreció una tendencia descrita por una función de poder decreciente, es decir, una reducción progresiva del impacto sobre la cantidad y tiempo de consumo del incremento en el número de miembros (Acuña, et al., 2011; de Castro & Brewer, 1992; Latané, 1981). Sin embargo, al evaluar la tasa de consumo individual se apreció un incremento inicial, el cual fue reducido a una tasa constante, es decir, con una tendencia lineal (de Castro & Brewer, 1992). Los datos de diferencial de peso sugieren un efecto de competencia (Gauvin & Giraldeau, 2004; Rieucan & Giraldeau, 2009), lo anterior implica que conforme la cantidad de integrantes del grupo incrementó se redujo el consumo por individuo (Bell & Baum, 2002; Beauchamp & Giraldeau, 1997). En otros términos, la tendencia de los datos fue más similar a una función de poder negativa que a una función lineal (Acuña et al., 2011; de Castro & Brewer, 1992; Latané, 1981). Sin embargo, llama la atención que el diferencial de peso no pareció ser un indicador confiable del consumo individual, es decir, el consumo registrado

estuvo por debajo de lo esperado, lo cual podría indicar pérdida de peso por parte de los sujetos durante el consumo, lo cual pudo obedecer a energía gastada para la obtención del recurso o a pérdidas a través de micción y defecación. Por lo tanto, no se consideró esta medida para estimar otros indicadores.

Los datos del tiempo de consumo también mostraron el efecto de competencia encontrado en la medida anterior. Este efecto fue decreciente en función del número de integrantes del grupo (Acuña et al., 2011; de Castro & Brewer, 1992; Latané, 1981). Es decir, también se apreció mejor ajuste de la función de poder a los datos respecto a la lineal. Sin embargo, en este caso el exponente calculado fue ligeramente superior al calculado para los datos de diferencial de peso. Posiblemente las diferencias observadas entre los parámetros de ajuste de los dos indicadores anteriores se deban a la imprecisión previamente destacada en la medida de diferencial de peso.

Al analizar la tendencia de la tasa individual de consumo fue mejor descrita por una función lineal, con una pendiente de alrededor de -1, lo cual implica que los sujetos obtuvieron progresiva y consistentemente menos alimento por unidad de tiempo, con el aumento en la cantidad de miembros en el grupo (de Castro & Brewer, 1992). Además, destaca que a pesar del incremento inicial -efecto de facilitación- (Cabrera, Durán & Nieto, 2006a; 2006b; Harlow, 1932; Herman, 2015; Heyes, 1994, 1996; Zentall, 1996), a partir de dos integrantes, conforme la cantidad de individuos fue incrementada se redujo la tasa de consumo por individuo -efecto de interferencia- (Bell & Baum, 2002; Beauchamp & Giraldeau, 1997).

En otros términos, al comparar cada Fase respecto a la Fase inicial (línea base), se apreció un incremento de 3, 2 y 1 semillas por minuto para las Fases 2, 3 y 4; dicho incremento puede

ser atribuido a un efecto de facilitación social (Harlow, 1932; Herman, 2015; Heyes, 1994, 1996; Zentall, 1996). En tanto en la Fase 5, los sujetos exhibieron una tasa semejante a la inicial (en ausencia de competencia). En las siguientes Fases, con grupos de 6 a 8 miembros, la tasa de consumo disminuyó progresivamente 1, 2 y 3 semillas por minuto, respectivamente para las Fases 6, 7 y 8. Dicho efecto pudo deberse a que el diámetro de las parcelas, restringió la cantidad de sujetos que podían consumir alimento de manera simultánea, propiciando una dinámica de entradas y salidas al depósito (alimentación por turnos). De esa manera, el incremento del tamaño del grupo propició un aumento de la intensidad competitiva (Bell & Baum, 2002; Beauchamp & Giraldeau, 1997) que moduló de forma lineal el efecto de facilitación social reportado con dos individuos (Harlow, 1932; Herman, 2015; Heyes, 1994; 1996; Zentall, 1996), reduciendo la tasa de consumo para las últimas tres Fases a valores inferiores a los observados en la condición individual.

Por otra parte, debido a que el diseño contempló un incremento progresivo de la cantidad de sujetos participando en la situación (progresión ascendente del tamaño de los grupos), es posible atribuir una tasa de consumo más lenta en la primera Fase, a la situación novedosa para los sujetos, propiciando reacciones emocionales (Tolman, 1965; Toshiaki, 1974) y no al efecto de la competencia propiamente. De modo que, es probable que para identificar un efecto más limpio del tamaño del grupo, se debería incluir al menos un grupo con exposición descendente. Sin embargo, dado que los sujetos de este experimento habían sido familiarizados al aparato previamente (debido a que tenían experiencia en situaciones de forrajeo colectivo bajo agrupamiento libre) es probable que, de existir un efecto del orden de presentación de las Fases sobre los datos obtenidos en el presente estudio, este sea marginal.

En resumen, el reporte realizado por de Castro y Brewer (1992) es coincidente con los datos de este estudio, en tanto que, si bien algunas medidas como el diferencial de peso y el tiempo de consumo pueden describirse mejor a partir de una función de poder, otras, como la tasa de consumo, se describen mejor a partir de una función lineal.

Sin embargo, la interpretación ofrecida en este trabajo es diferente a la ofrecida por otros estudios de fenómenos colectivos. Aquí las similitudes reportadas entre diferentes medidas habitualmente contempladas en fenómenos colectivos y algunos fenómenos de la psicofísica, se atribuyen a la naturaleza global de las medias utilizadas en los fenómenos colectivos. Es decir, es posible que en algunas medidas el efecto de la presencia de otros se agregue y reparta entre todos los miembros de un grupo, considerando el impacto del resto del grupo sobre el grupo completo (i.e., el diferencial de peso y tiempo de consumo). Es factible que efectos como los mencionados con anterioridad puedan interpretarse y explicarse de forma más parsimoniosa con base en las descripciones de acumulación de trabajo, también caracterizados por cambios progresivamente más lentos, más que con base en la psicofísica. La afirmación anterior, es plausible dado que en medidas en las que se analiza individualmente la influencia de otros, como la tasa de consumo, es posible apreciar un comportamiento diferente al descrito por la psicofísica, al menos, en el rango de los grupos considerados en este trabajo. Retomando el análisis de tendencias en las tres medidas consideradas para este experimento, cuando se ajustaron funciones de poder se apreciaron tres exponentes diferentes (-0.885, -0.729 y -0.271). Dado lo anterior, es necesario analizar las similitudes y diferencias de las medidas utilizadas, así como su naturaleza, en cada estudio y/o fenómeno, ya que incluso dentro de un mismo estudio diferentes indicadores se describen a través de diferentes exponentes o, incluso, tendencias.

Además, este trabajo, en conjunto con otros, apunta a validar el uso de ratas para estudiar experimentalmente el comportamiento bajo condiciones colectivas (Alfaro & Cabrea, 2015; 2017; de Carvalho et al., 2018; Tan & Hackenberg, 2012; 2016; Tan et al., 2014) con la finalidad de establecer si existe correspondencia con el comportamiento observado en otras especies (Dolivo & Taborsky, 2015; Schweinfurth & Taborsky, 2018; Zentall, 2016). Por último, este trabajo no pretende descalificar por completo

la relación entre la cantidad de participantes y las variables dependientes utilizadas en trabajos colectivos, realizar dicha afirmación implicaría un análisis minucioso de la operacionalización de las variables reportadas en todos los estudios de comportamiento colectivo referidos. Por el momento, este trabajo enfatiza la importancia de analizar la naturaleza de las medidas evaluadas en fenómenos colectivos para una brindar una interpretación más adecuada a cada variable que se mide.

Referencias

- Acuña, L., González-García, D. & Bruner, C. A. (2011). El efecto de la presencia de un número de personas sobre distintas situaciones sociales. *Revista Mexicana de Psicología*, 26, 223-232.
- Alfaro, L., & Cabrera, R. (2015). Forrajeo en ratas: Una evaluación del recorrido de los sujetos como un indicador de desgaste energético. *Conductual*, 3(2), 111-127.
- Alfaro, L. & Cabrera, R. (2017). Foraging social: breve análisis del modelo de Maximización de la Tasa. En: J. Nieto y R. Gamboa (Eds.), *Estudios Contemporáneos en Cognición Comparada* (pp. 375-402). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Allan, L. G. & Gibbon, J. (1991). Human bisection at the geometric mean. *Learning and Motivation*, 22, 39-58.
- Asch, S. E. (1951). Effects of group pressure on the modification and distortion of judgements. En H. Guetzkow (Ed.), *Groups, leadership and men* (pp. 177-190). Pittsburgh, PA: Carnegie Press.
- Bell, K. & Baum, W. (2002). Group foraging sensitivity to predictable and unpredictable changes in food distribution: past experience or present circumstances? *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 78, 179-194.
- Beauchamp, G., & Giraldeau, L. -A. (1997). Patch exploitation in a producer-scrouter system: Test of a hypothesis using flocks of spice finches (*Lonchurapunctulata*). *Behavioral Ecology*, 8, 54-59. doi: 10.1093/ beheco/8.1.54
- Cabrera, R., Durán, A. & Nieto, J. (2006a). Aprendizaje social de respuestas óptimas y estrategias parásito en parvadas de palomas. *Psicothema*, 18, 724-729.
- Cabrera, R., Durán, A. & Nieto, J. (2006b). Aprendizaje social y estrategias de forrajeo en parvadas de palomas: Efectos de la cantidad de alimento. *Revista Mexicana de Psicología*, 23, 111-121.
- Coolen, I. (2002). Increasing foraging group size increases scrounger use and reduces searching efficiency in nutmeg mannikins (*Lonchurapunctulata*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 52, 232-238. doi: 10.1007/ s00265-002-0500-4
- de Carvalho, L. C., dos Santos, L., Regaço, A., Barbosa, T. B., da Silva, R. F., de Souza, D. D. G. & Sandaker, I. (2018). Cooperative responding in rats maintained by fixed and variable ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 110(1), 105-126.
- de Castro, J. M. (1990). Social facilitation of duration and size but not rate of the spontaneous meal intake of humans. *Physiology and Behavior*, 47, 1129-1135.

- de Castro, J. M. & Brewer, E. M. (1992). The amount eaten in meals by humans is a power function of the number of people present. *Physiology and Behavior*, 51,121-125.
- de Castro, J. M. & de Castro, E. S. (1989). Spontaneous meal patterns of humans: Influence of the presence of other people. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50, 237-247.
- Dolivo, V. & Taborsky, M. (2015). Norway rats reciprocate help according to the quality of help they received. *Biology Letters*, 11, 20140959.
- Gauvin, S. & Giraldeau, L.-A. (2004). Nutmeg mannikins (*Lonchurapunctulata*) reduce their feeding rates in response to simulated competition. *Oecologia*, 139, 150-156. doi:10.1007/s00442-003-1482-2
- Harlow, H. F. (1932). Social facilitation of feeding in the albino rat. *The pedagogical Seminary and Journal of Genetic Psychology*, 41(1), 211-221.
- Herman, C. P. (2015). The social facilitation of eating. A review. *Appetite*, 86, 61-73.
- Heyes, C. M. (1994). Social learning in animals: categories and mechanisms. *Biological Reviews*, 69(2), 207-231.
- Heyes, C. M. (1996). Genuine imitation? En: C.M. Heyes & B.G. Galef Jr. (Eds.), *Social learning in animals: The roots of culture* (pp. 371-389). San Diego: Academic Press.
- Latané, B., Williams, K. & Harkins, S. (1979). Many hands make light the work: The causes and consequences of social loafing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 822-832.
- Latané, B. (1981). The psychology of social impact. *American Psychologist*, 36, 343-356.
- Miller, R., Schiestl, M., Whiten, A., Schwab, C. & Bugnyar, T. (2014). Tolerance and Social Facilitation in the Foraging Behaviour of Free-Ranging Crows (*Corvuscoronecorone*; *C. c. cornix*). *Ethology*, 120, 1248-1255. doi: 10.1111/eth.12298.
- Reyes-Huerta, H. E. & Valerio-dos Santos, C. (2016). The absence of numbers to express the amount may affect delay discounting with humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 106, 117-133. doi: 10.1002/ jwab.218
- Rieucou, G. & Giraldeau, L. A. (2009). Group size effect caused by food competition in nutmeg mannikins (*Lonchura punctulata*). *Behavioral Ecology*, 20, 421-425. doi: 10.1093/beheco/arn144
- Schweinfurth, M. K. & Taborsky, M. (2018). Reciprocal Trading of Different Commodities in Norway Rats. *Current Biology*, 28, 1-6.

- Stevens, S.S. (1962). The surprising simplicity of sensory metrics. *American Psychologist*, 17, 29-39.
- Tan, L., & Hackenberg, T. D. (2012). Social foraging in rats: group and individual choice in dynamic environments. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 38(2), 87-105.
- Tan, L., & Hackenberg, T. D. (2016). Functional analysis of mutual behavior in laboratory rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Comparative Psychology*, 130(1), 13-23.
- Tan, L., Sosa, F., Talbot, E., Berg, D., Eversz, D. & Hackenberg, T. D. (2014). Effects of predictability and competition on group and individual choice in a free ranging foraging environment. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 101(2), 288-302.
- Tolman, W. (1965). Emotional behavior and social facilitation of feeding in domestic chicks. *Animal Behaviour*, 13, 493-496.
- Toshiaki, T. (1974). Social facilitation of eating behavior in a novel situation by albino rats. *Japanese Psychological Research*, 16 (4), 157-161.
- Wolf, S. & Bugaj, A. M. (1990). The social impact of courtroom witnesses. *Social Behavior*, 5, 1-13.
- Zajonc, R. B. (1965). Social facilitation. *Science*, 149, 269-274.
- Zentall, T.R. (1996). An analysis of imitative learning in animals. En: C. M. Heyes & B. G. Galef Jr. (Eds.), *Social learning in animals: The roots of culture*, (pp. 221- 243). San Diego: Academic Press.
- Zentall, T. R. (2016). Reciprocal altruism in rats: Why does it occur? *Learning & behavior*, 44(1), 7-8.

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

Jairo A. Rozo
Andrés M. Pérez-Acosta
José Luis Posada
Guillermo Ruiz-Narváez
Leidy Tatiana Bustos-Marín
Jaime Enrique Gaitán-Torres

Jairo A. Rozo**
Andrés M. Pérez-Acosta***
José Luis Posada****
Guillermo Ruiz-Narváez*****
Leidy Tatiana Bustos-Marín*****
Jaime Enrique Gaitán-Torres*****

* 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.
** Fundación Universitaria Los Libertadores. Correspondencia: jaro-zoc@libertadores.edu.co
*** Universidad del Rosario. Correspondencia: andres.perez@urosario.edu.co
**** Fundación Universitaria Los Libertadores. Correspondencia: jposadaa@libertadores.edu.co
***** Fundación Universitaria Los Libertadores. Correspondencia: gar-mv2010@gmail.com
***** Fundación Universitaria Los Libertadores. Correspondencia: lbtustosm@libertadores.edu.co
***** Fundación Universitaria Los Libertadores. Correspondencia: jegaitant@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., Ruiz-Narváez, G., Bustos-Marín, L., & Gaitán-Torres, J. (2018). Discriminación condicional de orientación espacial en la propia conducta de ratas Wistar adultas y jóvenes. *Tesis Psicológica*, 13(2), 72-87. <https://doi.org/10.37511/tesis.v13n2a5>

Recibido: 27 septiembre 2018

Revisado: 27 septiembre 2018

Aprobado: 12 noviembre 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 hipocámpal 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

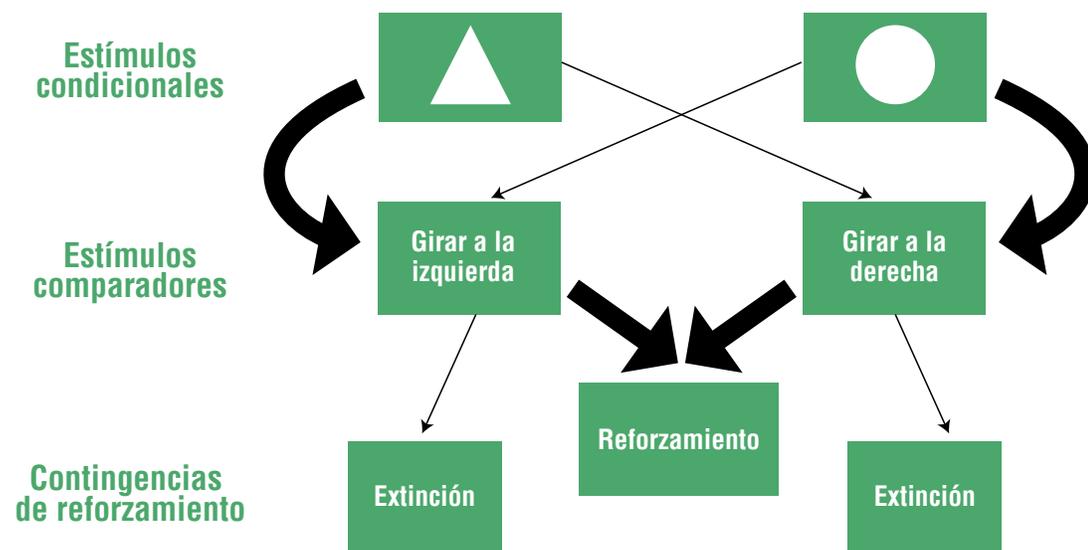
El trabajo inició con el grupo piloto. La primera fase de habituación consistió en el reconocimiento del laberinto por parte de los animales; ésta tuvo una duración de 5 días (12 al 16 de junio de 2017) con sesiones de 5 minutos para cada biomodelo; en el moldeamiento, se registraron 11 conductas (resistencia 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;

este 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.

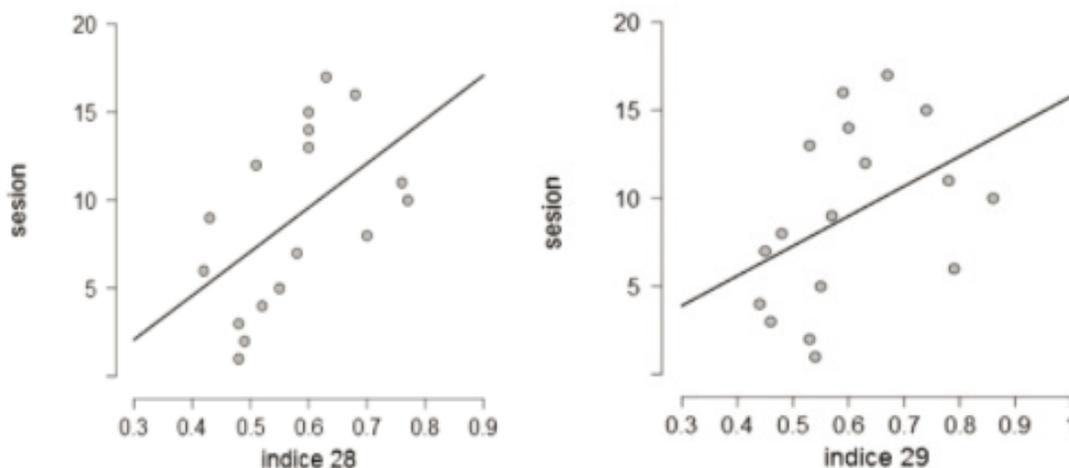
Los procedimientos efectuados en la presente investigación también siguen las recomendaciones de cuidado y uso de animales de laboratorio efectuadas por la Red Colombiana de CICUALES (Red Colombiana de Comités Institucionales de Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio, 2011), y la Asociación Colombiana 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.

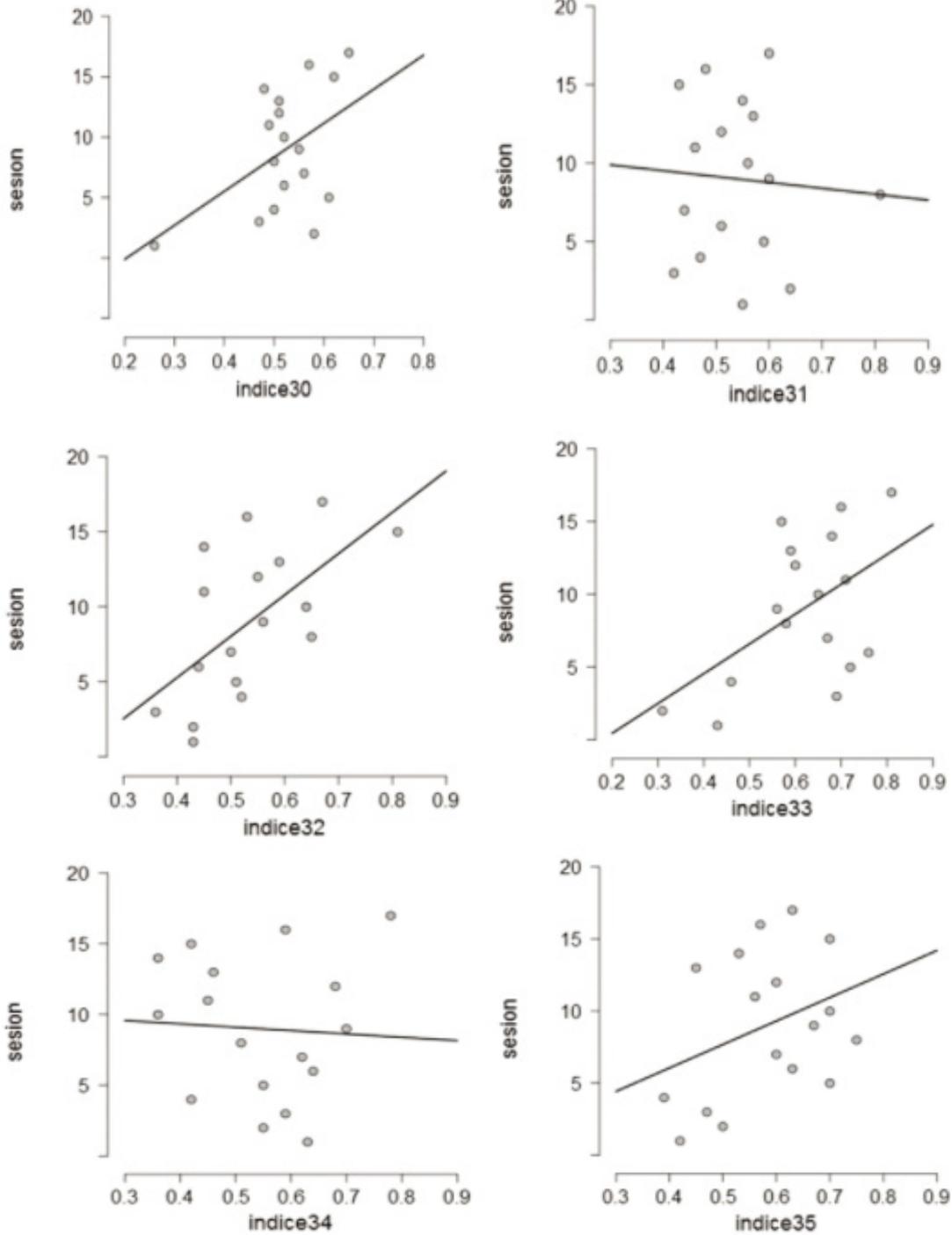
Resultados

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)

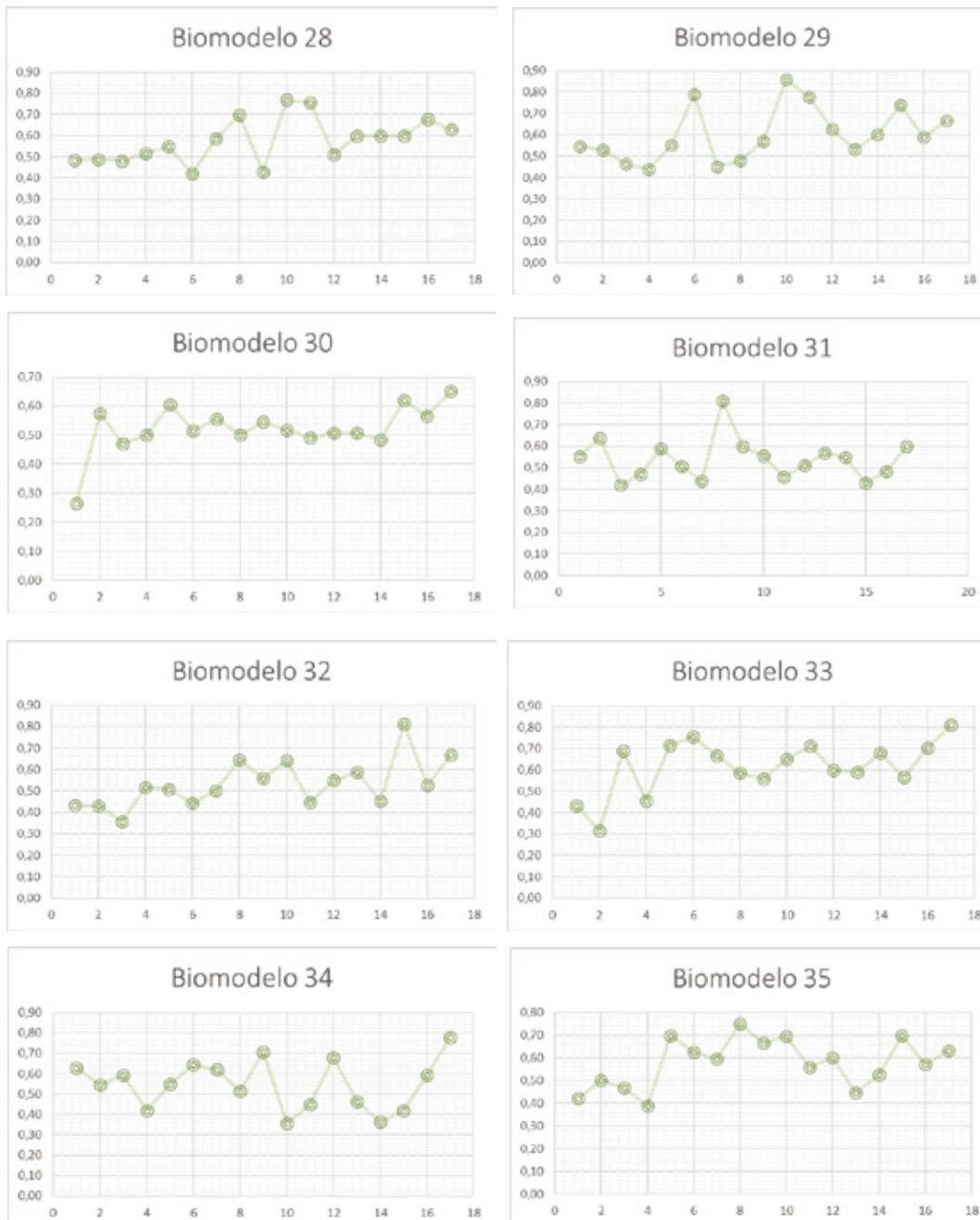




Fuente: Autores

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

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



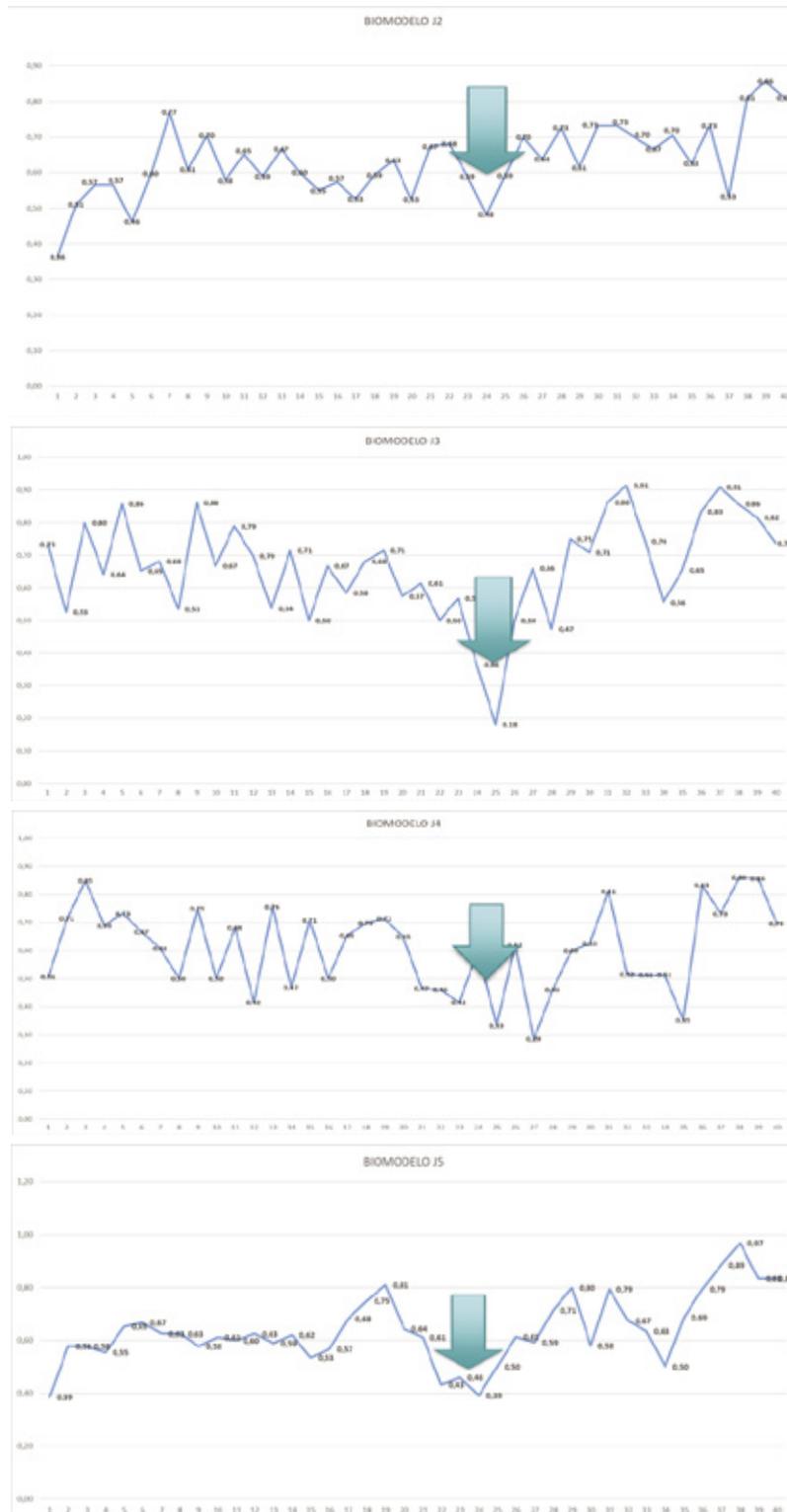
Fuente: Autores

Fase experimental (jóvenes)

Los resultados del índice de discriminación para cada uno de los cuatro sujetos jóvenes se

muestran en la Figura 6. La flecha indica la incidencia de ruido (variable extraña) por una obra en el edificio contiguo al laboratorio.

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

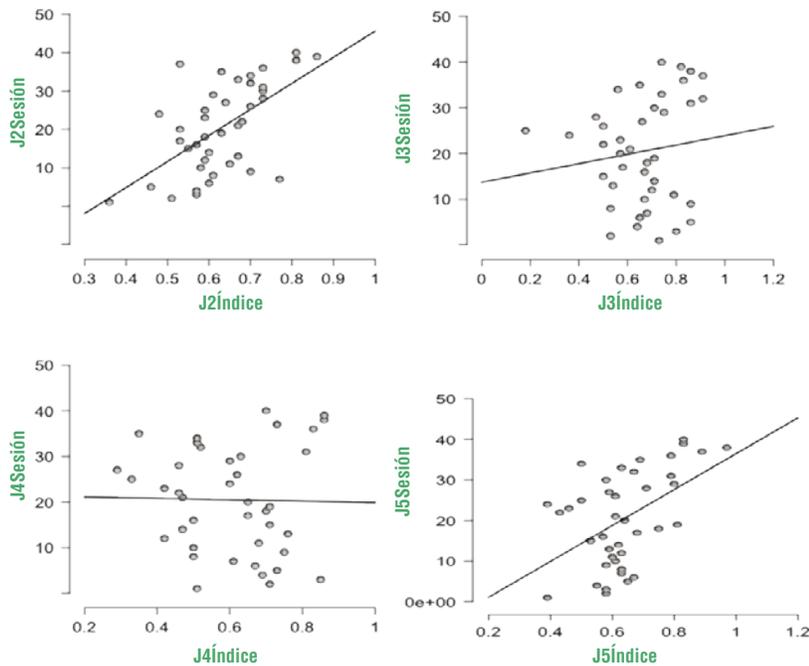


Fuente: Autores

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: 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://fondos-digitales.us.es/thesis/thesis_vie w?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., & Rozo, 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 CI-
CUALES 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*. Re-
cuperado el 6 de mayo de 2019 de: [http://colpsic.
org.co/aym_image/files/LEY_1090_DE_2006.pdf](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 Psicolo-
gía 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](https://doi.org/10.1037/h0061626)

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

*The role of previous visual experience in the acquisition of object permanence skills in bottlenose dolphins: a pilot study**

Ana Pérez-Manrique**
Antoni Gomila***

* Esta investigación ha recibido el apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad de España a través de los proyectos FF12013-44007-P y FF12017-86351-R. Ana Pérez-Manrique recibió el apoyo de una beca de doctorado FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (AP2012-3501).

** University of the Balearic Islands, España. Correspondencia: ana.perez@uib.cat | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9211-0466>

*** University of the Balearic Islands, España. Correspondencia: antonitoni.gomila@uib.cat | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7325-961X>.

*El papel de la experiencia visual previa en la adquisición de habilidades de permanencia de objetos en delfines mulares: un estudio piloto**

Cómo citar este artículo: Pérez-Manrique, A., & Gomila, A. (2018). El papel de la experiencia visual previa en la adquisición de habilidades de permanencia de objetos en delfines mulares: un estudio piloto. *Tesis Psicológica*, 13(2), 88-101. <https://doi.org/10.37511/tesis.v13n2a6>

Recibido: 9 de abril de 2018
Revisado: 9 de abril de 2018
Aprobado: 10 de diciembre de 2018

ABSTRACT

Object permanence, the ability to represent hidden objects, has not been extensively assessed in cetaceans, and the available evidence is contradictory. Although bottle nose dolphins (*Tursiops truncatus*) are thought to be endowed with cognitive capacities required to pass complex object permanence tests, they have failed a series of tasks involving invisible displacements, which raises the question of whether they master object permanence. Lack of understanding of containment or lack of experience tracking objects hidden from both sight and echolocation may explain such unexpected results. The goal of the current pilot study was to test these two hypotheses in a series of visible and invisible displacement tasks with bottle nose dolphins. Our results suggest that dolphins are indeed able to succeed in complex object permanence tasks but only if they have previous visual experience with the movements of objects inside other objects, these outcomes point to an important role of visual experience in the development of object permanence skills.

Keywords: object permanence development, bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), invisible displacements, transpositions

RESUMEN

La permanencia de los objetos o capacidad de representar objetos ocultos, no ha sido evaluada ampliamente en cetáceos, y la evidencia disponible es contradictoria. Aunque se piensa que los delfines de nariz de botella (*Tursiops truncatus*) están dotados de las capacidades cognitivas requeridas para pasar pruebas de permanencia de objetos complejos; fallan en una serie de tareas que involucran desplazamientos invisibles, lo que conduce a plantear la cuestión sobre el dominio o no, de la permanencia del objeto. El objetivo del actual estudio piloto fue probar dos hipótesis: si se trata de la falta de comprensión de la contención, o la falta de experiencia en el seguimiento de objetos ocultos tanto a la vista como en ecolocación. Para tal fin se desarrollan una serie de tareas de desplazamientos visibles e invisibles con delfines mulares. Los resultados sugieren que los delfines son capaces de tener éxito en tareas complejas de permanencia de objetos, pero solo si tienen experiencia visual previa con los movimientos de objetos dentro de otros objetos, por tanto, se concluye que la experiencia visual juega un papel importante en el desarrollo de habilidades de permanencia de objetos en delfines mulares.

Palabras clave: permanencia del objeto, delfines mulares (*Tursiops truncatus*), desplazamientos invisibles, transposiciones.

Introducción

La permanencia de los objetos, la comprensión de que los objetos continúan existiendo incluso cuando están fuera de la vista, se considera un elemento fundamental de la cognición espacial (Piaget, 1953). Piaget (1953) evaluó esta capacidad en niños utilizando tareas de desplazamiento visible e invisible. En el primero, un objeto suele estar oculto en uno de varios contenedores a la vista del niño. En las tareas de desplazamiento invisible, el objeto objetivo se coloca dentro de un contenedor que, a su vez, se coloca dentro de otro recipiente. El objeto se transfiere de forma invisible del primer recipiente al segundo, y el primero -ahora vacío- se le muestra al niño. Piaget (1953) concluyó que el desarrollo de la permanencia del objeto pasa por seis etapas. Es en la Etapa 6 cuando los niños (alrededor de los 18 meses de edad) son capaces de resolver estas complejas tareas de desplazamiento invisible, entendiendo, así, que el objeto colocado dentro de un contenedor se mueve con el contenedor.

Se requieren varias habilidades cognitivas para realizar tareas de permanencia de objetos (Cacchione & Rakoczy, 2017). Tener éxito en las pruebas de desplazamiento visible requiere no solo una comprensión básica de los objetos que existen continuamente, sino también lidiar con varias demandas ejecutivas (rastrear visualmente los movimientos de los objetos, planificar el comportamiento, la memoria y las capacidades inhibitorias) (Cacchione y Rakoczy, 2017).

Los paradigmas que involucran desplazamientos invisibles son más complicados. Estas tareas requieren no solo comprender que un objeto oculto todavía existe y se mueve con el contenedor en movimiento, sino también rastrear visualmente sus movimientos en presencia de varios distractores (Barth & Call, 2006). Esto implica que las representaciones espaciales y

las posiciones del objeto oculto deben actualizarse constantemente (Barth & Call, 2006). Dominar las tareas de desplazamiento invisible implica un conglomerado de (1) demandas ejecutivas (capacidades avanzadas de inhibición y memoria); (2) demandas de razonamiento (habilidades avanzadas de razonamiento espacial, razonamiento lógico o representación de coordenadas), y (3) sensibilidad a los factores del contexto (disposición de contenedores y objetos, número de ensayos ...) (Cacchione & Rakoczy, 2017). Los niños realizan tareas de desplazamiento invisible alrededor de los 18-24 meses de edad (Piaget, 1955). Es en esta edad cuando también adquieren otras habilidades cognitivas relacionadas con la capacidad de coordinar múltiples representaciones de la realidad (lenguaje, resolución de problemas instrumentales o autorreconocimiento) (Cacchione & Rakoczy, 2017; Perner, 1991). Uno de los paradigmas experimentales utilizados para evaluar las capacidades de rastreo de desplazamiento invisible es la tarea de transposición. En esta tarea, el objeto se coloca visiblemente dentro de uno de varios contenedores, y luego el contenedor se mueve a otra ubicación. En la versión más exigente de esta tarea, el contenedor en el que se oculta el objeto cambia de ubicación con otro contenedor (Barth & Call, 2006). Las transposiciones espaciales generalmente implican que múltiples elementos se mueven al mismo tiempo, eliminando así cualquier sesgo potencial hacia contenedores particulares que se movieron (Beran y Minahan, 2000).

La permanencia del objeto también ha sido un tema de interés en la cognición animal. Se han realizado muchos estudios de desplazamientos visibles e invisibles en animales no humanos. Aunque estos estudios han demostrado que algunas especies animales (por ejemplo, primates, perros, córvidos, loros) podrían tener éxito en las pruebas de desplazamiento invisible, muchos de estos hallazgos son controvertidos

(revisado por Jaakkola, 2014). La mayoría de las críticas se centran en cuestiones metodológicas como el número de ensayos, la formación, la falta de protocolos de cegamiento o condiciones de control, el número y disposición de los contenedores (Cacchione & Rakoczy, 2017; Jaakkola, 2014). Debido a estas diferencias de procedimiento entre tareas, los resultados en diferentes especies no suelen ser directamente comparables (Cacchione y Rakoczy, 2017). En general, existe un consenso de que los grandes simios y los loros son capaces de realizar de manera confiable tareas de desplazamiento invisible (por ejemplo, Pepperberg et al., 1997; Barth & Call, 2006; Collier-Baker et al., 2006; Auersperg et al., 2014). Por ejemplo, mientras que los niños de dos años encontraron tareas de transposición más difíciles que la tarea de desplazamiento invisible de etapa 6 de Piaget, los grandes simios se desempeñaron igualmente bien en ambos paradigmas rastreando y encontrando el alimento oculto (Barth & Call, 2006; Beran & Minahan, 2000); Josep Call, 2003). A su vez, las cacatúas Goffin (*Cacatua goffini*) encontraron que las tareas de transposición eran más fáciles que las tareas de la etapa 6 (Auersperg et al., 2014).

La permanencia de los objetos no se ha evaluado ampliamente en los cetáceos y los pocos estudios existentes han proporcionado datos contradictorios. Por un lado, los delfines mulares (*T. truncatus*) tuvieron éxito en tareas de desplazamientos visibles pero fallaron en una serie de pruebas de desplazamientos invisibles (por ejemplo, tareas de transposición) en las que los delfines eran recompensados si encontraban un objeto escondido en uno de los tres cubos opacos (Jaakkola, Guarino, Rodríguez, Erb y Trone, 2010). Además, otro estudio en el que el pescado estaba escondido en contenedores flotantes tampoco logró encontrar una comprensión compleja de la permanencia de los objetos en los delfines mulares y las ballenas

beluga (*Delphinapterus leucas*) (Mitchel & Hoba, 2010). El fracaso de los delfines en las pruebas de desplazamiento invisible fue desconcertante debido a su éxito anterior en tareas que se suponía que requerían capacidades cognitivas involucradas en la permanencia del objeto (Mercado y DeLong 2010; Marino et al. 2007). Por otro lado, los delfines mulares siguieron los movimientos invisibles de un disco en una pantalla visual que involucraba la oclusión del objeto en lugar de la contención, lo que sugiere que podrían tener éxito en tareas de desplazamiento invisible (Johnson et al. 2015). En este estudio, los autores utilizaron un protocolo de mirada anticipatoria y grabaron en video los movimientos de la cabeza de los delfines para evaluar si los delfines anticipan los movimientos de un disco que pasa detrás de los oclusores. Es decir, los delfines tuvieron éxito en tareas de desplazamiento invisible que implicaban la oclusión del objeto objetivo, pero no pasaron las pruebas en las que el objeto objetivo estaba oculto dentro de un recipiente opaco; Estas pruebas contradictorias plantean la cuestión de si los delfines dominan realmente la permanencia de los objetos.

Jaakkola et al. (2010) propuso dos hipótesis principales para explicar la falla general de los delfines en tareas de desplazamiento invisible que involucran contención:

(1) Falta de comprensión de la contención. Los bebés parecen aprender por separado cómo operan la oclusión y la contención (Hespos & Baillargeon, 2001, 2006) y, de la misma manera, la falta de comprensión de la contención podría explicar el fracaso de los delfines en tareas que involucran contención y su éxito en tareas que implican oclusión.

(2) Falta de experiencia rastreando objetos ocultos tanto a la vista como a la ecolocalización. Los delfines viven en ambientes acuáticos en los

que los objetos a menudo se mueven de manera diferente que fuera del agua. Dado este entorno acuático y su dependencia de la ecolocalización, es probable que los delfines carezcan de experiencia visual previa con los movimientos invisibles de objetos ocultos dentro de otros objetos. Además, debido a las diferentes propiedades físicas del aire y los ambientes acuáticos, la experiencia temprana de los delfines con objetos en movimiento bajo el agua no podría aplicarse a lo que observan fuera del agua. Por ejemplo, los delfines podrían estar sesgados para inferir el que las cosas se hundirá o flotará (Johnson et al 2015.; Mitchell y Hoban, 2010). Por lo tanto, es posible que no hayan adquirido la experiencia empírica necesaria para desarrollar la capacidad de rastrear los desplazamientos invisibles de objetos dentro de otros objetos.

Los orígenes del desarrollo del conocimiento del objeto, incluida la permanencia del objeto, han sido un tema muy debatido. En general, podemos distinguir tres visiones principales (Bremner, Slater y Johnson, 2015; Johnson, Amso y Slemmer, 2003). 1) El primero se basa en la explicación constructorista de Piaget, según la cual los bebés desarrollan la permanencia del objeto a través de la exploración manual activa de los objetos (Piaget, 1953, 1955). Así, la aparición de representaciones de objetos está vinculada al desarrollo motor de los niños. 2) La evidencia posterior desafió este relato piagetiano al mostrar que muchos bebés más pequeños pueden tener una comprensión de algunos elementos del concepto de objeto mucho antes de que puedan mover y manipular objetos (Baillargeon y Renée, 1987; Baillargeon, Spelke y Wasserman, 1985; Hespos y Baillargeon, 2001). Esta evidencia proviene de estudios que utilizan métodos como la mirada anticipatoria o la violación de la expectativa, que no se basan en la búsqueda activa de objetos y que intentan inferir lo que el individuo comprende sobre la

base de sus expectativas. El éxito de los bebés de cuatro meses en estos paradigmas ha llevado a postulados de conocimiento innato del objeto (Spelke, Breinlinger, Macomber y Jacobson, 1992). 3) Una visión alternativa postula que las teorías basadas en el conocimiento innato pueden descuidar las contribuciones potenciales del aprendizaje y la experiencia visual previa para guiar la adquisición del conocimiento de objetos (Johnson et al., 2003). Este relato sugiere que los conceptos de objeto inicial se aprenden de la experiencia en las primeras etapas de la vida posnatal (Johnson et al., 2003). De hecho, dos experimentos diferentes con bebés y polluelos (*Gallus gallus domesticus*) destacaron el papel crucial de esta experiencia temprana para el desarrollo de las habilidades de permanencia de objetos (Johnson, Amso y Slemmer 2003 ; Prasad 2015). Los bebés de cuatro meses que recibieron un período inicial de experiencia viendo una trayectoria no ocluida pudieron anticipar mejor las visualizaciones de la trayectoria ocluida que los bebés que no recibieron esta experiencia (Johnson et al., 2003). A su vez, Prasad (2015) compararon las habilidades de permanencia de objetos de los polluelos recién nacidos criados en mundos naturales y los polluelos criados en mundos visuales imposibles (mundos en los que los objetos exhiben un comportamiento que no es consistente con las leyes de la física). Los resultados de este estudio mostraron que los polluelos criados en mundos visuales imposibles no desarrollaron habilidades de permanencia de objetos, lo que sugiere que algunos tipos de entradas visuales son necesarios para el surgimiento de esta habilidad. Además, Gagnon y Doré (1992) demostraron que los perros (*Canis familiaris*) tenían más éxito en las pruebas de desplazamientos invisibles si eran probados antes en las de desplazamiento visible. Este resultado sugiere que la experiencia previa con tareas de permanencia de objetos puede influir en el desempeño en tareas de desplazamiento invisible.

Por las razones antes mencionadas, los delfines son un modelo ideal para evaluar el rol de la experiencia visual previa en la adquisición de habilidades de permanencia de objetos. En este estudio piloto, nuestro objetivo fue probar las dos hipótesis principales propuestas por Jaakkola et al. (2010). Por lo tanto, nuestro primer objetivo fue probar la capacidad espontánea del delfín mular para rastrear desplazamientos simples visibles e invisibles, dándoles algo de experiencia con la "contención" antes de la prueba. Si los delfines no lograban realizar de manera espontánea tareas simples de desplazamiento visible o invisible, el segundo objetivo del estudio era evaluar el papel de la experiencia visual previa en la adquisición de las habilidades de permanencia de objetos por parte de los delfines. Para ello, el delfín recibió experiencia visual con un objeto que se movía visiblemente dentro de un contenedor antes de volver a ser probado en una tarea de desplazamiento invisible. Con este procedimiento, nos propusimos ver si la experiencia visual previa influye en el desempeño de los delfines en este tipo de tareas.

Material y métodos

Sujetos y aparatos

En este estudio participaron dos delfines mulares del Atlántico hembra alojados en Marineland Mallorca. Los delfines vivían en una piscina al aire libre unida a una piscina médica, con un volumen total de 1846,75 m³ de agua. La edad de los sujetos del estudio fue de 8 años (Stella) y 13 años (Blava). Ambos delfines nacieron en cautiverio y compartieron la piscina con un macho juvenil. Al final del estudio, también compartieron la piscina con dos hembras adultas y una cría. El experimento se realizó durante la primera sesión de entrenamiento del día anterior a la apertura del parque al público. Los delfines fueron alimentados de acuerdo con su rutina diaria normal, que incluía una variedad de

pescado (capelán, caballa y arenque) y gelatina, seis veces al día. Esta rutina diaria se estructuró a través de varias sesiones de entrenamiento. En su tiempo libre, a los delfines generalmente se les ofrecían artículos de enriquecimiento (por ejemplo, juguetes flotantes). Los delfines nunca fueron privados de comida de ninguna manera.

Se utilizaron dos cajas idénticas de plástico gris opaco (27,6 x 22 x 17 cm) como dispositivos de ocultación. Durante las pruebas, las cajas se colocaron a unos 23,5 cm de distancia sobre una plataforma deslizante de madera (123 x 34 x 9 cm) ubicada en el borde de la piscina. Una rana de goma (17 x 12,5 x 9,5 cm) sirvió como objetivo y se utilizaron peces como recompensa. Todas las sesiones fueron grabadas en video usando una cámara impermeable SJCAM SJ4000.

Declaración de Ética

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la UIB y Marineland Mallorca. Esta investigación se realizó de acuerdo con los estándares de la Asociación Europea de Zoológicos y Acuarios (EAZA). Todos los sujetos evaluados en este estudio fueron alojados en Marineland Mallorca de acuerdo con la Directiva 1999/22 / EC sobre el mantenimiento de animales en zoológicos. Los sujetos participaron en los experimentos de forma voluntaria.

Procedimiento

Usamos un protocolo simple similar al usado por Call (2003) con los grandes simios, pero, en este estudio piloto, los delfines fueron recompensados por encontrar un objeto objetivo (rana de goma). Este protocolo incluye diferentes tareas de transposición espacial con solo dos contenedores. El experimentador se sentó detrás de la plataforma deslizante frente al delfín, que permaneció en el borde de la piscina frente a la plataforma (ver Fig. 1). Durante la prueba,

el experimentador usó gafas de sol para evitar dar señales con la mirada. Al comienzo de cada prueba, la plataforma estaba en una posición deslizada hacia atrás. Cada ensayo comenzó cuando el experimentador mostró el objeto al delfín y lo colocó en la plataforma

(dentro o fuera de las cajas, según la condición experimental). Luego, el experimentador empujó la plataforma hacia el sujeto permitiéndole hacer una elección. El delfín tomó su decisión tocando una caja o el objeto con su tribuna (ver Fig. 1).

Fig. 1. Fotografías que muestran una sesión de prueba. (a) El objeto está ubicado dentro de la casilla de la derecha y el delfín espera para tomar una decisión; (b) el delfín toma una decisión correcta



Fuente: Autores

Si el sujeto elegía la ubicación correcta (aquella en la que estaba el objeto), recibía refuerzos positivos de peces e interacción social. Si el delfín eligió la ubicación incorrecta, el experimentador recuperó el objeto y se lo mostró al delfín. Si durante una prueba el sujeto no respondió, se alejó nadando o eligió un lugar antes de que el experimentador deslizará la plataforma, la prueba se repetía. Si el sujeto realizaba alguno de estos comportamientos más de una vez para la misma prueba, la prueba se codificó como incorrecta. Durante las sesiones experimentales, los entrenadores mantuvieron ocupados a otros delfines presentes en la piscina. Si uno de esos delfines se acercaba al sujeto experimental, la prueba se cancelaba y se reanudaba cuando el delfín había regresado con su entrenador.

El estudio consta de tres fases:

1. Entrenamiento. Esta fase tenía tres objetivos: (1) familiarizar al delfín con el aparato: durante la primera sesión de entrenamiento, el objeto y las cajas se colocaron en la piscina para que los delfines tuvieran la oportunidad de inspeccionarlos con ecolocalización y tacto; (2) entrenar a los delfines para que elijan siempre la ubicación del objeto: la plataforma deslizable se dividió en tres áreas (izquierda, derecha, centro) en las que se podían colocar el objeto y las cajas (9 disposiciones diferentes); y (3) darles a los delfines algo de experiencia con la “contención”: durante el entrenamiento, las cajas siempre se colocaron de lado de modo que los lados abiertos estuvieran de cara al sujeto y el objeto aún

fuera visible dentro de ellas. Al final de la fase de entrenamiento, la composición del entrenamiento fue estandarizada y aleatorizada. Cada sesión de entrenamiento consistió en algunas pruebas de calentamiento en las que el objeto se colocó directamente en la plataforma (al menos una por ubicación) seguido de 9 pruebas de entrenamiento (una por disposición) que incluyeron el objeto y las dos cajas. El orden de los ensayos fue semialeatorio, con las limitaciones de que el objeto nunca se colocó más de dos ensayos consecutivos en un lugar en particular. La ubicación del objeto se equilibró a través de las pruebas. Para evitar que los delfines eligieran siempre el lugar en el que estaba la mano del experimentador la vez anterior, el experimentador movió el objeto de manera estandarizada. En la mitad de las pruebas, la mano derecha que sostenía el objeto se movió de izquierda a derecha y en la otra mitad, de derecha a izquierda. La mano del experimentador siempre pasaba por delante de las tres ubicaciones, independientemente de dónde se colocara el objeto.

2. Prueba. Esta fase consistió en varias tareas que se administraron en un orden específico. El delfín tenía que tener éxito en una tarea para pasar a la siguiente. La razón de este diseño experimental es que cada tarea evalúa un prerrequisito para la habilidad probada en la siguiente tarea. Por tanto, todos los sujetos se sometieron a las tareas en el mismo orden.

2.1. Tarea de desplazamiento visible: Esta tarea probó la capacidad espontánea de los delfines para rastrear la ubicación del objeto cuando se giraban ambas cajas, ocultando el objeto. Al comienzo de cada prueba, los extremos abiertos de las cajas miraban al delfín, por lo que el objeto aún era visible dentro de ellas. El experimentador colocó el objeto dentro de una caja y simultáneamente giró ambas cajas a la vista del delfín. Las pruebas se dividieron en dos sesiones. Antes de cada sesión de prueba, el delfín

recibió tres ensayos de calentamiento (objeto colocado directamente en la plataforma, uno por ubicación) y dos ensayos de entrenamiento (objeto aún visible dentro de la caja, una por caja). Si el delfín se perdía una de estas pruebas, la prueba se posponía para el día siguiente. Cada sesión consistió en dos pruebas de entrenamiento (una por caja) y ocho pruebas de desplazamiento visible. La ubicación del objeto se equilibró a través de las pruebas. El orden de los ensayos fue semialeatorio, con las limitaciones de que el objeto nunca se colocó más de dos ensayos consecutivos en un lugar en particular. En una sesión, la mano del experimentador se movió de derecha a izquierda y en la otra, de izquierda a derecha.

2.2. Tarea de transposición: Esta tarea probó la capacidad de los delfines para rastrear el desplazamiento invisible del objeto oculto cuando ambas cajas sustituyeron las ubicaciones iniciales de la otra, cruzando el camino de la otra. El procedimiento fue idéntico al de la tarea de desplazamiento visible pero, una vez que se giraron las cajas, el experimentador tomó ambas cajas (la caja derecha con la mano derecha y la caja izquierda con la mano izquierda) y cambió sus posiciones simultáneamente. Las pruebas se dividieron en dos sesiones. Antes de cada sesión de prueba, el delfín recibió tres pruebas de calentamiento (una por ubicación) y dos pruebas de desplazamiento visible (una por caja). Si el delfín se perdía una de estas pruebas, la prueba se posponía para el día siguiente. Cada sesión de prueba constaba de ocho ensayos de transposición. El orden de los ensayos fue semialeatorio,

2.3. Tarea de transposición visible: Si un delfín fallaba en la tarea de transposición, recibía varias sesiones de una tarea de transposición en las que el objeto aún era visible dentro de la caja. El objetivo de esta tarea era brindar a los delfines una experiencia visual con el movimiento de objetos dentro de otros objetos. Esta tarea

fue idéntica a la tarea de transposición, excepto que no se giraron ambas casillas. Al final de esta fase, el delfín recibió sesiones que consistieron en dos ensayos de entrenamiento, seis ensayos de desplazamiento visible y seis ensayos de transposición visible. La ubicación del objeto se equilibró a través de las pruebas. El orden de los ensayos fue semialeatorio, con las limitaciones de que el objeto nunca se colocó más de dos ensayos consecutivos en un lugar en particular.

2.4. Segunda tarea de transposición: los delfines se volvieron a probar en una sesión de la tarea de transposición. No transcurrieron más de 6 días entre la sesión en la que el delfín alcanzó el criterio en una tarea en particular y la primera sesión de prueba de la siguiente.

3. Pruebas de control. Si un delfín pasó la segunda tarea de transposición, recibió 5 pruebas de control. El objetivo de estas pruebas de control fue descartar estrategias de aprendizaje asociativo. Durante las tareas de transposición visible, los delfines podrían haber aprendido algunas de estas estrategias. Por ejemplo, seguir la mano que tocó la caja en la que se vio el objeto por última vez, o usar el movimiento cruzado de las manos del experimentador como una señal que indica que debe seleccionar la caja ubicada frente al área en la que se había visto el objeto. Última vez visto. Antes de cada sesión de prueba de control, los delfines recibieron dos pruebas de desplazamiento visible y dos pruebas de transposición visible.

Los delfines se probaron en las siguientes pruebas de control:

3.1. Arriba y abajo (1 prueba): el procedimiento fue idéntico a la tarea de transposición, excepto que, en lugar de cambiar la ubicación de las cajas, el experimentador se cruzó de brazos y movió las cajas hacia arriba y hacia abajo. Por lo tanto, las cajas permanecieron en la misma posición.

3.2. Doble transposición (1 prueba): La prueba de doble transposición implicó dos transposiciones consecutivas. Las cajas cambiaron de posición dos veces, por lo que el objeto terminó en el mismo lado en el que estaba ubicado inicialmente.

3.3. Transposiciones secuenciales (3 pruebas): En estas tres pruebas de control, el objeto oculto se desplazó utilizando nuevos movimientos secuenciales en lugar de movimientos simultáneos. El experimentador siempre usó su mano derecha para mover las cajas después de girarlas con ambas manos. En la transposición de 3 pasos, ambas cajas cambiaron de posición en tres desplazamientos secuenciales. La ubicación de las cajas al inicio de cada ensayo fue la misma que en las condiciones anteriores. En la transposición de 2 pasos, ambas cajas se movieron desde sus posiciones iniciales a nuevas ubicaciones en dos desplazamientos secuenciales. En este control, la ubicación de las cajas al inicio de los ensayos fue diferente a la de condiciones anteriores. Las cajas se cruzaron en el camino de las demás. En la transposición de 1 paso, uno de los cuadros se movió a una nueva ubicación. En este control, la ubicación de las cajas al inicio de cada ensayo fue diferente a la de las condiciones anteriores. La ubicación inicial y final del objeto cambió. La caja se cruzó en el camino del otro.

Puntuación y análisis de datos

Un delfín se codificó como haciendo una elección cuando su tribuna contactaba con una caja o el objeto. Todas las pruebas se grabaron en video y las elecciones de los delfines se calificaron revisando las grabaciones de video. La elección de los delfines fue inequívoca; por lo tanto, no se realizó una codificación de confiabilidad. Para evaluar el desempeño individual de los delfines, realizamos pruebas binomiales. Los análisis se realizaron utilizando R 3.4.1. software estadístico (R Core Team, 2017).

Resultados

Blava alcanzó el criterio de prueba después de recibir 305 pruebas de entrenamiento y Stella después de 240. Blava solo fue probada en la tarea de desplazamiento visible ya que fue trasladada al grupo de exhibición y nos vimos obligados a terminar sus pruebas. Sólo Stella se desempeñó por encima de la probabilidad de desplazamientos visibles (prueba binomial, $P < 0,05$). Stella no se desempeñó significativamente por encima del azar ni en la tarea de transposición ni en las dos primeras sesiones de la tarea de transposición visible (prueba binomial, $P > 0,05$). Se necesitaron unas cuatro sesiones para alcanzar el criterio en esta tarea (dos últimas sesiones, prueba binomial, $P < 0,001$). Después de recibir las sesiones de transposición visible, Stella el rendimiento en la segunda tarea de transposición estuvo por encima de los niveles de azar (prueba binomial, $P < 0,01$). La Tabla 1 presenta la proporción de respuestas correctas por tarea para cada delfín. Stella se desempeñó por encima del azar en la prueba de control hacia arriba y hacia abajo y en la prueba de doble transposición (prueba binomial, $P < 0,05$) pero no en ninguno de los controles que implican movimientos secuenciales (prueba binomial, $P > 0,05$).

Tabla 1. Proporción de elecciones correctas por tarea para cada individuo (el número total de intentos se indica entre paréntesis).

Task	Individuals	
	Stella	Blava
Visible displacement task (16)	0.75*	0.44
Transposition task (16)	0.50	-
Visible transposition task (first session) (16)	0.44	-
Second transposition task (8)	1*	-
Double transposition (8)	0.88*	-
Up-down (8)	0.88*	-
3-step transposition (8)	0.50	-

Task	Individuals	
	Stella	Blava
2-step transposition (8)	0.38	-
1-step transposition (8)	0.63	-

* $P < 0,05$
Fuente: Autores

Finalmente, examinamos las estrategias individuales de respuesta de los delfines. Solo identificamos dos estrategias: (1) responder correctamente y (2) seleccionar una ubicación preferida (izquierda o derecha). En la tarea de desplazamiento visible, Blava seleccionó 13 veces de 16 el cuadro de la izquierda (prueba binomial, $P < 0,01$). A su vez, Stella seleccionó significativamente la ubicación favorecida (derecha) en las dos primeras sesiones de la tarea de transposición visible (prueba binomial, $P < 0,01$) y en las tres pruebas de control que involucran movimientos secuenciales (transposición de 3 pasos: prueba binomial, $P < 0,01$; transposición de 2 pasos y 1 paso: prueba binomial, $P < 0,05$).

Discusión

Ambos delfines tuvieron dificultades con las pruebas de desplazamiento visible e invisible incluso cuando fueron probados en tareas que implicaban el desplazamiento de solo dos contenedores. Solo uno de los delfines, Stella, logró la tarea de desplazamiento visible sin entrenamiento previo. Nuestros hallazgos en esta tarea replicaron los de Jaakkola et al. (2010). En su estudio, solo tres de seis delfines tuvieron éxito en la tarea de desplazamiento visible único, y solo uno de seis delfines pasó la prueba de doble desplazamiento visible. Estos resultados sugieren que el aprendizaje previo y la experiencia con el procedimiento son necesarios para resolver tareas simples de permanencia de objetos. Por lo tanto, algunas de las tareas tradicionales de permanencia de objetos que parecen intuitivas y fáciles de resolver desde la perspectiva humana, pueden no ser tan simples como se pensaba anteriormente.

Aunque Stella no tuvo éxito espontáneamente en la primera tarea de transposición, después de recibir experiencia visual con transposiciones visibles, pasó esta prueba. Además, pasó dos pruebas de control, incluida una tarea de doble transposición más compleja. Estos resultados apoyan la hipótesis de que el aprendizaje y la experiencia visual previa son cruciales para el desarrollo de las habilidades de permanencia de objetos. Este efecto de la experiencia visual previa en la realización de tareas de permanencia de objetos también se informó en bebés y polluelos (Johnson et al., 2003; Prasad, 2015). Además de la integración de información visual y ecoica, los delfines pueden necesitar manipular un objeto para construir una representación global de ese objeto (Blois-Heulin, Crével, Böye y Lemasson, 2012). Por lo tanto, los delfines pueden tener dificultades para construir una representación mental espacial de objetos nunca manipulados (Blois-Heulin et al., 2012). En este estudio, se permitió a los delfines manipular tanto el objeto como los contenedores, procedimiento que también podría haber influido en el desempeño posterior del delfín en las tareas de transposición.

La mayoría de las críticas sobre los posibles éxitos de las especies animales en tareas de desplazamientos invisibles se centran en cuestiones metodológicas como la falta de controles para las señales sensoriales y asociativas o las señales sociales (Cacchione & Rakoczy, 2017; Jaakkola, 2014). En nuestro estudio, el experimentador usó gafas de sol para evitar dar señales de mirar al delfín. Además, debido al éxito diferencial de Stella en las tareas, parece poco probable que sus éxitos se basen en señales sociales o sensoriales inadvertidas. Otra posibilidad para el éxito de Stella en la segunda tarea de transposición es que, durante las sesiones de transposición visible, pudo haber aprendido algunas reglas asociativas simples como "siempre que el experimentador cruce sus manos, elija la ubicación

opuesta a donde el objeto fue visto por última vez" o "siga la mano que tocó por última vez la caja que contiene el objeto". Para descartar estas explicaciones de aprendizaje asociativo, probamos al delfín en cinco pruebas de control diferentes. Stella tuvo éxito en dos de estas pruebas de control: la tarea de arriba y abajo y la tarea de doble transposición. Si hubiera estado siguiendo la primera regla, no podría haber pasado ninguno de estos dos controles; y si siguió la segunda regla, no podría haber tenido éxito en el control hacia arriba y hacia abajo. Sin embargo, Stella no pasó ninguno de los controles que implican movimientos secuenciales. En estas pruebas, eligió la caja favorita en casi todos los ensayos. Aunque los resultados negativos siempre son difíciles de interpretar, tres hipótesis principales pueden explicar estos resultados:

(1) Mayor dificultad: Se ha propuesto que el éxito en las tareas de permanencia de objetos depende directamente del número de elementos que cambian de ubicación (Barth & Call, 2006). El cruce y la sustitución de contenedores también afectan el desempeño en tareas de desplazamiento invisible (Rooijackers, Kaminski y Call, 2009). Además, los desplazamientos múltiples parecen ser más desafiantes que los desplazamientos únicos en términos de seguimiento visual, memoria y capacidades de inhibición (Cacchione & Rakoczy, 2017). Por tanto, algunos de estos factores podrían haber añadido una dificultad adicional a las transposiciones secuenciales. Además, mientras que las cajas estaban siempre separadas unos 23,5 cm en el resto de las tareas, en algunos pasos de las tres transposiciones secuenciales, las cajas estaban separadas entre sí solo unos pocos centímetros. Esta disposición pudo haber provocado que el delfín no pudiera discriminar visualmente una caja de la otra, perdiendo la pista de los movimientos posteriores del objeto y optando por elegir siempre la caja preferida.

(2) Interferencia del entrenamiento previo: una hipótesis alternativa es que los delfines podrían ser capaces de rastrear desplazamientos invisibles, pero su entrenamiento previo en el parque acuático podría haber influido en su desempeño en todas las tareas. Los delfines entrenados asocian la señal de cada entrenador específico con una respuesta de comportamiento específica. Cualquier cambio en esta señal implica un cambio en la respuesta del delfín. Así, es posible que los delfines interpreten cualquier cambio significativo de los elementos o movimientos durante el procedimiento como un cambio de tarea y respondan de manera diferente cada vez que se agrega una nueva modificación al paradigma.

(3) Falta de capacidad para rastrear desplazamientos invisibles: Finalmente, podría ser posible que la falla del delfín en las tres nuevas tareas de transposición secuencial se deba a la falta de capacidad para rastrear desplazamientos invisibles. Si este fuera el caso, el delfín debería haber tenido éxito en la segunda tarea de transposición y en los otros dos controles siguiendo algunas estrategias de nivel inferior no detectadas aprendidas durante las sesiones de transposición visible.

En cualquier caso, la experiencia previa con los desplazamientos visibles del objeto dentro de la caja mejoró el desempeño del delfín en las posteriores tareas de transposición. Esta experiencia visual permitió al delfín tener éxito en una tarea de transposición espacial y una versión más difícil de esta prueba: la doble transposición. Las transposiciones espaciales requieren una comprensión de la naturaleza física de los objetos y contenedores y cómo se relacionan a través del movimiento cuando el contenedor se mueve sosteniendo el objeto (Beran y Minahan, 2000). Por tanto, es razonable que la experiencia visual previa con este tipo de estímulo visual sea necesaria para comprender la dinámica de los desplazamientos invisibles de los objetos y aplicar este conocimiento para resolver transposiciones

espaciales. Dado que el mismo objeto tiene dinámicas de movimiento totalmente diferentes dentro y fuera del agua, la experiencia visual previa puede ser crucial para que los animales que viven en ambientes acuáticos resuelvan transposiciones. Si es así, el fracaso previo de los delfines en tareas de desplazamiento invisible podría deberse a su falta de experiencia empírica con la dinámica de movimiento de los elementos utilizados en estas tareas. Además, los delfines fallan temprano en algunas tareas de desplazamiento visible (Jaakkola et al., 2010) también señala la necesidad de experiencia previa con los procedimientos de las tareas para tener éxito en dichas tareas.

El éxito del delfín en las pruebas de control que involucran movimientos sincrónicos y su falla en las secuenciales, especialmente en la transposición de 1 paso, es desconcertante. Desafortunadamente, con nuestros datos, no pudimos identificar claramente los factores críticos que influyen en el patrón de respuestas del delfín. Por lo tanto, es conveniente realizar más estudios que incluyan un mayor número de sujetos para confirmar el papel de la experiencia visual previa en el desarrollo de la capacidad de rastreo de desplazamiento invisible en delfines y otras especies; esto, en última instancia, puede arrojar luz sobre el debate de si la permanencia del objeto es una propiedad cableada del sistema visual o se aprende durante el desarrollo a través de la experiencia visual previa con objetos en movimiento.

Agradecimientos

Esta investigación ha recibido el apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad de España a través del proyecto FFI 2013-44007-P. Ana Pérez-Manrique recibió el apoyo de una beca de doctorado FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (AP2012-3501).

Referencias

- Auersperg, AMI, Szabo, B., von Bayern, AMP, & Bugnyar, T. (2014). Permanencia del objeto en la cacatúa Goffin (*Cacatua goffini*). *Revista de psicología comparada*, 128 (1), 88-98. <https://doi.org/10.1037/a0033272>
- Baillargeon, R., & Renée. (1987). Permanencia del objeto en lactantes de 3½ y 4½ meses. *Psicología del desarrollo*, 23 (5), 655-664. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.23.5.655>
- Baillargeon, R., Spelke, E. S., & Wasserman, S. (1985). Permanencia del objeto en lactantes de cinco meses. *Cognición*, 20 (3), 191-208. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(85\)90008-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90008-3)
- Barth, J., & Call, J. (2006). Seguimiento del desplazamiento de objetos: una serie de tareas con grandes simios (*Pan troglodytes*, *Pan paniscus*, *Gorilla gorilla* y *Pongo pygmaeus*) y niños pequeños (*Homo sapiens*). *Revista de Psicología Experimental. Procesos de comportamiento animal*, 32 (3), 239-252. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.32.3.239>
- Beran, M. J., & Minahan, M. F. (2000). Monitoreo de transposiciones espaciales por bonobos (*Pan paniscus*) y chimpancés (*P. troglodytes*). *Revista Internacional de Psicología Comparada*, 13, 1.
- Blois-Heulin, C., Crével, M., Böye, M., & Lemasson, A. (2012). Lateralidad visual en delfines: importancia de la familiaridad de los estímulos. *BMC Neuroscience*, 13 (1), 9. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-13-9>
- Bremner, J. G., Slater, A. M. & Johnson, S. P. (2015). Percepción de la persistencia del objeto: los orígenes de la permanencia del objeto en la infancia. *Perspectivas del desarrollo infantil*, 9 (1), 7-13. <https://doi.org/10.1111/cdep.12098>
- Cacchione, T., & Rakoczy, H. (2017). Metafísica comparada: pensar en los objetos en el espacio y el tiempo. En J. Call (Ed.), *Manual de psicología comparada* (pp. 579-599). Washington: Asociación Americana de Psicología. <https://doi.org/10.1037/0000012-026>
- Llame, J. (2003). Rotaciones y transposiciones espaciales en orangutanes (*Pongo pygmaeus*) y chimpancés (*Pan troglodytes*). *Primates*, 44 (4), 347-357. <https://doi.org/10.1007/s10329-003-0048-6>

- Collier-Baker, E., Davis, J. M., Nielsen, M., & Suddendorf, T. (2006). ¿Los chimpancés (*Pan troglodytes*) entienden el desplazamiento invisible único? *Cognición animal*, 9 (1), 55-61. <https://doi.org/10.1007/s10071-005-0004-5>
- Gagnon, S. & Doré, F. Y. (1992). Comportamiento de búsqueda en varias razas de perros adultos (*Canis familiaris*): permanencia del objeto y señales olfativas. *Revista de psicología comparada*, 106 (1), 58.
- Hespos, S. J., & Baillargeon, R. (2001). El conocimiento de los bebés sobre los eventos de oclusión y contención: una discrepancia sorprendente. *Ciencias psicológicas*, 12(2), 141-147. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00324>
- Hespos, S. J., & Baillargeon, R. (2006). Décalage en el conocimiento de los bebés sobre eventos de oclusión y contención: evidencia convergente de tareas de acción. *Cognición*, 99(2), B31-B41. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2005.01.010>
- Jaakkola, K. (2014). ¿Los animales entienden el desplazamiento invisible? Una revisión crítica. *Revista de psicología comparada*, 128(2), 1-15. <https://doi.org/10.1037/a0035675>
- Jaakkola, K., Guarino, E., Rodríguez, M., Erb, L., & Trone, M. (2010). ¿Qué entienden los delfines (*Tursiops truncatus*) sobre los objetos ocultos? *Cognición animal*, 13(1), 103-120. <https://doi.org/10.1007/s10071-009-0250-z>
- Johnson, C. M., Sullivan, J., Buck, C. L., Trexel, J., & Scarpuzzi, M. (2015). Desplazamiento visible e invisible con oclusión visual dinámica en delfines mulares (*Tursiops* spp). *Cognición animal*, 18(1), 179-193. <https://doi.org/10.1007/s10071-014-0788-2>
- Johnson, S. P., Amso, D., & Slemmer, J. A. (2003). Desarrollo de conceptos de objeto en la infancia: evidencia para el aprendizaje temprano en un paradigma de seguimiento ocular. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América*, 100(18), 10568-10573. <https://doi.org/10.1073/pnas.1630655100>

*Integration of spatial and temporal memories in school children based on a foraging model**

Eneida Strempler-Rubio**
Angélica Alvarado***
Javier Vila****

- * Esta investigación fue realizada con el apoyo del proyecto IN304318 de la Dirección General de Apoyo Para Académicos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) otorgado al tercer autor durante 2018-2019. Contacto: Javier Vila, División de Investigación y Posgrado, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Estado de México 54096, México. Correspondencia: javila@campus.iztacala.unam.mx
- ** Universidad Nacional Autónoma de México, México. Correspondencia: eneidastrempler@gmail.com
- *** Instituto Politécnico Nacional, México. Correspondencia: ascerena77@hotmail.com
- **** Universidad Nacional Autónoma de México, México. Correspondencia: javila@campus.iztacala.unam.mx

La integración de memorias espacial y temporal en niños escolares a partir de un modelo de forrajeo*

Cómo citar este artículo: Strempler-Rubio, E., Alvarado, A., & Vila, J. (2018). La integración de memorias en niños escolares a partir de un modelo de forrajeo. *Tesis Psicológica*, 13(2), 102-114. <https://doi.org/10.37511/tesis.v13n2a7>

Recibido: 09 abril 2018
Revisado: 19 abril 2018
Aprobado: 12 diciembre 2018

ABSTRACT

Temporal Weighting Rule (TWR) is a foraging model that can make predictions about integration and comparison of long term memories. These predictions have been demonstrated in animals and humans. The aim of this study is to replicate and extend the TWR predictions in children, using a search-find virtual task with interactive figures. Preschooler's children searched two consequences with two magnitudes in two successive containers A and B, in three experimental conditions (A<B, A=B and A>B). Finally, during a test they chose between A or B after a 24h interval (A<B 24 h, A=B 24h and A>B 24h) or immediately after training (A<B 0h, A=B 0h and A>B 0h). According to each condition, children could obtain higher (A>B), less (A<B) or equal (A=B) magnitude of the consequence during first or second experience of training. The results showed that children made their choice based on the elapsed time, showing a dynamic average of both phases that showed a preference for the option of greater benefit. Results suggest that TWR allows describing and predicting memory integration of spatial and temporal events in animals and humans.

Keywords: long-term memory, child, episodic memory, and Temporal Weighting Rule, foraging.

RESUMEN

La Regla de Ponderación Temporal (RPT) es un modelo de forrajeo que hace predicciones acerca de la integración y comparación de memorias a largo plazo. Las predicciones de este modelo han sido demostradas en animales y humanos. El objetivo de este estudio fue replicar y ampliar las predicciones de la RPT en niños empleando una tarea virtual y figuras interactivas: "busca-encuentra". Niños preescolares buscaron dos consecuencias con dos magnitudes en dos contenedores: A y B, en tres condiciones experimentales (A<B, A=B, A>B). Finalmente, en una prueba elegían entre A y B después de 24h (A<B 24h, A=B 24h, A>B 24h) o inmediatamente después del entrenamiento (A<B 0h, A=B 0h y A>B 0h). De acuerdo a la condición los niños podían obtener mayor (A>B), menor (A<B) o igual (A=B) magnitud de cada consecuencia en la primera o en la segunda experiencia del entrenamiento. Los resultados mostraron que los niños realizaron su elección con base en el tiempo transcurrido, indicando un promedio dinámico de ambas fases que evidencia preferencia por la opción de mayor beneficio. Los resultados sugieren que la RPT permite describir y predecir la integración de memorias espacial y temporal, en animales y humanos.

Palabras clave: memoria a largo plazo, memoria episódica, niños, Regla de Ponderación Temporal, forrajeo.

La Regla de Ponderación Temporal (RPT) deriva de la Psicología Comparada y está basada en estudios de forrajeo interesados en la representación espacial y temporal de ardillas (Devenport & Devenport, 1993; 1994). Este modelo sugiere que la elección a largo plazo de los organismos está mediada por el paso del tiempo. Supone que en la conducta de forrajeo, una vez que transcurre cierto tiempo, los organismos deben elegir entre parcelas distintas que tienen un valor de aprendizaje diferente, de manera que éstos realizan un promedio dinámico del valor subjetivo de cada una de ellas (Mazur, 1996). Con estos supuestos la RPT realiza predicciones sobre los cambios esperados en la preferencia de diferentes parcelas de forrajeo. Para esto, considera que el tiempo regula la transición entre un sitio de beneficio inmediato y uno de recursos bastos.

En su formulación original la RPT (Devenport & Devenport, 1994; Devenport, 1998) permite predecir la integración de memorias de las experiencias en cada parcela, dependiendo de la magnitud de la consecuencia o del beneficio subjetivo obtenido en cada una, así como de su distancia temporal relativa al momento del recuerdo o elección.

Las predicciones básicas de la RPT suponen que durante la elección entre dos memorias sucesivas (generadas a partir de experiencias con parcelas diferentes), se promedian los pesos de su distancia temporal relativa y valor subjetivo (e.g. tipo y magnitud de la consecuencia) de cada opción (Devenport, Hill, Wilson & Odgen, 1997). Inicialmente la memoria de la parcela visitada más recientemente obtendrá un mayor peso, pero al pasar el tiempo y disiparse la recencia de la última visita, será entonces el valor subjetivo de cada alternativa visitada lo que obtendrá un mayor peso y determinará la elección observada. Así, la RPT supone la integración de las memorias pasadas con base en la

recencia o distancia temporal relativa y el valor subjetivo de cada experiencia.

Por lo anterior, la RPT sugiere que al aumentar el intervalo de retención después del entrenamiento sucesivo con dos parcelas A y B, la elección posterior de cada una de ellas dependerá de la recencia de cada una y de su valor subjetivo. Una predicción inicial supone que cuando ambas experiencias sucesivas tienen el mismo valor subjetivo ($A=B$), en una prueba de elección inmediata, se preferirá la opción B por ser la más reciente; sin embargo, al aumentar el intervalo de retención se observará una elección indistinta entre ambas opciones, debido a que se desvanece la recencia de B y el beneficio obtenido de ambas opciones es el mismo. Otra predicción sugiere que cuando el valor subjetivo de la experiencia A es mayor que B ($A>B$), en una prueba inmediata, se elegirá la opción reforzada recientemente, no obstante, al aumentar el intervalo de retención entrenamiento-prueba de elección, se observará preferencia por la opción A debido a que el promedio de beneficio obtenido con la opción A es mayor que el promedio de B. Es necesario señalar adicionalmente, que la RTP no hace ninguna referencia o predicción específica respecto al tipo o magnitud de la consecuencia de cada parcela, considera a ambos como parte de su valor subjetivo.

Se han realizado varios experimentos basados en las predicciones anteriormente expuestas de la RPT, los cuales han mostrado que los organismos integran las memorias de dos parcelas y eligen la mejor opción de acuerdo con el promedio dinámico de ambas. Estos resultados han sido observados con animales en varias especies como: ardillas (Devenport & Devenport, 1994), ratas (Devenport, Hill, Wilson, & Ogden, 1997), caballos (Devenport, Patterson, & Devenport, 2005), perros (Devenport & Devenport, 1993), palomas (Zamora, López, Vila, & Cabrera, 2012; Mazur, 1996) y participantes humanos

(López-Romero, García-Barraza, & Vila, 2010; López-Romero, Alvarado, Tamayo, & Vila, 2011; Alvarado, Juárez, Cabrera, Strempler, & Vila, 2012; López-Romero, Alvarado, Cabrera, Luna, & Vila, 2013). La observación de las predicciones de la RPT tanto en animales como humanos, sugiere que la integración de memorias propuesta en este modelo, puede constituirse en una herramienta útil para entender la recuperación de información espacial y temporal en participantes humanos.

Un estudio más reciente, (Strempler, Vila, Alvarado, & Juárez, 2015) ha mostrado la ocurrencia empírica de las dos predicciones mencionadas de la RPT ($A=B$ y $A>B$) con niños preescolares. Empleando una tarea de busca-encuentra con perspectiva egocéntrica a partir de un único ensayo de entrenamiento, haciendo así de cada experiencia (A y B) un evento único y memorable. Los resultados muestran que los participantes realizan un promedio dinámico de las dos experiencias después de un intervalo de 24h, mientras que en una prueba inmediata eligen la experiencia más reciente (B), resultados similares a los observados con animales (e.g. Devenport & Devenport, 1998) y con participantes humanos (e.g. López-Romero, García & Villa, 2010). La ocurrencia del promedio dinámico a partir de un solo ensayo con cada experiencia, permite minimizar el papel de la memoria semántica, ya que cada vegetal y contenedor son presentados en una sola ocasión impidiendo su repaso (Strempler, Vila, Alvarado & Juárez, 2015). Mostrando así, que los resultados o respuesta no dependen de la cantidad de entrenamiento o repaso.

Sin embargo, ninguna investigación realizada hasta ahora ha explorado la predicción de la RTP, en la cual la experiencia B tenga un valor subjetivo mayor que la primera experiencia A. En esta manipulación se esperaría que los

organismos en una elección inmediata, elijan la opción B por ser la más reciente y después de un intervalo de tiempo, vuelvan a elegir B. Esta nueva elección de B se debería a que aún y cuando se haya disipado la recencia de B, al realizar un promedio dinámico de ambas experiencias, ésta seguiría siendo la de mayor valor subjetivo. Por tanto, en ambas pruebas se debe observar la elección a B, inicialmente por su recencia y posteriormente por tener un mayor beneficio o valor subjetivo. Resulta de interés una comparación de las tres condiciones mencionadas $A<B$, $A=B$ y $A>B$ en entrenamiento de un solo ensayo con cada experiencia, y con dos pruebas de elección, una inmediatamente después del entrenamiento y otra después de un intervalo de retención.

El objetivo inicial de este estudio fue replicar en niños preescolares las dos predicciones de la RPT demostradas anteriormente; $A= B$, $A>B$, con pruebas a las 0h y a las 24h (Alvarado, Juárez, Cabrera, Strempler & Vila, 2012; Strempler, Vila, Alvarado, & Juárez, 2015). Ampliando y contrastando estas predicciones de la RPT con una condición que no ha sido estudiada; variando el valor subjetivo de la experiencia B ($A<B$), en dos pruebas con diferentes intervalos de tiempo (0 y 24h), contrastándola con las otras dos condiciones evaluadas anteriormente ($A=B$ y $A>B$). Esta demostración proporciona evidencia importante sobre la aplicación de un modelo de forrajeo con animales en el estudio de la memoria a largo plazo (Devenport & Devenport, 1998) y su extensión a participantes humanos. Fundamentando así, el supuesto de que los procesos básicos de la memoria empleados en la búsqueda de alimento de los animales, están presentes en situaciones más complejas con humanos. Aportando desde los modelos de aprendizaje animal, al estudio de procesos cognitivos en humanos (Clayton & Emery, 2015).

Para cumplir con este objetivo se utilizó y adaptó la tarea de búsqueda- encuentra utilizada por Alvarado, Juárez, Cabrera, Strempler y Vila (2012) y Strempler, Vila, Alvarado y Juárez (2015). La tarea virtual involucró a partir de figuras interactivas, un personaje ficticio (conejo *Mumú*) al cual los niños debían ayudar encontrando dos tipos de vegetales (zanahorias y lechugas) en dos contenedores-canastas diferentes (A y B). La tarea involucró dos experiencias (Experiencia A: una canasta con zanahorias y Experiencia B: otra canasta con lechugas). Se experimentó una condición no evaluada anteriormente ($A < B$), en dos pruebas (0h y 24h), que se contrasta con las condiciones estudiadas anteriormente: $A = B$ y $A > B$ (Alvarado et al., 2012; Strempler et al., 2015). Observando, si los participantes realizan un promedio dinámico de sus experiencias al momento de su elección, tal como lo sugiere la RTP (Devenport & Devenport, 1993).

De acuerdo con el propósito planteado, se esperó concordancia entre los resultados y las investigaciones previas; mostrando que los participantes eligen el contenedor B en la nueva condición ($A > B$) tanto en la prueba 0h como en la de 24h. También que se observaran diferencias en la elección del contenedor B en las condiciones $A > B$ y $A = B$, tal como lo predicen los supuestos de la RPT. En general, la ocurrencia de las tres predicciones surgidas de los supuestos de la RPT sugeriría que, tras el paso del tiempo los participantes hacen un promedio dinámico, integrando las memorias de cada experiencia de aprendizaje en A y B considerando el tiempo relativo de su ocurrencia, eligiendo así, la mejor opción.

Método

Participantes

Participaron 60 niños preescolares de cuatro años de edad; el promedio de edad de los participantes al momento del experimento fue de

cuatro años y cinco meses (37 niñas y 23 niños), sin experiencia en la tarea. La investigación cumplió con los requerimientos y consideraciones dispuestas en el Código Ético del Psicólogo (Sociedad Mexicana de Psicología, 2002). Que considera el consentimiento de padres y madres de los preescolares. Adicionalmente, se solicitó el consentimiento informado de las directoras de las escuelas preescolares.

El experimento se realizó en una habitación vacía y tranquila del plantel. Todos los niños hablaban español y asistían a escuelas preescolares en Teoloyucan, Estado de México. Recibieron una planilla de dibujos auto adheribles al final del experimento. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a grupos de diez.

Instrumentos

Se empleó una computadora IBM compatible con pantalla táctil (Acer Aspire V5 con Core i3, de pantalla táctil). La tarea fue virtual y se programó en Superlab 4.01 *Cedrus*. Cada participante utilizó dos canastas: una de color marrón (contenedor-canasta A) y otra de color beige (contenedor-canasta B). Las canastas (5.5 centímetros de ancho y 6 centímetros de largo) fueron de fieltro y de dos dimensiones. Se emplearon tres figuras de etilvinilacetato con forma de lechuga (1.5 centímetros de diámetro) y seis figuras con forma de zanahoria (1 centímetro de ancho y 1.5 centímetros de largo). Se usó una funda blanca para computadora de felpa (40 centímetros de ancho y 32 centímetros de largo). Además se usó una mesa para niños de aproximadamente 100 centímetros x 110 centímetros de la base y 50 centímetros de alto, así como, dos sillas para niños de aproximadamente 50 centímetros de alto.

Procedimiento

Los participantes fueron asignados aleatoriamente a 3 grupos $A = B$, $A > B$ y $A < B$ a su vez, cada

grupo fue dividido en 0 y 24h de acuerdo al momento en el que se presentaba la prueba de elección: A=B 0h, A=B 24h, A>B 0h, A>B 24h, A<B 0h y A<B 24h (10 participantes por grupo). Los participantes recibían una única exposición en cada fase del contenedor A y B para constituir un evento único. Los grupos fueron definidos por el valor de la magnitud y tipo de consecuencia de dos experiencias sucesivas con sus respectivos contenedores, A y B (A=B, A>B y A<B), y por el valor de la distancia temporal entre la última experiencia y la prueba, inmediata (0h) y demorada (24h). Se empleó un diseño experimental mixto, con factores intra y entre grupo, las condiciones empleadas para cada grupo se presentan detalladamente en la Tabla 1.

Tabla 1. Diseño Experimental

Grupo	Fase 1 Experiencia A	Fase 2 Experiencia B	IR	Prueba
A<B	A: ***	A: ∅	0h	A?
	B: ∅	B: ++++++	24h	
A=B	A: ***	A: ∅	0h	B?
	B: ∅	B: +++	24h	
A>B	A: *****	A: ∅	0h	
	B: ∅	B: +++	24h	

Nota: Tres tipos de condiciones, A=B, A<B y A>B, fueron probados en diferentes intervalos de retención IR: inmediatamente o 24 h después del entrenamiento. El signo ∅ se refiere a la no disponibilidad del contenedor (sin consecuencia). Los vegetales en el contenedor-canasta A siempre fueron zanahorias (*); de igual manera los vegetales en contenedor-canasta B siempre fueron lechugas (+). En ambos casos sólo cambia el número de elementos de acuerdo a la condición. Los grupos A=B, tuvieron el mismo número de zanahorias en el contenedor-canasta A y el mismo número de lechugas en el contenedor-canasta B (ocho y ocho o tres y tres). Los grupos A>B tuvieron más zanahorias en el contenedor-canasta A (ocho) que lechugas en el contenedor-canasta B (tres). Los grupos A<B tuvieron menos zanahorias en el contenedor-canasta A (tres) que lechugas en el contenedor-canasta B (ocho). Cada grupo recibió un solo ensayo de entrenamiento en la Fase 1 y 2. Durante la prueba ambos contenedores estuvieron presentes durante un ensayo.
Fuente: Autores

Los participantes realizaron su elección en dos momentos, la prueba de elección se realizaba después del entrenamiento (A<B 0h, A=B 0h y A<B 0h) ó 24h después (A=B 24h, A>B 24h y A<B 24h). Y resolvieron la tarea a través de una

computadora con pantalla táctil e interactuaron con figuras de etilvinilacetato y fieltro. La tarea consistió en encontrar a un personaje ficticio y dos tipos de vegetales que se encontraron en dos contenedores-canastas distintos (A y B).

El experimento se realizó de manera individual para cada participante. El investigador condujo a los participantes al ambiente experimental y les solicitó sentarse frente a una silla delante de la computadora, a la cual siempre se le cubrió el teclado con una funda blanca, de tal manera que los niños sólo tocaron la pantalla e interactuaron con las representaciones textiles de la tarea.

Los grupos A=B 0h, A>B 0h, A<B 0h realizaron la elección inmediatamente después del entrenamiento, mientras que los grupos A=B 24h, A>B 24h, A<B 24h realizaron la prueba al día siguiente, aproximadamente 24 horas después de la última experiencia. Para la mitad de los participantes de todas las condiciones se contrabalanceó el tipo de vegetales y las canastas-contenedor. La canasta que se encontraba disponible para ver su contenido fue señalada, de tal manera que sólo una de las canastas fue accesible y las demás no.

Se emplearon dos tipos de consecuencia y magnitud para hacer aumentar las diferencias entre cada experiencia (A ó B), pero ambas características de la consecuencia son consideradas como una sola variable. Esto debido a que la RPT requiere que cada experiencia A y B sea diferenciable entre sí (Devenport & Devenport, 1998).

Familiarización. Durante la familiarización, los participantes tuvieron la oportunidad de interactuar con la pantalla táctil para aprender a usarla, tocando un sol animado.

Fase 1. Posterior a la familiarización, la experimentadora dijo al participante que el conejo “Mumú” necesitaba de su ayuda y preguntó si

deseaba ayudar. Si alguno de los participantes respondía que no, era regresado a su salón de clases inmediatamente. La experimentadora continuó diciendo: “Toca aquí para comenzar. Mira, ¿qué son?”; si los niños contestaban verbalmente o con un gesto no saber el nombre del vegetal la experimentadora les decía el nombre: “son zanahorias”. Posteriormente la experimentadora preguntó al participante si eran muchas o pocas (“¿Son pocas o muchas?”); si contestaba equivocadamente (por ejemplo; muchas por pocas o pocas por muchas) la experimentadora le corregía. Inmediatamente después de que el participante comenzaba a tocar la pantalla para la búsqueda de vegetales la experimentadora le proporcionó las zanahorias o lechugas de etilvinilacetato, con la misma figura y tamaño de las que habían aparecido en la pantalla. También entregó una canasta de tela fieltro, con medidas de 5.5 centímetros de ancho y 6 centímetros de largo del mismo color que la de la tarea virtual. El recipiente fue hecho de manera que los niños podían sacar y guardar los vegetales. Después de la interacción con la pantalla la experimentadora alentó al participante a que buscara en la canasta los vegetales (tipo y cantidad): “Mira, ahora veamos de este lado, son los mismos vegetales de la computadora. Sácalos, ¿Qué son, pocos o muchos?”.

Posteriormente, la experimentadora pedía al participante introducir los vegetales en la canasta y regresarlos. También le solicitó esperar fuera a un costado de la puerta por un instante. Transcurridos aproximadamente 30 s, el participante regresaba a la sala. Como se puede observar en la Tabla 1, en la Fase 1 los grupos A=B y A<B encontraron tres zanahorias en un contenedor-canasta A (*); los grupos A>B encontraron ocho zanahorias en el mismo recipiente.

Fase 2. Posteriormente, la experimentadora les alentó a continuar su búsqueda. Como muestra

la Tabla 1, en esta ocasión los vegetales encontrados fueron los contrarios a la fase anterior: lechugas (+). Igual que en la anterior búsqueda la experimentadora les corrigió si contestaron de manera equivocada al tipo de vegetal y cantidad. El procedimiento fue similar al de la fase anterior, aunque el vegetal y el contenedor-canasta cambiaron. La cantidad de vegetales podía aumentar (A<B), ser igual (A=B) o menor (A>B) de acuerdo a la condición. Como se muestra en la Tabla 1, en la Fase 2 los grupos A=B y A>B encontraron otro tipo de vegetal. Tres lechugas se presentaron en un contenedor-canasta diferente al de la Fase 1; los grupos A<B encontraron ocho lechugas.

Prueba. En todas las condiciones, los participantes eligieron entre las canastas que se encontraban disponibles de manera simultánea. Los grupos A=B 0h, A>B 0h y A<B 0h recibieron la prueba inmediatamente y grupos A=B 24h A>B 24h y A<B 24h recibieron la prueba al día siguiente después de aproximadamente 24 h. La prueba consistió en un único ensayo, en la que los vegetales no estuvieron presentes: “Recuerdas qué ocurrió ayer cuando guardaste en el salón las lechugas y cuando guardaste las zanahorias”. Los participantes eligieron entre las canastas después de la pregunta: “¿Dónde están los vegetales que son mejores para el conejo Mumú?”.

Recolección de datos. Si la respuesta de los participantes fue favorable para las zanahorias (*) se codificó con 1; en cambio si los participantes eligieron las lechugas (+) se codificó con 0.

Análisis de los datos

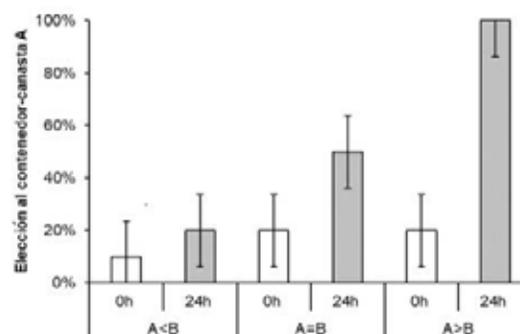
La variable dependiente fue el número de elecciones a cada contenedor-canasta (contenedor-canasta A con zanahorias y contenedor-canasta B con lechugas), se graficó el porcentaje de

elecciones al contenedor-canasta A. Mientras que las variables independientes fueron, las tres magnitudes (menor, igual y mayor) de cada consecuencia que daban nombre a cada grupo (A=B, A>B y A<B) y el intervalo de retención en el que se realizó la prueba de elección después del entrenamiento (0h y 24h) que dividió cada grupo (ver Tabla 1). El análisis estadístico se llevó a cabo a través de un ANOVA (3 grupos x 2 intervalos de retención). El tamaño del efecto se calculó a través de un análisis de la proporción de varianza explicada y para la interpretación de la potencia se consideraron las reglas de Cohen (1988 citado por Aron & Aron, 2001): número de participantes por grupo y tipo de diseño.

Resultados

La Figura 1 muestra el porcentaje de elecciones para el contenedor-canasta A y se observa que los participantes eligieron la opción con la magnitud y tipo de consecuencia más reciente (canasta-contenedor B) si la prueba se realizaba inmediatamente después del entrenamiento en los tres grupos (A<B 0h, A=B 0h y A>B 0h). En cambio, si la prueba se presentaba 24h después del entrenamiento, los participantes elegían con base en la magnitud y tipo de consecuencia. Los participantes del grupo A<B 24 eligieron el contenedor-canasta B, con más vegetales (ocho lechugas) que la otra opción (tres zanahorias en el contenedor-canasta A). Los participantes del grupo A=B 24h eligieron de manera similar ambos contenedores-canastas, A y B, (igual número de vegetales para cada opción). Los participantes del grupo A>B 24h eligieron el contenedor-canasta A, con más vegetales que en la otra opción (ocho zanahorias). Lo que sugiere que los niños realizan una integración de las memorias de los contenedores A y B con base en el tipo y magnitud de la consecuencia.

Figura 1. Porcentaje de elecciones para el contenedor-canasta A de cada grupo



Fuente: Autores

Se observaron diferencias estadísticas en las preferencias de los participantes mediante un ANOVA (3 Grupos: A=B, A<B y A>B) x 2 Pruebas: 0h y 24h) que mostró diferencias para la variable Grupo, ($F(2, 54) = 6.69, p < 0.002$) y para la variable Prueba, ($F(1, 54) = 10.97, p < 0.001$); así como significancia en la interacción de ambas variables, ($F(2, 54) = 6.69, p < 0.002$). Un análisis pos hoc (LSD, $p > .05$) mostró que existen diferencias en la elección de los grupos: A>B 24h con los grupos A=B 0h, A=B 24h, A>B 0h, A<B 0h y A<B 24h. Y entre los grupos A<B 24h y A=B 24h, tal y como se muestra de la Figura 1. El tamaño del efecto se calculó a través de un análisis de la proporción de varianza explicada y para la interpretación de la potencia se consideraron las reglas de Cohen (1988 citado por Aron & Aron, 2001): número de participantes por grupo y tipo de diseño. Para la variable grupo se encontró que el tamaño del efecto fue medio (potencia $R^2 = 0.36$), el tamaño del efecto fue medio también para la variable prueba (potencia $R^2 = 0.36$), mientras que el tamaño del efecto de la interacción magnitud de la consecuencia*tipo de prueba fue también medio (potencia $R^2 = 0.4$).

En la Figura 1 se observa que no hay diferencia en la elección al contenedor-canasta A de los

participantes de los grupos: $A > B$ 0h, $A = B$ 0h y $A < B$ 0h que recibían la prueba inmediatamente después del entrenamiento. Pero cuando la prueba se realizó después de un intervalo de retención de 24h, los grupos $A > B$ 24h, $A = B$ 24h y $A < B$ 24h, el número de elecciones al contenedor A son mayores en el grupo $A > B$ 24h, iguales para ambos contenedores en el grupo $A = B$ 24h y menores en el grupo $A < B$ 24h. Por lo que el porcentaje de elecciones al contenedor A varía en función del intervalo de retención y de la magnitud de la consecuencia.

En general los niños muestran preferencia por el contenedor en el que encontraron la consecuencia al final de la Fase 2 (recencia) y en la prueba demorada eligen el contenedor con mayor cantidad de vegetales independientemente del orden en el que se haya presentado el contenedor durante el entrenamiento (integración). Lo que es coherente con resultados previos que han observado la pérdida del efecto del orden de cada experiencia después de un intervalo de retención (Alvarado, Jara, Vila, & Rosas, 2006) y con estudios previos de la RPT en participantes humanos (Alvarado, Juárez, Cabrera, Strempler & Vila, 2012; Strempler, Vila, Alvarado & Juárez, 2015).

Discusión

Los resultados muestran que los grupos que recibieron la prueba inmediatamente ($A < B$ 0h, $A = B$ 0h, $A > B$ 0h) eligieron la opción más reciente (contenedor-canasta B) sin importar la magnitud o tipo de consecuencia. Sin embargo, tras el paso del tiempo, los grupos que recibieron la prueba después de un intervalo de retención de 24h ($A < B$ 24h, $A = B$ 24h, $A > B$ 24h) hicieron su elección de acuerdo a la magnitud o tipo de consecuencia. Los participantes eligieron en su mayoría al contenedor-canasta B, con más vegetales en el grupo $A < B$ 24h. Mientras que los participantes del grupo $A = B$ 24h, tuvieron una preferencia similar para ambos

contenedores-canasta (A y B), ya que contaron con igual número de vegetales en cada opción. Y en el grupo $A > B$ 24h, los participantes preferían el contenedor-canasta A, con más vegetales. Este resultado puede ser descrito como un promedio dinámico de ambas memorias para obtener el mayor beneficio (López-Romero, Alvarado, Tamayo & Vila, 2011; Mazur, 1996).

Estos datos sugieren que los participantes hacen su elección considerando el paso del tiempo. Así, cuando hacen una elección inmediata ponderan aquellas magnitudes o consecuencias más recientes, por contar con la seguridad de lo inmediato. Sin embargo, tras el paso del tiempo, los participantes realizan sus elecciones con base en la magnitud o valor subjetivo de cada opción, obteniendo un mayor beneficio. Este resultado es coherente con la pérdida del efecto de orden, cuando se disipa la recencia después de un intervalo de retención observado anteriormente en aprendizaje predictivo (Alvarado, Jara, Vila & Rosas, 2006).

Los hallazgos del presente experimento son similares a los obtenidos en estudios previos que han evaluado la RTP en humanos (Alvarado, Juárez, Cabrera, Strempler & Vila 2012; López-Romero, Alvarado, Tamayo & Vila, 2011; Strempler, Vila, Alvarado & Juárez, 2015). Adicionalmente, los resultados de los grupos $A < B$ 0h y $A < B$ 24h, que no habían sido estudiados anteriormente, cumplen con las predicciones de la RPT, debido a que la preferencia mostrada por el contenedor-canasta B es constante en los dos valores del intervalo de retención. Así las elecciones de los participantes, observadas en las pruebas son coherentes con las predicciones y supuestos de la RPT (Devenport & Devenport, 1994). Desde esta perspectiva, el paso del tiempo permite diferenciar los valores subjetivos de cada experiencia, y expone la divergencia entre los niveles de recuperación de los grupos con igual magnitud de

la consecuencia (grupos $A=B$) y aquellos grupos con diferentes magnitudes de consecuencias de las experiencias (grupos $A>B$ y $A<B$).

Una alternativa teórica para explicar estos resultados podría originarse en la interferencia proactiva o retroactiva entre las memorias de cada experiencia (Nelligan, 1969). Desde la interferencia proactiva se esperaría que el primer aprendizaje dificulte o inhiba la retención de un segundo aprendizaje (Spear, 1973). Así, el paso del tiempo al aumentar el intervalo de retención entre el entrenamiento y la prueba generaría la memoria inicialmente aprendida (primacía). Desde este supuesto todos los grupos sin importar la magnitud de la consecuencia, mostrarían la misma preferencia por la primera experiencia (contenedor-canasta A). Sin embargo, las diferencias observadas entre los grupos $A=B$ 24h y $A<B$ 24h, no pueden ser explicadas por esta idea.

El caso de la interferencia retroactiva donde el segundo aprendizaje interfiere con la recuperación de la primera información, supone que el paso del tiempo disipa la interferencia y ocurre entonces la recuperación de la primera información aprendida (López-Romero, García-Barraza & Vila, 2010; Bouton, 1993). Este tipo de interferencia tampoco explica la diferencia en la elección observada entre los grupos $A=B$ 24h y $A<B$ 24h, porque de acuerdo con esta idea, ambos grupos tras el paso del tiempo tendrían una preferencia similar por A. Dicha similitud ocurriría debido que se disipa la recencia de la memoria de la segunda experiencia B. Sin embargo, los presentes resultados muestran diferencias en la elección de A para ambos grupos. En razón de lo anterior, los resultados sugieren que no es el orden de las experiencias el determinante de la elección después de un intervalo de retención, sino una integración de ambas fases que considera no sólo el momento de la prueba, si no otras características de cada experiencia.

Por su parte, la RPT sugiere que la recuperación de la información después de un intervalo de retención conlleva a la integración de todas las experiencias de aprendizaje. La elección de los grupos $A=B$ 24h puede ser considerada como indiferencia, porque el paso del tiempo atenúa el valor de la recencia de la experiencia B y como ambas canastas cuentan con igual magnitud de consecuencia (tres zanahorias y tres lechugas), son igualmente elegibles.

En el grupo $A>B$ 24h una vez disipada la recencia de la experiencia B al momento de la elección, los participantes consideran la diferencia de las magnitudes de cada tipo de consecuencia en ambas canastas (ocho zanahorias vs tres lechugas) eligiendo la experiencia A. Mientras que, para el grupo $A<B$ 24h, aun cuando se haya disipado la recencia, la magnitud de la consecuencia es mayor en la última experiencia (B, tres zanahorias vs ocho lechugas) eligiendo B. Por tanto, el paso del tiempo permite diferenciar y comparar cada experiencia a partir del beneficio que aporta. Lo que concuerda con la evidencia que sugiere que los intervalos de retención más largos disipan los efectos del orden y llevan a la integración de toda la información aprendida (Alvarado, Jara, Vila & Rosas, 2006).

Los presentes resultados resaltan que, siendo esta una tarea experimental realizada en una sola exposición con un solo evento memorable desde una perspectiva egocéntrica, se hace más fácil para los niños tener acceso a la representación de secuencias perceptivas (Russell & Hanna, 2012). De esta manera, el recuerdo de una experiencia de aprendizaje, ocurre de manera integrada en torno al participante, dado que es él quien manipula la pantalla, las canastas y los vegetales, facilitando el recuerdo de un “qué apropiado” (lechugas o zanahorias), considerando además, un “dónde” (contenedores-canasta A o B) y “cuándo ocurrió” (inmediato o demorado).

Así, el estudio de la RPT permite identificar: un contenido semántico (cantidad y tipo de vegetales), un contenido espacial (la ubicación de estos vegetales en los contenedores-canastas) y un contenido temporal (el momento de la elección; inmediato o demorado). Por lo que, los presentes resultados sugieren un procedimiento útil para el estudio comparado de la memoria tipo episódica en animales y humanos, en tanto define procedimentalmente el recuerdo del “Qué, Dónde y Cuándo”, requeridos para el estudio de este tipo de memoria (Clayton & Dickinson, 1998; Crystal, 2018), siendo la RTP en humanos una aproximación válida para el estudio de la memoria tipo episódica en niños (Strempler, Alvarado & Vila, 2017).

A manera de conclusión, la RPT es un modelo originalmente planteado para dar cuenta del forrajeo

en animales, pero puede ser una herramienta útil que permite predecir la integración de memorias después del paso del tiempo (Devenport, 1998; Strempler, Vila, Alvarado & Juárez, 2015). Así mismo, señala la importancia de la recencia en el recuerdo inmediato, la cual desaparece con el paso del tiempo para dar lugar a la elaboración de un promedio dinámico que permite la comparación de varias memorias integradas.

La RPT, parece ser una buena aproximación no sólo para explicar los cambios en la elección de una parcela a otra en situaciones de forrajeo, si no para dar cuenta de la recuperación de información que ocurre a partir de la integración de memorias del “Qué, Dónde y Cuándo” de un evento, que están presentes en la memoria tipo episódica de animales y humanos (Clayton & Dickinson, 1998; Strempler-Rubio, Alvarado & Vila, 2017).

Referencias

- Alvarado, A., Jara, E., Vila, J., & Rosas, J. M. (2006). *Time and order effects on causal learning*. *Learning and Motivation, 37* (4), 324-345. doi:10.1016/j.lmot.2005.11.001
- Alvarado, A., Juárez, R., Cabrera, R., Strempler, E., & Vila, J. (2012). Efectos del tiempo y del valor subjetivo de las experiencias en niños preescolares. *Acta de investigación psicológica, 2*(3), 868-877.
- Aron, A., & Aron, E. (2001). *Estadística para psicología*. Buenos Aires: Pearson Educación.
- Clayton, N., & Dickinson, A. (1998). Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. *Nature, 395*, 272-274. doi:10.1038/26216
- Clayton, N. S., & Emery, N. J. (2015). Avian models for human cognitive neuroscience: a proposal. *Neuron, 86*(6), 1330-1342. doi.org/10.1016/j.neuron.2015.04.024
- Crystal, J. D. (2018). Animal Models of Episodic Memory. *Comparative Cognition & Behavior Reviews, 13*, 105-122. doi: 10.3819/CCBR.2018.130012
- Bouton, M. E. (1993). Context, time, and memory retrieval in the interference paradigms of Pavlovian learning. *Psychological Bulletin, 114*, 80-99. doi:10.1037/0033-2909.114.1.80
- Devenport, J. A., & Devenport, L. D. (1993). Time-dependent decisions in dogs (*Canis familiaris*). *Journal of Comparative Psychology, 107* (2), 169-173. doi: 10.1037/0735-7036.107.2.169
- Devenport, L. D. (1998). Spontaneous recovery without interference: Why remembering is adaptive. *Animal Learning & Behavior, 26*(2), 172-181. doi: 10.3758/BF03199210
- Devenport, J., & Devenport, L. (1998). Squirrel foraging behavior. In M. Harroway & G. Greenberg (Eds.), *Comparative psychology: A handbook* (pp. 513-519). New York: Garland Publishing. doi: 10.3758/ BF03199210
- Devenport, L. D., & Devenport, J. A. (1994). Time-dependent averaging of foraging information in least chipmunks and golden-mantled ground squirrels. *Animal Behaviour, 47*(4), 787-802. doi: 10.1006/ anbe.1994.1111
- Devenport, L., Hill, T., Wilson, M., & Ogden, E. (1997). Tracking and averaging in variable environments: A transition rule. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 23*(4), 450-460. doi: 10.1037/0097-7403.23.4.450
- Devenport, J. A., Patterson, M. R., & Devenport, L. D. (2005). Dynamic averaging and foraging decisions in horses (*Equus caballus*). *Journal of Comparative Psychology, 119*(3), 352-358. doi: 10.1037/0735-7036.119.3.352

- López-Romero, L. J., García-Barraza, R., & Vila, J. (2010). Spontaneous recovery in human instrumental learning: Integration of information and recency to primacy shift. *Behavioural Processes*, 84(2), 617-621. doi: 10.1016/j.beproc.2010.01.007
- López-Romero, L. J., Alvarado, A., Tamayo, C., & Vila, J. (2011). La integración de experiencias pasadas y recientes determina la elección en humanos. *Revista Mexicana de Investigación en Psicología*, 3(1), 113-120.
- López-Romero, L. J., Alvarado, A., Cabrera, R., Luna, D., & Vila, J. (2013). La elección en humanos como una función del valor subjetivo y distancia temporal de las experiencias previas. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 13(3), 329-337.
- Mazur, J. E. (1996). Past experience, recency, and spontaneous recovery in choice behavior. *Animal Learning & Behavior*, 24(1), 1-10. doi: 10.3758/BF03198948
- Nelligan, M. (1969) *Psicología de la Inhibición*. Monterrey N. L: Herrero Hermanos.
- Russell, J., & Hanna, R. (2012). A minimalist approach to the development of episodic memory. *Mind & Language*, 27(1), 29-54. doi: 10.1111/j.1468-0017.2011.01434.x
- Sociedad Mexicana de Psicología. (2002). *Código Ético del Psicólogo*. Recuperado de http://psicologia.iztacala.unam.mx/psi_bioetica_codigoeti.php
- Spear, N. (1973). Retrieval of memory in animals. *Psychological Review*, 80(3), 163-194. doi: 10.1037/h0034326
- Strempler, E., Vila, J., Alvarado, A., & Juárez, R. (2015). Evaluación de la memoria tipo episódica en preescolares empleando una tarea con perspectiva egocéntrica. *Revista de Psicología*, 24(2), 1-13. doi: 10.5354/0719-0581.2015.37650
- Strempler-Rubio, E., Alvarado, A., & Vila, J. (2017). Flexibilidad de la memoria tipo episódica en niños preescolares: tiempo y consecuencia. *Acta de investigación psicológica*, 7(3), 2775-2782. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.aippr.2017.11.006>
- Zamora, A. J., López, M. E., Vila, J., & Cabrera, R. (2012). Cantidad, lugar y tiempo determinan estrategias de búsqueda de alimento de palomas. *Acta de investigación psicológica*, 2(3), 858-867.

*Analysis of the term context in cognitive psychology of reasoning**

Jonatan García-Campos
Saúl Sarabia-López

* Periodista de la Universidad Carlos III de Madrid. Correspondencia:
00315081@alumnos.uc3m.es

Contexto en psicología cognitiva del razonamiento*

Cómo citar este artículo: García-Campo, J., & Sarabia-López, S. (2018). Contexto en psicología cognitiva del razonamiento. *Tesis Psicológica*, 13(2), 116-131. <https://doi.org/10.37511/tesis.v13n1a7>

Recibido: 16 agosto 2017
Revisado: 24 agosto 2017
Aprobado: 21 junio 2018

ABSTRACT

The work we present aims to clarify what is understood and how the "context" is defined in some theories of the cognitive psychology of reasoning. Although the term context is frequently found in psychological literature with a cognitive approach; there is no clear analysis of what is meant by that term. The notion of context refers to different ideas, that is: the content, the format, the perspective, the nature of the logical contents and the environment of the problems. While these ideas may have points of encounter, union, or overlapping, it is unclear what content, format, perspective, nature of the logical contents and environment are equivalent notions. Making these distinctions, not only seeks to contribute in a semantic task to the conceptual definition of the term "context", but to contribute to the debate around the way in which human beings reason and about the ways in which we must reason.

Keywords: context, reasoning, rationality, psychology, cognition.

RESUMEN

El trabajo que presentamos tiene como objetivo clarificar qué se entiende y como se define el "contexto" en algunas teorías de la psicología cognitiva del razonamiento. A pesar que el término contexto se encuentra frecuentemente en la literatura psicológica con enfoque cognitivo; no existe un análisis claro de qué se debe entender por ese término. La noción de contexto hace referencia a distintas ideas, esto es: al contenido, al formato, a la perspectiva, a la naturaleza de los contenidos lógicos y al ambiente de los problemas. Si bien estas ideas pueden tener puntos de encuentro, unión, o superposiciones, es poco claro que contenido, formato, perspectiva, naturaleza de los contenidos lógicos y ambiente sean nociones equivalentes. Hacer estas distinciones, no solo busca contribuir en una tarea semántica a la definición conceptual del término "contexto", sino aportar al debate en torno a la manera en que los seres humanos razonamos y sobre las formas en las que debemos razonar.

Palabras clave: contexto, razonamiento, racionalidad, psicología, cognición.

Introducción

El trabajo que presentamos tiene como objetivo clarificar a que se hace referencia con el término contexto en algunas de las teorías cognitivas del razonamiento. Dada la variedad de propuestas para explicar la competencia de razonamiento, nos centraremos en algunas de las tareas más importantes, como lo son, la tarea de selección de tarjetas y la denominada falacia de la conjunción, así como en algunas teorías sobre el razonamiento con sus respectivos debates: la tradición de heurística y sesgo, la psicología evolucionista, y la racionalidad acotada.

Bajo la noción de contexto se hace referencia a distintas ideas que no son necesariamente equivalentes, esto es, a) la idea de familiaridad o falta de familiaridad de los problemas; b) el formato en que se formula un problema; c) la perspectiva del sujeto en relación con la tarea a resolver; d) el tipo de conector lógico (en particular el tipo de condicional) que se usa en una tarea de razonamiento; y e) la noción de ambiente. Si bien estas ideas pueden tener puntos de encuentro o de relación, es poco claro que contenido, formato, perspectiva, naturaleza de los contenidos lógicos y ambiente sean nociones equivalentes. Hacer estas distinciones, argumentaremos, no sólo contribuye en la definición del término contexto, sino además puede ayudar a comprender de mejor manera los debates en torno a cómo los seres humanos razonamos o cómo debemos razonar.

Se centrará el análisis en las ideas relacionadas con la noción de contexto, para tal fin, se distinguen cinco ideas a las que el término contexto hace referencia en las teorías cognitivas sobre razonamiento, sin que esto implique otorgar valores o defender alguna idea en particular. En sí misma la palabra contexto es polisémica y hace referencia a varias ideas, precisamente, nuestra

contribución es especificar con claridad cuáles son esas ideas. Lo anterior es relevante porque, como se verá a lo largo del trabajo, la noción de contexto de razonamiento está a la base de la pregunta de si los seres humanos razonamos de manera adecuada o no, dependiendo del contexto en donde nos ubicamos, así definir, este término resulta primordial para saber cómo razonamos y si somos racionales o no.

Contexto entendido como familiaridad de un problema

Explicando una de las tareas más conocidas sobre el razonamiento, la tarea de selección de tarjetas, Stein (1996) sostiene que en estas tareas se empezó rápidamente a señalar que el *contexto* es importante para la resolución de los problemas cognitivos, sin embargo, tan pronto como este filósofo usa dicho término comenta que lo anterior es el caso porque algunos psicólogos se dieron cuenta de que el contenido familiar o no familiar (o abstracto, como a veces se denomina) de la tarea de selección de tarjetas parece tener un efecto en la ejecución de razonamiento.

Figura 1. Tarea de selección abstracta de tarjetas



Fuente: (Stein, 1996, p. 83)

Wason (1966) y otros psicólogos descubrieron que comúnmente los seres humanos no respondemos correctamente a este tipo de tareas, pues aun cuando la respuesta correcta a este experimento es voltear las tarjetas E y 7, la mayoría de los sujetos (75%) sólo consideran que se debe voltear la carta E, o las cartas E y 4. Sin embargo, a diferencia de esa tarea abstracta la versión familiar de la tarea de selección de tarjetas tuvo resultados distintos. He aquí un ejemplo:

Figura 2. Versión familiar de tarea de selección de tarjetas



Fuente: (Stein, 1996, p. 84)

Casi dos tercios de los sujetos seleccionaron correctamente las cartas con la información de “Nueva York” y “Carro” para ser examinadas. Esto es dramáticamente mejor que el menos del 10% que seleccionaron las cartas correctas en la versión abstracta de la tarea que hemos presentado.

Dadas las versiones anteriores de la tarea de selección, parece que es fácil distinguir entre tareas familiares y no-familiares. ¿Qué significa exactamente que algo sea familiar? Los psicólogos cognitivos no explican qué es la familiaridad o la abstracción de un problema y simplemente consideran que estos términos son lo suficientemente claros, sin embargo, hay al menos dos maneras generales de entender que un problema es familiar: que el contenido que define el problema es familiar; que las relaciones que son parte del problema son familiares¹.

Si esto es así, se pueden considerar tres situaciones diferentes en las que las relaciones entre los elementos/situaciones sean familiares: a) Puede ser el caso que i. y ii. sean familiares; b) puede ser el caso que i. sea familiar y ii. no sea familiar; c) puede ser el caso que i. no sea familiar y ii. sea familiar. Dadas las anteriores opciones, un problema abstracto o no familiar sería donde: a) puede ser el caso que i. y ii. no sean familiares.

¿Por qué estas distinciones pueden ser importantes? Una de las razones es que algunas teorías han

1 De hecho, los psicólogos evolucionistas en distintos trabajos (Cosmides & Tooby, 1992, 2005) aplican el adjetivo “familiar” o el sustantivo familiaridad al contenido, relación, regla, situación, problema y términos. Nosotros creemos que las anteriores aplicaciones se pueden reducir al contenido y las relaciones.

defendido que la ejecución adecuada de una tarea de razonamiento depende de la familiaridad de dicha tarea. Por ejemplo, en las dos tareas de selección antes presentadas se considera que la diferencia en la ejecución se debe simplemente a la familiaridad del contenido. Sin embargo, a veces se usa familiaridad en diferentes sentidos y a menos que se use en el mismo sentido podríamos saber si la familiaridad es importante o no para la ejecución de un problema.

Un grupo de investigación que ha trabajado la relación entre familiaridad y razonamiento es el programa conocido como psicología evolucionista, dirigido principalmente por teóricos como Leda Cosmides, John Tooby, Steven Pinker, David Buss, entre otros. La psicología evolucionista es un programa que intenta explicar la mente y sus componentes por medio de la teoría de la selección natural. Este programa defiende la tesis de la modularidad masiva en la que gran parte, o la totalidad de la mente está compuesta por módulos cognitivos. Bajo esta visión, un módulo cognitivo es un mecanismo innato, de dominio específico producido por la selección natural en respuesta a problemas de adaptación en un ambiente ancestral. A esta noción de módulo se le conoce como módulo darwiniano. La psicología evolucionista sostiene que el razonamiento es una facultad compuesta de varios módulos darwinianos.

Basados en este programa de la psicología evolucionista, Cosmides & Tooby (1992) presentan sus propias versiones de tareas de selección de tarjetas para tratar de mostrar que la familiaridad no es un elemento para mejorar el razonamiento. En particular, los psicólogos evolucionistas creen que hay evidencia en que problemas no familiares pueden ofrecer buenos resultados, mientras que problemas familiares pueden ofrecer malos resultados, lo que demostraría que la familiaridad no explica la mejor ejecución en las tareas de razonamiento con

problemas familiares. Una de las tareas de selección de tarjetas en donde presentan este punto es la siguiente:

Figura 3. Tarea de selección de tarjetas en la versión de los psicólogos evolucionistas



Fuente: (Cosmides & Tooby, 1992, p. 196)

En esta versión, alrededor del 75% de los sujetos resolvieron correctamente la tarea. Este experimento de la raíz de cassava demuestra, según los psicólogos evolucionistas, que los sujetos pueden tener un buen desempeño resolviendo tareas de selección no familiares. No así experimentos familiares como el presentado por Stein:

Figura 4. Versión familiar de tarea de selección de tarjetas



Fuente: (Stein, 1996, p. 88)

Según Stein (1996), los sujetos tuvieron el mismo desempeño en la selección de tarjetas de la comida y bebida que en la tarea de selección de tarjetas abstracta que presentamos anteriormente. Lo cual, como ya señalamos, es usado por los psicólogos evolucionistas para mostrar que la familiaridad de los problemas no explica la mejora en las tareas de razonamiento. La idea que defienden los psicólogos evolucionistas para explicar esta diferencia se debe al módulo de detección de tramposos. De acuerdo con ellos, el cerebro humano contiene una adaptación cognitiva diseñada para razonar sobre el intercambio social. Según esta visión, en el ambiente de adaptación evolutiva de los ancestros homínidos eran comunes los casos en los que los individuos se encontraban en situaciones de intercambio en las que el beneficio que alguien recibía de otro individuo podía ser significativamente mayor que el costo del

donante. Debido a que el ser humano es capaz de tener estas relaciones de intercambio social. Cosmides y Tooby (1992) conjeturan que los seres humanos debemos contar con uno o más módulos darwinianos, cuyo trabajo es reconocer los acuerdos de intercambios recíprocos y detectar a los tramposos que aceptan los beneficios de tales acuerdos pero que no están dispuestos a pagar el costo que estos conllevan.

No obstante lo anterior, cabe preguntar si ¿debemos aceptar esa conclusión a la que llegan los psicólogos evolucionistas? Haciendo uso de la distinción anterior podemos sostener que el caso de la raíz de cassava y la tribu imaginaria es un caso c), es decir, i. no es familiar y ii. es familiar. Sin embargo, en el caso de la carne de puerco y vino tinto nos encontramos en caso b) i. no es familiar y ii. es familiar². Nos podemos preguntar, ¿realmente Cosmides y Tooby (1992) han mostrado que la familiaridad no implica la mejor ejecución de una tarea? Consideramos que hay un sentido en que lo han hecho, pero no es el único en el que se puede entender la familiaridad. Se esperaría mayor evidencia empírica que demuestre que cualquier tipo de familiaridad, i.e., los casos a), b) y c) señalados anteriormente, no implica una mejor ejecución de razonamiento.

La cuestión de la familiaridad en la psicología cognitiva no se reduce a una preocupación entre los psicólogos evolucionistas, ni tampoco al problema de si se razona de manera adecuada o no. La familiaridad ha sido llevada a la postulación de la explicación misma de cómo los seres humanos razonamos. Goel (2007), por ejemplo, sostiene que el razonamiento en general puede ser entendido por un conjunto de

2 Se han señalado críticas acerca de la arbitrariedad de algunas pruebas de selección de tarjetas para apoyar el efecto de contenido (Buller, 2005). Posteriormente revisaremos otra manera de explicar las diferencias en la ejecución de la tarea de selección de tarjetas.

sistemas fraccionados, entre ellos se encuentra un sistema para razonar sobre problemas familiares y otro para problemas no-familiares³. Sin embargo, ni el trabajo de Cosmides y Tooby ni el trabajo de Goel profundizan en la familiaridad, aun cuando dicha noción juega un papel importante en sus propuestas.

En suma, queremos señalar que en este caso el término contexto se reduce a la familiaridad del problema presentado en una prueba, i.e., se dice que un contexto es familiar o no es familiar, pero como acabamos de señalar existen distintas maneras de entender esta familiaridad y no todas son equivalentes (pues pueden hacer referencia al contenido o a las relaciones). ¿Es la única manera en que se ha usado la noción de contexto en psicología cognitiva del razonamiento? En la siguiente sección veremos que ésta no es la única manera en que se ha entendido qué es un contexto.

Contexto entendido como el formato en que se plantea un problema

Junto con la tarea de selección de tarjetas, uno de los problemas más intensamente estudiados en torno al razonamiento se relaciona con los juicios sobre la probabilidad, en particular, un experimento conocido coloquialmente como “Linda, la cajera feminista”. El experimento es el siguiente:

Linda tiene 31 años de edad, es soltera, inteligente y muy brillante. Linda estudió filosofía

y como estudiante estuvo profundamente preocupada por los problemas de discriminación y justicia social; participó también en manifestaciones anti-nucleares.

De los siguientes enunciados indica qué es más probable:

1. Linda es maestra de primaria.
2. es cajera en un banco.
3. Linda es cajera en un banco y es activista de movimientos feministas. (Stein, 1996, p. 93)

De entre el 80% y el 89% consideraron que el enunciado (3) tiene mayor probabilidad que el enunciado (2). Este resultado parece señalar que los sujetos del experimento cometen la falacia de la conjunción al sostener que un evento compuesto (“Linda es cajera y feminista”) es más probable que un evento simple (“Linda es cajera”)⁴. El resultado es similar a sujetos con estudios (alrededor del 80% cometen la misma falacia), incluso a aquellos que cuentan con estudios en matemáticas y estadística (Piatelli-Palmarini, 2005). Lo anterior ha hecho que se defienda que los sujetos del experimento no cuentan con la competencia de razonamiento adecuada.

Sin embargo, tanto los psicólogos evolucionistas como el grupo ABC, ponen en duda la interpretación de este problema. Según estos psicólogos, *en ciertos contextos* es posible mostrar cómo los seres humanos sí tenemos la competencia adecuada (Gigerenzer, 1991; Cosmides & Tooby, 1996; Hertwig & Gigerenzer, 1999). Lo relevante para los propósitos de este trabajo es que cuando los psicólogos y otros teóricos que han

3 Según Goel (2007), los distintos estudios neurológicos sobre la actividad del cerebro cuando los sujetos se enfrentan a distintas tareas de razonamiento deductivo indican que: hay un sistema lateralizado que corresponde a la fracción izquierda frontal-temporal que procesa material familiar y conceptualmente coherente; y también un sistema visuoespacial parietal bilateral, con alguna participación frontal dorsal, que procesa material no familiar o conceptualmente incoherente.

4 El principio que se estaría violando parte de la teoría de la probabilidad y comúnmente se formula como sigue: $P(A \& B) < P(A)$. Detrás de esta idea se está partiendo de una visión estándar de la racionalidad, según la cual “ser racional es razonar conforme a los principios de razonamiento que están fundados en las reglas de la lógica, la teoría de la probabilidad u otras teorías formales.” (Stein 1996, p. 4).

analizado esta tarea del razonamiento hacen uso de la noción de contexto en este experimento no es de la misma manera en que lo hacen en la sección anterior, es decir, no tiene que ver necesariamente con el contenido o las relaciones entre el problema. La manera en que los psicólogos evolucionistas y Gigerenzer y su grupo presentan este caso es como un “formato del problema”.

Partiendo de ciertos supuestos evolucionistas acerca del tipo de problemas a los que los ancestros humanos pudieron enfrentarse, Cosmides y Tooby (1996), así como Gigerenzer y su grupo (Gigerenzer et al. 1999), proponen que seguramente la mente humana seleccionó un tipo de mecanismo que permite procesar información que es proporcionada en frecuencias y hace generalizaciones. A esta hipótesis se le conoce como la hipótesis frecuentista (Cosmides & Tooby, 1996; Gigerenzer & Hoffrage, 1995; Hertwig & Gigerenzer, 1999; Samuels, Stich & Faucher, 2004). En sus propias palabras: “La hipótesis [frecuentista sostiene] que parte de nuestros mecanismos de razonamiento inductivo incorporan aspectos del cálculo de probabilidad, pero están diseñados para tomar frecuencias como insumos y producir frecuencias como resultados” (Cosmides & Tooby, 1996, p. 5).

De acuerdo con los defensores de la hipótesis frecuentista, si la mente cuenta con mecanismos que procesan y dan como resultado información en formato de frecuencias, entonces, en los contextos con estos formatos, dichos mecanismos ofrecerán una respuesta normativamente adecuada. De hecho, su trabajo experimental parece mostrar lo anterior⁵. En una versión di-

ferente, se presenta el mismo experimento de “Linda, la cajera feminista” y en él parece haber una ejecución diferente. La versión frecuentista del experimento es la siguiente:

Linda tiene 31 años de edad, es soltera, inteligente y muy brillante. Linda estudió filosofía y como estudiante estuvo profundamente preocupada por los problemas de discriminación y justicia social; participó también en manifestaciones anti-nucleares.

Hay 100 personas que cumplen con la descripción arriba presentada.

¿Cuántas de ellas son:

1. Maestras de primaria?
2. Cajeras?
3. Feministas y cajeras en un banco? (Samuels, Stich & Faucher, 2004, p. 152)

Según los psicólogos evolucionistas, en la versión frecuentista de “Linda, la cajera feminista” solamente el 22% de los sujetos consideraron que la opción “feministas y cajeras de un banco” era más probable que la opción “cajeras”.

Si bien resulta interesante que los resultados entre dos versiones de un mismo problema son significativamente distintos, nos interesa dirigir la atención, a que las dos versiones cuentan con el mismo contenido y el mismo tipo de relaciones entre los sujetos del experimento, sin embargo, el formato en que se presentan es distinto. En la primera versión del experimento revisado al inicio de esta sección se tiene un formato subjetivista, pues se hace una pregunta por la

⁵ En este trabajo nos centramos en el problema de “Linda, la cajera feminista”, sin embargo, éste no es el único experimento que ha sido reinterpretado por los defensores de la hipótesis frecuentistas, por ejemplo, ellos consideran que los sesgos en relación al exceso de confianza o el rechazo de la razón de base también desaparecen (Cosmides & Tooby, 1996).

probabilidad subjetiva de un evento singular⁶. En la segunda versión, en cambio, se está frente a un formato frecuentista, pues la pregunta está planteada por la frecuencia de un evento dada una clase particular. Los dos formatos son maneras de representar información probabilística que es matemáticamente equivalente, pero que puede ser procesada o no con los algoritmos adecuados (Gigerenzer & Hofgrage, 1995).

En algunas ocasiones, el ejemplo usado para ilustrar los diferentes formatos hace referencia a los distintos formatos en que se presentan los números. Los números pueden ser representados en diferentes sistemas (romano, arábigo, binario etc.). Esas representaciones pueden ser convertidas o trasladadas de un sistema a otro y en ese sentido pueden ser matemáticamente equivalentes. No obstante, la forma de representación, según los psicólogos evolucionistas, puede hacer una gran diferencia en el algoritmo que hace la multiplicación. Por ejemplo, una calculadora de bolsillo que ha sido creada para recibir números arábigos como insumos, fallaría en realizar un cálculo si le introduyéramos números binarios aunque dicha calculadora funcione correctamente. De igual manera, estos psicólogos cognitivos sugieren que así como una calculadora fue hecha para operar solamente con números arábigos como insumos, así también la mente del ser humano fue diseñada para realizar cálculos probabilísticos con formatos de frecuencias como insumos. Lo relevante aquí es que cuando los teóricos sugieren que en

el caso de “Linda, la cajera feminista” los sujetos se enfrentan a contextos distintos, no parecen estarlo haciendo en relación al contenido y relaciones, sino al formato del problema. Si lo anterior es correcto, denominar a cada una de las versiones del problema de “Linda, la cajera feminista” como contextos distintos, ofrece un significado distinto a la noción de contexto revisada en la primera sección.

Contexto entendido como perspectiva

Hasta aquí se ha señalado que “contexto” se equipara ya sea con la familiaridad del problema (tanto con relación al contenido y a las relaciones) como al formato de un problema (ya sea subjetivo o frecuentista), pero estos modos no son los únicos en que se ha hecho uso de este término. Nuevamente volviendo a la tarea de selección de tarjetas, Gigerenzer y su grupo (Giegerenzer et al, 1999) han descubierto que el contenido y la relación por sí mismos no suponen la buena ejecución de un problema de razonamiento sino la *perspectiva* que un sujeto tiene que tomar en la tarea en cuestión. Lo interesante es que cuando hacen referencia a la perspectiva de la que hace uso el sujeto que razona, refieren nuevamente el uso del término contexto.

En un experimento llamado “cambio de perspectiva”, Gigerenzer y Hug (1992) dieron a dos grupos una tarea de selección de tarjetas en la que deberían buscar violaciones de las normas del contrato social como: “Si un empleado recibe una pensión, entonces ese empleado debe haber trabajado para la empresa durante al menos 10 años.” La única diferencia entre los dos grupos fue que a un grupo se le dijo “Tú eres el empleador”, mientras que al otro grupo se le dijo “Tú eres el empleado.” Las tarjetas son las siguientes:

6 De hecho, muchas veces los defensores de la hipótesis frecuentista parecen sugerir que la probabilidad subjetiva o de eventos singulares es algo que parece no tener ningún sentido en teoría de la probabilidad (Gigerenzer, 1991). Sin embargo, algunas veces son más cautos y se limitan a decir que puede que la probabilidad subjetiva tenga sentido, pese a ello, son los mecanismos con los que contamos los seres humanos los que no incorporan este tipo de probabilidad (Cosmides & Tooby, 1996).

Figura 5. Tarea de selección de tarjetas en la versión cambio de perspectiva

Tiene una pensión	No recibe una pensión	Trabajó para la empresa 10 años	Trabajó para la empresa 8 años
-------------------	-----------------------	---------------------------------	--------------------------------

Fuente: (Samuels, Stich y Faucher, 2004, p. 154)

En la teoría del contrato social, lo que cuenta como *hacer trampa*, o la violación de un contrato, depende muchas veces de la perspectiva que uno tenga dentro del contrato (pensemos por ejemplo en un contrato de compra-venta donde el vendedor y el comprador tienen distintos derechos y obligaciones). En el caso de la tarea de selección recién presentado, proveer una pensión es un costo que tiene que pagar el empleador para beneficiar al empleado mientras que trabajar por 10 años o más es un costo que el empleado tiene que pagar para beneficiar al empleador. De esta manera, el evento “Si un empleado recibe una pensión” es considerado un costo o un beneficio dependiendo de si se toma la perspectiva del empleador (= costo) o del empleado (= beneficio). Lo interesante de estas tareas de selección es que nos encontramos frente a la misma relación y al mismo contenido, de hecho, en los dos casos, tanto la relación y el contenido son familiares (nos enfrentamos con la situación a) de la primera sección de este documento); sin embargo, la ejecución cambia porque la perspectiva tomada por el sujeto razonador es distinta. El número de perspectivas que puede tener un problema de razonamiento depende del problema particular que esté enfrentando el sujeto. En este sentido es posible distinguir en estos casos de tarea de selección de tarjetas dos perspectivas distintas, como las que recién hemos presentado. Los psicólogos evolucionistas han usado los resultados anteriores para defender tesis muy particulares que no se profundizarán⁷ pero a este respecto Cosmides y Tooby señalan que: La definición de trampa

también depende del punto de vista que el agente está tomando. La perspectiva importa porque el objeto, acción o estado de cosas que desde una parte se ve como un beneficio puede ser visto como un requisito desde la otra parte. El sistema necesita ser capaz de computar las representaciones costo- beneficio desde una perspectiva de un participante y definir la trampa a partir de esa perspectiva relativa (2005, p. 593).

Si lo hasta aquí señalado es correcto. La perspectiva representa otra manera de ver un contexto en las tareas de razonamiento cognitivo. No existe una única manera de separar estas perspectivas, pero en el caso analizado al menos éstas dependen de la relación costo beneficio en ámbitos familiares (tanto de relaciones como de contenido). Si lo anterior es el caso, la noción de contexto que es usada en la primera sección no es la misma que la usada en esta sección, pues como vimos, las dos tareas de selección de tarjetas son parte de un mismo contexto cuando se entiende éste como la familiaridad de un problema, pero no son el mismo contexto cuando hacemos referencia a la perspectiva.

Contexto entendido como la diferencia en la naturaleza del conectivo lógico

En las secciones primera y tercera del trabajo hemos expuesto diferentes versiones de la tarea de selección de tarjetas. Los diferentes resultados en la ejecución de dichas tareas han sido usados por distintos teóricos para señalar que el cambio de contexto es importante para la solución de una tarea de razonamiento. Distintos teóricos (Cosmides & Tooby, 2005; Stein, 1996, Samuels, Stich & Faucher, 2004) han sostenido que lo que tienen en común esas tareas de selección es una misma estructura lógica, pues en todos ellos se pide probar la verdad de un enunciado del tipo “si A, entonces B”. Por ese motivo, se ha buscado la explicación de

⁷ En particular lo han usado para defender que el módulo de detección de tramposos.

las diferencias en la ejecución de la tarea de selección de tarjetas no en aspectos lógicos, sino en el contenido del problema o en la perspectiva de los individuos ante éste.

A diferencia de estas explicaciones, críticos de los psicólogos evolucionistas, en especial Fodor (2000) y Buller (2005, véase también Buller, Fodor & Crume, 2005), han señalado que lo que explica la diferencia entre la ejecución en las tareas de selección se debe a que tienen una estructura lógica distinta. En particular, estos autores sostienen que en la tarea de selección abstracta presentada en la primera sección (aquella con el condicional: “Si hay una vocal en un lado de la carta, entonces hay un número par en el otro lado”) el condicional es de tipo indicativo.

Mientras que en las tareas de selección con contenido social, como las que presentamos en la primera sección y la sección tercera (por ejemplo, aquella con el condicional: “Si un hombre come raíz cassava, entonces debe tener un tatuaje en su cara”) el condicional es de tipo deóntico. Así, las tareas de selección abstracta y aquellas con contenido social, según estos autores, parecen tener la misma estructura “si A, entonces B”, pero hacen referencia a un condicional indicativo o a un condicional deóntico. Según Buller (2005), en los condicionales de tipo indicativo “si A, entonces B” la verdad de la oración B es condicional o depende de la verdad de la oración A. Los condicionales indicativos son usados para hacer afirmaciones sobre hechos. En contraste, los condicionales deónticos “si A, entonces B” son usados para imponer obligaciones. En lugar de hacer afirmaciones sobre la verdad de una oración B a partir de la verdad de otra oración A, crean una obligación a partir de la verdad de una oración. En el caso de “Si un hombre come raíz cassava entonces debe tener un tatuaje en su cara” se crea la obligación o recomendación de “tener un tatuaje en la cara” a partir de “comer raíz de cassava”. De hecho,

Buller, Fodor & Crume (2005) distinguen entre dos tipos de condicionales deónticos, aquellos que tienen que ver con obligaciones y aquellos que tienen que ver con recomendaciones. Más precisamente, sostener “es obligatorio que P” implica “está prohibido que no-P”, mientras que sostener “es recomendable que P” implica “no está prohibido que P”.

La idea de Buller es que el resultado de la ejecución adecuada en tareas de selección se debe a si el condicional es indicativo o es deóntico, debido a que: “Las tareas de selección que producen un nivel de ejecución alto implican condicionales deónticos, mientras que las tareas de selección que producen un nivel de ejecución bajo implican condicionales indicativos” (Buller, 2005, p. 182).

Lo interesante para los propósitos de este trabajo es que cuando los defensores de esta propuesta presentan la diferencia en los condicionales, afirman que los tipos de condicionales dan lugar a, o están inmersos en dos contextos distintos. Buller afirma que una manera de entender por qué los sujetos no responden de manera adecuada a la tarea de selección se debe a que: Los condicionales indicativos *incorporan conexiones arbitrarias* entre el antecedente y el consecuente, y las historias en las que los condicionales están incrustados proveen información contextual insuficiente para hacer que la conexión sea sensata...debido a que esta información está ausente, los sujetos no saben cuál es el tipo lógico de la oración condicional que tienen enfrente, y consecuentemente son incapaces de ejecutar las tareas lógicas con respecto a ese condicional (Buller, 2005, p. 180, el énfasis es nuestro).

Así, Buller parece afirmar que el condicional indicativo suele ser arbitrario, además, está acompañado de una historia que no permite a los sujetos darse cuenta del tipo de condicional que “tienen enfrente”. De este modo, el contexto parecería formarse tanto por el condicional

indicativo como por una historia. La visión de contexto es parcialmente compatible con las visiones que hemos revisado de contexto en la sección 2, aunque aquí se añadiría el tipo de condicional. Independientemente de lo anterior, nos encontramos con un elemento distinto para entender qué podría ser un contexto dentro de la tarea de selección de tarjetas, esto es, la naturaleza del conectivo lógico, ya sea indicativa o deóntica. No obstante, este elemento no se encuentra en las nociones de contexto que habíamos revisado anteriormente.

Contexto entendido como ambiente

Existe un famoso debate entre dos de los grupos más importantes en la psicología cognitiva del razonamiento, a saber la tradición de heurística, sesgo y la racionalidad acotada. La tradición de heurística y sesgo sostiene que el razonamiento humano puede ser modelado en heurísticas, es decir, estrategias mentales particulares para resolver problemas específicos. Este programa de investigación sugiere que los humanos cometemos una gran cantidad de errores de razonamiento o sesgos debido a nuestro uso y confianza en las heurísticas. En ese sentido, se asocia a este programa una visión pesimista en la que los seres humanos no razonamos adecuadamente. Por su parte, los defensores de la racionalidad acotada sostienen que las heurísticas, lejos de llevarnos a cometer errores de razonamiento, nos ayudan a razonar mejor, a hacer mejores juicios, y a tomar mejores decisiones. En ese sentido, se asocia a la racionalidad acotada una visión optimista, en donde los seres humanos razonamos fundamentalmente de manera adecuada.

En este debate (representado por Kahneman & Tversky (1996) del lado del programa de heurística y sesgo, y Gigerenzer (1996) defendiendo a la racionalidad acotada) encontramos

una acusación común, a saber, que la postura rival no toma en cuenta el contenido y el contexto en el cual los seres humanos razonamos. En este debate, recogido en parte por la revista *Psychological Review*, Gigerenzer (1996) acusa explícitamente a Kahneman y Tversky (1996) de no tener en cuenta el contenido y el contexto en el estudio del razonamiento. Hertwig y Gigerenzer (1999) sostienen -haciendo referencia a ese debate y en particular al problema de “Linda, la cajera feminista” revisado en la sección 2- que Kahneman y Tversky hacen uso de una norma en sentido estrecho y es aplicada de un modo que es ciega al contenido y al contexto. Ante esta acusación los defensores de la tradición de heurística y sesgo afirman:

Quizá la más seria malinterpretación de su parte [refiriéndose a Gigerenzer] se relaciona con que los juicios heurísticos son “independientes del contenido y el contexto”... Nada puede estar más alejado de la verdad. El reconocimiento de que diferentes formas de presentar el mismo problema... puede dar lugar a diferentes procesos mentales ha sido una constante de nuestro acercamiento... (Kahneman y Tversky, 1996, p. 583).

Así, dos teorías psicológicas en pugna consideran que toman en cuenta el contenido y el contexto en el que el sujeto razona⁸ y al mismo tiempo afirman que su respectiva teoría rival los ha malinterpretado asumiendo que no lo hacen. El hecho anterior es peculiar porque la noción de contexto aparece junto con la noción de contenido, como si estas dos nociones significara cosas distintas, algo que como hemos señalado muchas veces, se ha tomado como sinónimo. Sin embargo, nunca en este debate psicológico entre

8 Los psicólogos evolucionistas, al igual que las dos propuestas del debate aquí expuestas, también afirman que “los datos sobre el razonamiento inductivo indican que no contamos con procedimientos de razonamiento inductivo independientes de contenido y contexto” (Cosmides & Tooby, 1991, p. 499).

la tradición de heurística y sesgo y los defensores de la racionalidad acotada se explica qué es lo que cada uno de los defensores de dichas propuestas entiende por contenido y contexto.

Una posible manera de entender contexto en este debate, al menos con relación a la racionalidad acotada, es recurrir a la idea que ha desarrollado Gigerenzer y su grupo en cuanto al ambiente. Siguiendo la metáfora de las tijeras usada originalmente por Herbert Simon, los defensores de la racionalidad acotada señalan que la conducta racional está moldeada por dos navajas de una misma tijera: la estructura del ambiente y la capacidad computacional del individuo. En otras palabras, Gigerenzer y su grupo afirman que la racionalidad de una capacidad mental que procesa información (en particular ellos han defendido la existencia de heurísticas rápidas y frugales) depende del buen ajuste que tenga con un ambiente particular (Gigerenzer, Todd & el grupo ABC, 1999). Así, su programa busca entender la interacción entre las capacidades mentales y el ambiente. ¿Qué es lo que Gigerenzer y su grupo entienden por ambiente? Los defensores de la racionalidad acotada, que muchas veces han denominado a su propuesta como racionalidad ecológica, precisamente por la importancia que ella tiene el ambiente en el que el sujeto que razona se encuentra, no han aclarado cómo se debe entender esta noción. Arnau et al. (2013) proponen tres grandes maneras de entender qué es ambiente a partir de sus aspectos: descriptivo, normativo y prescriptivo⁹.

Según Arnau, Ayala y Sturm (2013), una de las maneras de ver al ambiente es como medio físico. De acuerdo con estos autores, algunos ejemplos de heurísticas requieren que el agente

esté en contacto con el ambiente físico relevante. Además, el agente confía en la manipulación del ambiente para solucionar los problemas. “En la medida en que alteran la estructura física e informacional del ambiente, esos procesos conducen al agente a estar más cerca de la solución de un problema; así son parte del procesamiento del problema del agente” (Arnau, Ayala & Sturm, 2013, p. 9). Un ejemplo de ambiente físico y su relación con una heurística, es el usado por Gigerenzer y su grupo para explicar cómo un jugador de béisbol atrapa una pelota que ha sido bateada (Gigerenzer & Selten, 2001). En términos generales, el jugador debe fijar su mirada en la pelota lanzada y correr en su dirección, además debe ajustar la velocidad de modo que el ángulo de su mirada permanezca constante. Siguiendo esta heurística, según Gigerenzer y su grupo, un jugador es más eficiente para atrapar una pelota confiando en su ambiente físico y cómo se modifica, que en el cálculo formal y la acción que tendría que llevar a cabo para atrapar la pelota.

Como hemos señalado, los defensores de la racionalidad acotada, sostienen la idea de la racionalidad ecológica (en la que hacen uso de la metáfora de las tijeras) en que la racionalidad de las heurísticas se define como el acuerdo entre el procesamiento interno y el ambiente. En este caso, según los autores, *el ambiente se entiende principalmente como la estructura de información disponible a los agentes*. Esta estructura de información está definida por propiedades como la redundancia de las pistas, la variabilidad de validez de las pistas, el tamaño de las muestras, etc. Así, según los defensores de la racionalidad acotada, la ejecución del razonamiento está determinada por el acuerdo entre las estrategias de razonamiento y *los rasgos informacionales* del ambiente que implican el éxito relativo de una estrategia. En ese sentido, la racionalidad ecológica no es algo que dependa de un algoritmo procesado internamente sino de un “complejo

9 Estas tres maneras de entender ambiente están relacionadas con la totalidad de su proyecto de investigación y no solamente con las tareas de razonamiento que hemos revisado en las anteriores secciones.

algoritmo-interno-en-un-ambiente-específico” (Arnau, Ayala & Sturm, 2003, p. 10). Los autores señalan además que algunas veces lo normativo no se encuentra simplemente en el ambiente, sino que es producto del acoplamiento en curso del agente con el ambiente. Es relevante tener en cuenta cómo la conducta del agente moldea el ambiente que determina la ejecución de la estrategia de razonamiento disponible¹⁰. Según diversos autores, una de las tareas de las teorías del razonamiento es ofrecer estrategias sobre cómo se debe razonar, de hecho, los defensores de la racionalidad acotada han intentado llevar a cabo esta tarea (Bishop & Trout, 2005). Teniendo en cuenta la metáfora de las tijeras usada por la racionalidad ecológica, para lograr un buen ajuste entre las navajas se pueden seguir dos estrategias: cambiar lo que ocurre al interior de los agentes o cambiar el ambiente. Un ejemplo de la segunda estrategia es el paso del uso de porcentajes al uso de frecuencias que usan los médicos para evaluar la probabilidad de riesgos. Al igual que el ejemplo “Linda, la cajera feminista”, que hemos expuesto anteriormente, se tienen trabajos de cómo los médicos evalúan la confiabilidad de un diagnóstico médico. En general, cuando la información es presentada en porcentajes, los médicos suelen tener una mala ejecución, cuando el mismo problema es presentado en frecuencias, en cambio, la ejecución mejora considerablemente (Gigerenzer y Hoffrage, 1995). Lo interesante aquí para los propósitos de este trabajo es que parece ser que Arnau, Ayala y Sturm (2013) mencionan que ambiente se entiende de manera distinta al ambiente físico y a la estructura de la información. No obstante, no aclaran lo anterior y se limitan a señalar que:

10 De hecho, Arnau, Ayala y Sturm (2013) defienden que la racionalidad acotada es un tipo de cognición andamiada, pues además de reconocer la importancia de lo que está fuera del sujeto, se admite que el sujeto puede modificar el ambiente y éste al sujeto.

el objeto de la manipulación de las propuestas de cambia-el-ambiente no es ni el ambiente material que juega un papel en la ejecución de la heurística ni las propiedades de la estructura de la información del ambiente que juega un papel general en la evaluación de la ejecución de la heurística. Más bien, *se centra en los recursos simbólicos y representacionales*, que por eso mismo se asume que juegan un papel computacional (2013, p. 12, el énfasis es nuestro).

Si el recurso simbólico y representacional es el cambio de formato, en los casos como “Linda, la cajera feminista” y el diagnóstico médico, es posible que Gigerenzer y su grupo vean al ambiente como un tipo de formato representacional, es decir, la idea de contexto revisada en la segunda sección de este documento. Sin embargo, parece que esta noción de ambiente es distinta a sus ideas de ambiente físico y ambiente como estructura de información.

En suma, Arnau, Ayala y Sturm (2013) consideran que en el trabajo de la racionalidad acotada existen al menos tres maneras distintas de entender ambiente, cada una relacionada con distintos aspectos en las teorías de razonamiento, i.e., el descriptivo, el normativo y el prescriptivo. Bajo el aspecto descriptivo, se ve al ambiente como el ambiente físico, bajo el aspecto normativo, se le concibe como la estructura de información disponible al sujeto y, por último, bajo el aspecto prescriptivo, se concibe al ambiente como los recursos simbólicos y representacionales. No deseamos evaluar la propuesta de Arnau, Ayala y Sturm (2013), sino que nos limitaremos a usarla para mostrar cómo, si la noción de contexto se entiende como ambiente dentro de la teoría conocida como racionalidad acotada, entonces existen distintas maneras de entender qué es un contexto y no parece claro que dichas nociones sean del todo equivalentes a las que hemos expuesto anteriormente.

Observaciones finales

En el trabajo hemos presentado varias ideas en relación al contexto que pueden enlistarse de la siguiente manera:

1. Contexto como familiaridad: la familiaridad se puede dar en varios sentidos, en relación con el contenido y con las relaciones entre los elementos de un experimento.
2. Contexto como formato: se ha expuesto cómo en relación con el razonamiento probabilístico algunos grupos han defendido que puede haber contextos formados por formatos subjetivos y por formatos frecuentistas.
3. Contexto como perspectiva: se ha señalado que los psicólogos evolucionistas aplican la noción de contexto al punto de vista que debe tomar un sujeto dentro de un problema de razonamiento.
4. Contexto originado por la diferencia en el tipo de conectivo lógico: un contexto puede ser sugerido por un conectivo de tipo indicativo y otro por un conectivo de tipo deóntico.
5. Contexto como ambiente: en el que se pueden distinguir aspectos descriptivos, normativos y evaluativos. Estos aspectos hacen referencia al ambiente visto de modo físico, al ambiente como la estructura de la información y el ambiente como recursos simbólicos y representacionales.

Una conclusión obvia que parece desprenderse del anterior listado es que la idea de contexto en

la psicología cognitiva no hace referencia a una única noción, sino a diferentes nociones que están emparentadas, pero no parecen ser idénticas. Estas distinciones ayudan a entender qué significa un contexto, además, permiten comprender de mejor manera los debates en torno a los elementos que influyen en el razonamiento de los seres humanos. Sugerimos que es necesario continuar el análisis del término “contexto” a partir del listado aquí propuesto, en particular, para saber si existen equivalencias o considerables diferencias entre las distintas nociones de contexto, y las relaciones que derivan de éstas.

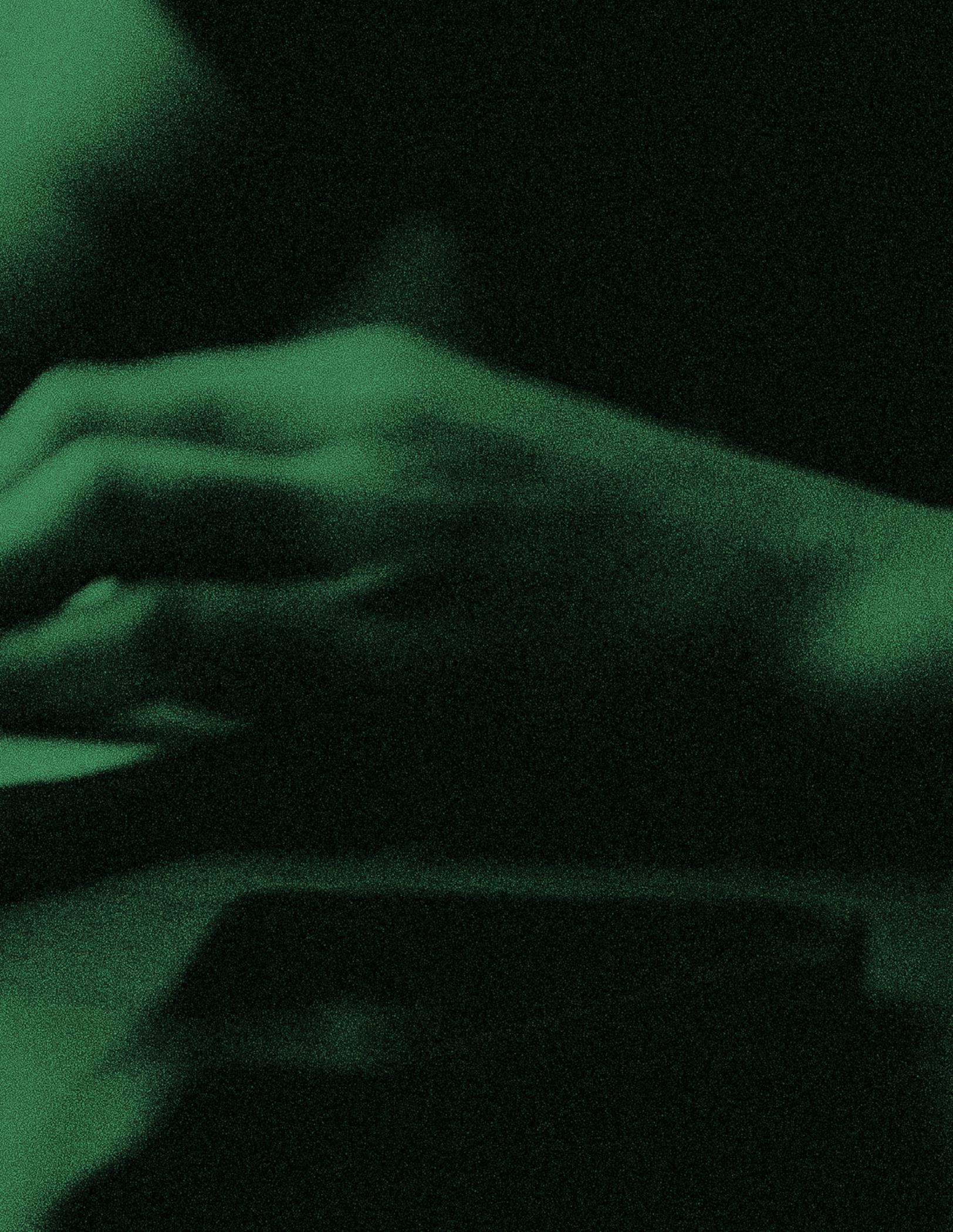
A pesar de la necesidad de hacer un análisis más extenso sobre las ideas que están detrás del término contexto, es preciso reconocer como aporte las posibles aplicaciones concretas de estas distinciones. En la sección anterior, por ejemplo, señalamos que dos grupos de psicólogos (Kahneman & Tversky, 1996, Gigerenzer, 1996) han debatido entre sus teorías de razonamiento indicando que su respectivo grupo rival no ha puesto atención en el contexto en donde los seres humanos razonamos. Específicamente, uno de estos grupos de psicólogos (los defensores de la racionalidad acotada) defiende que los seres humanos somos racionales, mientras que el otro grupo (la tradición de heurística y sesgo) considera que cometemos sistemáticos errores de razonamiento. Analizar cómo cada uno de ellos integra el contexto en donde los seres humanos razonamos puede seguramente echar luz al debate psicológico sobre razonamiento y racionalidad.

Referencias

- Arnau, E., Ayala, S., & Sturm, T. (2013). Cognitive externalism meets bounded rationality. *Philosophical Psychology*, 27, 50-64.
- Bishop, M., & Trout, J. D. (2005). *Epistemology and the Psychology of Human Judgment*. New York: Oxford University Press.
- Buller, D. (2005). *Adapting minds. Evolutionary Psychology and the Persistent Quest for Human Nature*. Cambridge MA: The MIT Press.
- Buller, D., Fodor, J., & Crume, T. (2005). The emperor is still under-dressed. *Trends in Cognitive Science*, 9(11), 508-510.
- Cosmides, L., Tooby, J. (1991). Reasoning and Natural Selection, In R. Dulbecco, *Encyclopedia of Human Biology*, vol. 6, 493-503. Cambridge MA: Academic Press.
- Cosmides, L., & Tooby, J. (1992). Cognitive Adaptations for Social Exchange, In J. Barkow, et al. (ed.). *The Adapted Mind*, (pp. 164-228.). New York: Oxford University Press.
- Cosmides, L., & Tooby, J. (2005). Neurocognitive Adaptations Designed for Social Exchange, In D. Buss. (ed.). *Evolutionary Psychology Handbook*, (pp. 584-627). New York: Wiley.
- Fodor, J. (2000). Why we are so good at catching cheaters, *Cognition*, 75, 29-32.
- Gigerenzer, G. (1991). How to Make Cognitive Illusions Disappear: Beyond “Heuristics and Biases”. *European Review of Social Psychology*, 2, 83-115.
- Gigerenzer, G. (1996). On Narrow Norms and Vague Heuristics: A Reply to Kahneman and Tversky. *Psychological Review*, 103, 592-598.
- Gigerenzer, G., & Hoffrage, U. (1995). How to Improve Bayesian Reasoning Without Instruction: Frequency Formats. *Psychological Review*, 102(4), 684-704.

- Gigerenzer, G., & Hug, K. (1992). Domain-specific reasoning: Social contracts, cheating and perspective change. *Cognition*, *43*, 127-171.
- Gigerenzer, G., & Selten, R. (eds.). (2001). *Bounded Rationality. The Adaptive Toolbox*. Cambridge: MIT Press.
- Gigerenzer, G., Todd, P. & Grupo ABC. (1999). *Simple Heuristics That Make Us Smart*. New York: Oxford University Press .
- Goel, V. (2007). Fractionating the System of Deductive Reasoning. In E. Kraft, B. Gulyás & E. Pöppel (eds.). *Neural Correlates of Thinking*, (pp. 203-218). Berlin: Springer.
- Hertwig, R., Gigerenzer, G. (1999). The 'conjunction fallacy' revisited: How intelligent inferences look like reasoning errors. *Journal of Behavioral Decision Making*, *12*, 275-305.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1996). On the reality of Cognitive Illusions. *Psychological Review*, *103*, 582-591.
- Piatelli-Palmarini, M. (2005). *Los túneles de la mente*. Barcelona: Crítica.
- Samuels, R., Stich, S., & Faucher, L. (2004). Reason and rationality. In Niiniluoto et al. (ed.) *Handbook of Epistemology*, (pp. 131-179).
- Dordrecht: Kluwer, Stein. E. (1996). Without Good Reason. *The Rationality Debate in Philosophy and Cognitive Science*. Oxford: Clarendon Press.
- Wason, P. (1966). Reasoning. In B. Foss (ed.), *New Horizons in Psychology*, (pp. 135-151). Harmondsworth: Penguin.





Gestión Editorial de la Revista

I. GENERALIDADES

1. Misión

Tesis Psicológica es una revista de carácter académico y científico de la Facultad de Psicología de la Fundación Universitaria Los Libertadores; busca contribuir con la divulgación de la investigación en psicología, desde sus diversos enfoques, campos de intervención y la discusión de sus problemas epistemológicos, generando así escenarios de discusión que contribuyan al fortalecimiento de la comunidad académica e investigativa en aras de la generación de aportes que inciden en el contexto social, en concordancia con el compromiso social que caracteriza a la Institución.

2. Orientación

Tesis Psicológica es una Revista de la Fundación Universitaria Los Libertadores, Facultad de Psicología, semestral, disciplinar, destinada a divulgar los avances de la investigación en psicología. Se constituye en un espacio para acoger el debate y la pluralidad de puntos de vista que alimentan y constituyen la disciplina, los fundamentos y giros epistemológicos en que se sustenta, así como el mantenimiento de una reflexión crítica respecto de la psicología en dialogo con otras disciplinas.

3. Público objetivo

La Revista está dirigida a la comunidad académica de la psicología, así como a las personas y entidades que la ejercen como profesión; además de otras ciencias sociales y humanas que comparten campos y problemáticas afines.

4. Área científica según la clasificación de la Organización para la Cooperación del Desarrollo Económico (OCDE) (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación [Colciencias] 2017, p. 197).

Gran Área	: 5. Ciencias sociales
Área	: 5.A Psicología
Disciplina	: 5A01 Psicología (incluye relaciones hombre – máquina) : 5A02 Psicología (incluye terapias de aprendizaje, habla, visual y otras discapacidades físicas y mentales).
Área	: 5.1 Otras Ciencias Sociales
Disciplina	: 5I01 Ciencias sociales, interdisciplinaria.

5. Periodicidad

La Revista Tesis Psicológica es una publicación semestral, por consiguiente, edita dos números al año, así, la primera edición abarca el periodo enero - junio; y la segunda, julio - diciembre. Cada edición se publica en los meses de junio y diciembre respectivamente.

6. Acceso abierto

Tesis Psicológica es una publicación científica Open Access-Acceso Abierto, sin ningún tipo de restricción que impida su consulta y descarga de artículos.

7. Información para obtener y reproducir los documentos publicados

Tesis Psicológica autoriza la reproducción total o parcial de los artículos citando al autor y a la fuente, únicamente con fines académicos. Para la reproducción total o parcial de los artículos de la revista con otros fines, se requiere solicitar autorización por escrito a la Institución a través del Departamento de Producción Editorial y al Editor de la Revista.

Las ideas emitidas en esta publicación son responsabilidad de los autores, no comprometen al Editor, al Director, a la Facultad, ni a la Institución. Se autoriza la reproducción de los artículos citando al autor y a la fuente, únicamente con fines académicos.

8. Tipología de artículos

La Revista Tesis Psicológica recibe la postulación de artículos siguiendo la clasificación planteada por Colciencias (2017).

a. Artículo de investigación científica original. Documento derivado de proyectos de investigación finalizados en el que se presenta detalladamente sus resultados. Para considerar que el artículo corresponde a este tipo, debe cumplir con los siguientes criterios de forma o estructura:

1.	Título	Debe describir inequívocamente el contenido del manuscrito; ser breve, mínimo 6 palabras, máximo 15; claro y específico.
2.	Resumen	Debe corresponder al tipo analítico, esto es, seguir un orden lógico y no únicamente procedimental y cronológico, por tanto, es necesario que presente: antecedentes de la investigación, los objetivos, metodología, resultados y conclusiones a las que llegan los autores. La extensión mínima es de 150 palabras y máxima de 250.
3.	Palabras clave	Deben corresponder en un 80% a tesauros de la Unesco, ISOC u otros, indicando en cualquier caso la procedencia de la palabra; contar con mínimo cinco y máximo diez palabras. Los nombres propios y las instituciones no se consideran palabras clave.
4.	Introducción	Debe presentar los antecedentes de otras investigaciones sobre el tema; los sustentos teóricos y epistemológicos del trabajo presentado; así como también, los objetivos, justificación, descripción del problema y sus alcances.
5.	Metodología	Este apartado consta de los siguientes acápite: diseño y tipo de investigación, población o participantes y elección de la muestra, instrumentos, y procedimiento.
6.	Resultados	Se exponen de forma descriptiva y específica los hallazgos de la investigación, para tal fin, se podrá hacer uso de, textos, tablas o gráficas.
7.	Discusión	Se realiza un análisis de la investigación desde la perspectiva crítica del autor o los autores y/o a la luz de los principios teóricos planteados. Se plantean preguntas o nuevos interrogantes que den lugar a futuras preguntas de investigación, réplicas y/o validaciones. Si es el caso, se indican las limitantes del estudio.
8.	Conclusiones	Se analizan los resultados hallados a la luz de los objetivos de investigación planteados, de los antecedentes, de sus hipótesis de estudio. Se establecen los aportes de la investigación al campo de conocimiento abordado.
9.	Reconocimientos	Se señalan los reconocimientos obtenidos por la investigación desarrollada o, los reconocimientos a instituciones o personas vinculadas con el trabajo.
10.	Referencias	El apartado de referencia debe incluir todas las fuentes citadas en el cuerpo del artículo: libros, capítulos de libro, artículos, informes, tesis, documentos de trabajo inéditos, material audiovisual ej. Entrevistas o documentales, entre otros. La forma de citación y referenciación debe corresponder estrictamente con las normas APA.

b. Artículo de reflexión. Documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales, los acápites fundamentales de este tipo de artículo son: título, resumen, palabras clave, introducción, desarrollo central del tema alimentado por subtítulos, conclusiones y/o discusión y referencias.

1.	Título	Debe describir inequívocamente el contenido del manuscrito; ser breve, mínimo 6 palabras, máximo 15; claro y específico.
2.	Resumen	Debe corresponder al tipo analítico, esto es, seguir un orden lógico y no únicamente procedimental y cronológico, por tanto, es necesario que presente: antecedentes de la investigación, los objetivos, metodología, resultados y conclusiones a las que llegan los autores. La extensión mínima es de 150 palabras y máxima de 250.
3.	Palabras clave	Deben corresponder en un 80% a tesauros de la Unesco, ISOC u otros, indicando en cualquier caso la procedencia de la palabra; contar con mínimo cinco y máximo diez palabras. Los nombres propios y las instituciones no se consideran palabras clave.
4.	Introducción	Debe presentar los antecedentes de otras investigaciones sobre el tema; los sustentos teóricos y epistemológicos del trabajo presentado; así como también, los objetivos, justificación, descripción del problema y sus alcances.
5.	Corpus	Se exponen los resultados de una investigación original desde la perspectiva crítica del autor; el desarrollo de la reflexión se presenta en distintos acápites que permitan al lector el seguimiento de la propuesta presentada por el o los autores. Por lo general, se recurre a fuentes originales, aunque también se presentan elaboraciones a partir de fuentes secundarias.
6.	Discusión	Se realiza un análisis de la investigación desde la perspectiva crítica del autor o los autores. Se plantean preguntas o nuevos interrogantes que den lugar a futuras preguntas de investigación. Si es el caso, se indican las limitantes del estudio.
7.	Conclusiones	Se analizan los resultados hallados a la luz de los objetivos de investigación planteados, de los antecedentes, de sus hipótesis de estudio. Se establecen los aportes de la investigación al campo de conocimiento abordado.
8.	Referencias	El apartado de referencia debe incluir todas las fuentes citadas en el cuerpo del artículo: libros, capítulos de libro, artículos, informes, tesis, documentos de trabajo inéditos, material audiovisual ej. Entrevistas o documentales, entre otros. La forma de citación y referenciación debe corresponder estrictamente con las normas APA.

c. Artículo de revisión. Documento producto de investigación en el que se recoge, sistematiza y analiza los resultados de otras investigaciones sobre un campo específico, con el fin de señalar los avances y posibles vías de desarrollo.

a.	Título	Debe describir inequívocamente el contenido del manuscrito; ser breve, mínimo 6 palabras, máximo 15; claro y específico.
b.	Resumen	Debe corresponder al tipo analítico, esto es, seguir un orden lógico y no únicamente procedimental y cronológico, por tanto es necesario que presente: antecedentes de la investigación, los objetivos, metodología, resultados y conclusiones a las que llegan los autores. La extensión mínima es de 150 palabras y máxima de 250.
c.	Palabras clave	Deben corresponder en un 80% a tesauros de la Unesco, ISOC u otros, indicando en cualquier caso la procedencia de la palabra; contar con mínimo cinco y máximo diez palabras. Los nombres propios y las instituciones no se consideran palabras clave.
d.	Introducción	Debe presentar los objetivos, justificación, descripción del problema y sus alcances. Debe señalar todos aquellos aspectos que serán abordados a lo largo del manuscrito.
e.	Metodología	Debe describir de manera clara y detallada las variables que se tuvieron en cuenta para orientar el estudio; y el procedimiento que se llevó a cabo para la ubicación, selección, análisis, criterios de validación y rechazo de las fuentes consultadas.
f.	Corpus	Se exponen los resultados desde una perspectiva analítica y crítica; el desarrollo del tema se presenta en distintos acápites que permitan al lector el seguimiento de la información recopilada. En este apartado, el análisis se efectúa recurriendo a los datos recopilados de las fuentes originales consultadas.
g.	Discusión	Se realiza un análisis de la investigación desde la perspectiva crítica del autor o los autores. Se plantean preguntas o nuevos interrogantes que den lugar a futuras preguntas de investigación. Si es el caso, se indican las limitantes del estudio.

h.	Conclusiones	Se analizan los resultados hallados a la luz de los objetivos de investigación planteados, de los antecedentes, de sus hipótesis de estudio. Se establecen los aportes de la investigación al campo de conocimiento abordado.
i.	Referencias	El apartado de referencia debe incluir todas las fuentes citadas en el cuerpo del artículo: libros, capítulos de libro, artículos, informes, tesis, documentos de trabajo inéditos, material audiovisual ej. Entrevistas o documentales, entre otros. La forma de citación y referenciación debe corresponder estrictamente con las normas APA. Este tipo de artículos se caracteriza por el empleo de mínimo 50 referencias primarias u originales, actualizadas, es decir, de los últimos cinco años al tiempo del desarrollo de la investigación.

d. Otro tipo de documentos

1. Cartas al editor. Posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista, que a juicio del Comité editorial constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.

2. Documento de reflexión no derivado de investigación. Este tipo de artículo cuenta con la siguiente estructura: título, resumen, palabras clave, introducción, desarrollo central del tema alimentado por subtítulos, conclusiones y/o discusión y referencias

3. Reseñas Bibliográfica. Este tipo de documento puede recoger los aportes de un libro clásico o actual de manera crítica.

4. In memoriam. Texto corto con una extensión máxima de 10 cuartillas, realizado a modo de homenaje póstumo recordando la vida u obra de un personaje importante para la psicología y/o las disciplinas en diálogo con la misma.

II. PROCESO DE ENVÍO, RECEPCIÓN, REVISIÓN EDITORIAL, EVALUACIÓN, APROBACIÓN Y PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

1. Envío

Los autores que se encuentren interesados en postular artículos para su publicación, deben enviarlo vía email al correo electrónico tesispsicologica@libertadores.edu.co Los textos deben ser inéditos y originales que signifiquen un aporte a la psicología, derivados de procesos y resultados de investigación en todas las áreas de la psicología y campos interdisciplinarios y transdisciplinarios.

- Se recibirán artículos en idioma español, inglés, portugués y francés.
- Los escritos se presentarán con una extensión máxima de **veinte cuartillas** tamaño carta, escrito con letra Arial, 12 puntos, interlineado a espacio y medio (1.5 puntos).
- Debe presentarse los nombres y apellidos completos del o los autores, con las tildes que sean del caso; con nota al pie de página en donde se especifique la filiación institucional, último nivel de estudios, y correo electrónico.
- Junto con el artículo, se anexará la “Ficha de caracterización de autores de la Revista Tesis Psicológica” debidamente diligenciada y la respectiva carta de postulación en la que se declare que el escrito no ha sido enviado ni será postulado a otras publicaciones simultáneamente y que es original e inédito. Esta carta estará firmada por todos los autores.

- e. Solo se publicarán los artículos que hayan sido aprobados por los procesos de arbitraje por parte de evaluadores anónimos externos, nacionales o internacionales, expertos en la respectiva temática, con nivel académico mínimo de maestría y con publicaciones en Revistas indexadas durante los últimos dos años previos a la presentación del artículo.

2. Recepción y revisión editorial

- a. Toda postulación se hace efectiva con la confirmación por parte del equipo editorial de la Revista, quienes verificarán el cumplimiento de los requisitos formales para la presentación de artículos.
- b. En un plazo no mayor a 15 días hábiles o laborables, a partir de la fecha de recepción del manuscrito, se emitirá el concepto editorial, mismo que decide la inclusión o no del artículo en el proceso; la inclusión depende de la pertinencia de la temática propuesta en el artículo, teniendo en cuenta la orientación de Tesis Psicológica. El concepto puede ser aprobado, aprobado con ajustes de acuerdo a los requisitos formales de presentación del artículo, o liberado en los casos en que la temática no sea acorde con las políticas de la Revista.

3. Del proceso de evaluación

- a. Una vez el artículo ha cumplido los aspectos formales y con el concepto favorable por parte de la Revista, se procederá a la búsqueda de evaluadores externos, nacionales o internacionales, expertos en la temática abordada, con nivel académico igual o superior al de los autores y publicaciones de los últimos dos años.
- b. En el proceso de evaluación del artículo se garantizará el anonimato de los evaluadores y del o los articulistas (evaluación que se realiza bajo el sistema Double Blind Review).
- c. Los documentos serán evaluados por dos (2) pares externos, o tres (3) en caso de presentarse discrepancias fundamentales o cuando los conceptos se estimen confusos.
- d. Los evaluadores externos serán contactados por la Revista, remitiendo únicamente el título, resumen y palabras clave del artículo; una vez el posible Evaluador acepte la designación realizada, se procederá al envío del artículo completo, salvaguardando la identidad de los autores, y estipulando quince (15) días hábiles o laborables como plazo para el reenvío de la evaluación y el concepto pertinente, en algunos casos, el tiempo de evaluación puede ser ajustado a la disponibilidad del evaluador siempre y cuando no afecte decisivamente el curso de la edición en proceso.
- e. Los resultados de la evaluación externa serán remitidos al Editor vía correo electrónico, quien la remitirá al autor, salvaguardando la identidad del Evaluador.
- f. El concepto emitido, puede ser:
 - **Aprobado:** 5
 - **Aprobación con ajustes:** 3 y 4
 - **No aprobado:** 1 y 2
- g. En el caso de la aprobación del artículo teniendo en cuenta la solicitud de ajustes por parte de los Evaluadores, se informará al o a los autores el concepto y se otorgarán 15 días hábiles o laborables para que se efectúen las correcciones solicitadas, de lo contrario, se asume que el autor desistirá de la postulación de su artículo.

- h. Recibidos los textos ajustados, se procederá a verificar el cumplimiento de las recomendaciones solicitadas por parte de los evaluadores. Se podrá devolver el artículo al o los autores en caso de no cumplimiento de las observaciones emitidas por los evaluadores.
- i. Aceptado el artículo para su publicación, el autor o los autores, deberán diligenciar y remitir vía correo electrónico los siguientes formatos: 1. Formato de autorización para la publicación y reproducción del artículo; 2. Formato de Cesión de Derechos Patrimoniales; 3. Formato de Declaración de originalidad del artículo.

Nota: La responsabilidad sobre las ideas y opiniones presentes en los artículos corresponden únicamente al (los) autor(es) y no reflejan necesariamente las opiniones de la Fundación Universitaria Los Libertadores y de la Revista Tesis Psicológica.

4. Corrección de estilo

Una vez los artículos han sido aprobados para su publicación y se cuente con las cartas de cesión de derechos debidamente firmadas y diligenciadas por todos los autores, se someterán los textos a corrección ortogramatical y de estilo. La corrección de estilo la realizará un profesional idóneo en la materia, quien sugerirá ajustes a modo de comentarios o se realizarán cambios bajo la modalidad de control de cambios, esto con el fin de que los articulistas puedan aceptar o rechazar cambios y acoger o no las sugerencias, no obstante, y pese al criterio de los autores, se encuentra restringido durante el proceso de corrección de estilo:

- a. Efectuar modificaciones en forma o contenido (agregar, extraer o modificar contenidos) a voluntad de los autores; los cambios se ceñirán a las sugerencias o indicaciones del corrector de estilo.
- b. Negarse a aceptar cambios que atenten o se hallen en contravía de las normas de citación y referenciación de la APA, así como, gramaticales y ortográficas actualizadas por la RAE o institución encargada según el idioma.
- c. Negarse a ofrecer información complementaria para citas y referencias: números de página, apellidos o nombres de autores, editoriales, ciudades, entre otras.

5. Artes finales y publicación

El Editor remitirá en PDF, los artes finales del artículo para la última revisión por parte de los autores y su respectiva aprobación.

Todos los artículos de cualquiera de nuestras ediciones pueden ser consultados y descargados vía online en: <http://publicaciones.libertadores.edu.co/index.php/TesisPsicologica/index>

III. NORMAS ÉTICAS

La Revista Tesis Psicológica se acoge a las normas éticas internacionales establecidas por el Committee on Publication Ethics (COPE)¹; y a las normativas establecidas en la Deontología y bioética del ejercicio de la psicología en Colombia².

1. Plagio

Para la Revista Tesis Psicológica, el plagio es considerado como una de las conductas inaceptables en las publicaciones y en general, en la actividad académica. Pese a los grandes esfuerzos que se hacen desde el ámbito académico para disminuir la frecuencia de esta conducta, estos casos suelen presentarse, a veces por desconocimiento en términos de citación y referencia, o en otras ocasiones, de manera intencionada. Para definir el plagio, retomamos a continuación, las consideraciones principales que realiza el Editor de la Revista Médica de Chile, Humberto Reyes en su artículo “El plagio en publicaciones científicas” (2009):

1. Es un acto consciente de apropiación de ideas o textos pertenecientes a otros;
2. Se oculta la fuente original, sea omitiendo declararla o citándola en un contexto o ubicación distinta a la que haría reconocer su identidad con el “nuevo” texto de la obra;
3. Tiene la intención de engañar al lector, pretendiendo que atribuya al plagiario el mérito de originalidad de la idea que se expresa o del texto al que se alude (pp. 8-9).

Siguiendo las normas éticas internacionales, tanto para la labor investigativa como editorial, la Revista Tesis Psicológica suma esfuerzos por erradicar el plagio en cada una de sus ediciones. En este intento promueve en su proceso editorial, la respectiva citación y referenciación de acuerdo a las Normas APA.

Con base en lo expuesto, la Revista Tesis Psicológica confía en que cada uno de los autores de los artículos postulados, garantizan la originalidad de cada uno de los contenidos, así como también, ratifica que las ideas allí expresadas son la propiedad intelectual del o los articulistas, producto de una labor investigativa propia, y que se ciñen a las normas APA para aspectos de citación y referenciación, respetando así los derechos de autor de aquellas ideas que no sean de su propia autoría.

No obstante, se traza como política que todo documento debe ser sometido a una revisión editorial en la que se comprueba la respectiva citación y referenciación de cada uno de los artículos; y también a una comprobación de plagio, a través de sistemas detectores. En caso de que llegase a presentarse una conducta de plagio, los autores serán los únicos responsables de la falta incurrida y se procederá a la respectiva notificación del hecho por parte del Comité Editorial de la Revista y a una sanción que le impide al articulista volver a postular artículos a Tesis Psicológica. En caso de que el artículo haya sido publicado, se procederá al respectivo retiro del artículo de su versión electrónica; sin embargo, para el caso de que el artículo haya sido publicado en su versión impresa, se procederá a emitir un

1 <http://publicationethics.org/files/2008%20Code%20of%20Conduct.pdf>

2 Colegio Colombiano de Psicólogos. (2016). Deontología y bioética del ejercicio de la psicología en Colombia. Bogotá: Manual Moderno.

comunicado en la página web de la Revista sobre la conducta impropia a la que incurrieron el o los autores del manuscrito, teniendo en cuenta nuestra política de retractación.

2. Conflicto de intereses

La Revista Tesis Psicológica considera que se presenta un conflicto de intereses cuando el juicio de un sujeto, en este caso, sobre su proceso investigativo, es afectado por intereses secundarios con el fin de obtener algún tipo de beneficio: financieros, personales, académicos, comerciales, profesionales, familiares, etc... Es importante para cada uno de los participantes del proceso editorial, y para los lectores, conocer la existencia o no de tal conflicto, ya que, más allá de rechazar la publicación del manuscrito, se busca la transparencia en el proceso, y con ello garantizar que sean los lectores, evaluadores y demás actores del proceso quienes determinen si la presencia de tal conflicto ha tenido o no un impacto en los resultados de la investigación que se presenta. Es por ello que Tesis Psicológica solicita a todos los articulistas, evaluadores, miembros de los Comité Científico y Editorial la firma del formato en el cual declaran cualquier situación que implique un conflicto de intereses, para el caso de los articulistas esta declaración también se debe efectuar dentro de un acápite especial del manuscrito. En caso de que los artículos postulados a Tesis Psicológica no impliquen conflicto de intereses, se requiere, de igual forma, que en el artículo, se anexe un apartado en el que se hace constar la no existencia del conflicto en mención, así como también, en todo caso, firmar el respectivo formato.

3. Política de retractación

En aquellos casos en los que hubiere lugar, la Revista Tesis Psicológica, así como también, los articulistas, podrán retractarse ante inconsistencias, o faltas que atentan contra las buenas prácticas de las publicaciones científicas. La Revista Tesis Psicológica aplicará su política de retractación, en los siguientes casos:

- a. Si se conoce de doble postulación del manuscrito.
- b. Si el artículo se encuentra publicado en otra revista o medio de divulgación.
- c. Si en la totalidad o alguna de la secciones del artículo se presenta plagio.
- d. Si se descubre conflicto de intereses no declarado por los autores.

Al presentarse casos que, una vez revisados por el Comité Editorial, debe aplicarse la política de retractación, se le notificará al o a los articulistas del hecho, para que presenten sus fundamentos ante el particular. No obstante, la Revista de manera automática, procederá a aplicar la política de retractación y hacerla pública, siendo los articulistas los únicos responsables de la conducta impropia.

4. Fe de erratas

En casos a los que hubiere lugar, se publicará una Fe de Erratas en el número siguiente, la cual aparecerá identificada en la tabla de contenido y publicada en la sección final de la Revista. Ante errores tipográficos, ortográficos u otros de menor importancia que no afectan la totalidad del contenido publicado, se procederá a hacer la respectiva enmienda. En casos cuyos errores comprometen aspectos éticos, se les aplicará la política de Plagio y Retracción.

IV. COMPROMISOS DE LA REVISTA TESIS PSICOLÓGICA Y COMPROMISOS DE LOS AUTORES

La relación que se establece entre la Revista y los Autores, es fundamentalmente un lazo de confianza y respeto, en el que se espera que cada una de las partes, asuma el compromiso de obrar de buena fe de acuerdo con las normas éticas antes descritas, pero, sobre todo, siguiendo el proceder ético de cada uno de los profesionales que fungen como autores de los artículos y de quienes hacen parte del proceso editorial. Los compromisos entonces, recogen de forma breve, algunos aspectos fundamentales que se han ido desglosando a lo largo del documento de Gestión Editorial de la Revista Tesis Psicológica proponiendo como criterio esencial y bidireccional que todos los involucrados en el proceso editorial, se acojan a las normas éticas de su profesión y a las dispuestas por la Revista; de forma específica, cada una de las partes reconoce y acepta los siguientes compromisos:

1. La Revista Tesis Psicológica se compromete a:

PRIMERO: Contar con un equipo editorial idóneo conformado por un Director, Editor Coeditor y Comité Editorial, todos ellos con formación y amplio conocimiento en la disciplina psicológica desde las diversas perspectivas teóricas.

SEGUNDO: Suministrar información clara y veraz sobre el estado de la Revista Tesis Psicológica y sobre los procesos en que se encuentran los artículos, sin omitir aspectos que puedan afectar o sean de interés para los autores, esto incluye, ofrecer una respuesta oportuna y eficaz a los autores.

TERCERO: Garantizar la transparencia, confidencialidad, objetividad y rigurosidad en el proceso de arbitraje.

CUARTO: Promover la circulación de la Revista en repositorios bibliográficos y en distintos medios de divulgación.

QUINTO: Publicar los artículos que cumplan a totalidad con los criterios editoriales, negándose a publicar por favorecimientos particulares o conflicto de intereses.

SEXTO: Llevar a cabo un proceso editorial bajo preceptos de imparcialidad y neutralidad frente a las apuestas epistemológicas, teóricas, institucionales y/o personales.

2. Los Autores se comprometen a:

PRIMERO: Garantizar el contenido original e inédito de los artículos postulados.

SEGUNDO: No omitir información que pueda ser de interés para la revista: conflicto de intereses, participación de autores o instituciones en las investigaciones.

TERCERO: No efectuar doble postulación de artículos.

CUARTO: Responder de manera oportuna a las solicitudes emanadas del proceso editorial, esto incluye, reconocer que el proceso editorial demanda tiempo para realización de ajustes, el autor entonces, deberá contemplar al momento de la postulación, la dedicación de tiempo para el cumplimiento de los requerimientos de la Revista.

QUINTO: Diligenciar y firmar los respectivos formatos y documentos derivados del proceso editorial.

SEXTO: Acogerse a las normas éticas para la investigación y la publicación de artículos, las cuales se han expuesto en el acápite “3” De la Gestión editorial de la Revista.

V. BREVE GUÍA DE CITACIÓN Y REFERENCIACIÓN

Tomada de la sexta edición (6 ed.) del Manual de Publicaciones de la American Psychological Association (APA, 2010).

Para una correcta citación se hace indispensable incluir el autor, el año y la página de la fuente, importante tener en cuenta que siempre se identificará al autor con su primer apellido.

Citas dentro y fuera del texto

“Cita textual.....” (Autor, Año, p. xx)

En los casos en que la cita haga parte de la continuidad del párrafo puede indicarse el, Autor. (Año) “señalar entre comillas el texto citado y finalizar con el número de página” (p. xx)

Cuando la fuente no cuente con paginación por ser fuente electrónica u otras, se remplazara el número de página por el número de párrafo (Autor & Autor, Año, párr. xx-xx).

Si el párrafo se alimenta de las ideas o planteamientos de distintos autores y textos, se deberán citar todos separando cada cita por punto y coma (Autor, Año; Autor & Autor, Año; Autor et al. Año)

Las citas que contengan cuarenta palabras o más, se ubicaran en un párrafo independiente sin comillas, utilizando en remplazo de estas, sangría izquierda de 2.5 cm aproximadamente.

Citación de dos o más autores

Si se trata de dos autores, los dos deben ser citados durante todo el texto, Autor y Autor (Año, p. xx) cuando los dos autores se citan dentro del paréntesis se hará uso del ampersand (Autor & Autor, Año, p. xx) por fuera del paréntesis se utilizará ya y: Autor, Autor y Autor (Año, p. xx).

Cuando el número de autores supere los tres autores y no exceda los cinco, se citarán todos los autores la primera vez que aparezcan en el texto (Autor, Autor, Autor, Autor & Autor, Año, p. xx) y posteriormente se indicará el apellido del primer autor y la abreviatura et al (Autor et al. Año, p. xx) en el caso en que el número de autores sea igual o superior a seis, desde la primera citación se utilizara la regla antes mencionada (Autor et al. Año, p. xx).

Citas de asociaciones o instituciones

Se hace referencia a aquellas fuentes donde las instituciones, asociaciones, grupos, corporaciones, entidades o similares se constituyen como los autores o la fuente principal del texto, en estos casos se escribirá el nombre completo y posteriormente se podrá utilizar la respectiva sigla o abreviación en los casos en los que aplique, indicando esta desde el principio, ejemplo: (Asociación de la Revista Tesis Psicológica (ARTP), 2010) o Asociación de la Revista Tesis Psicológica (ARTP, 2010, p. xx).

Referencias

Al final del artículo se incluirán en un capítulo denominado “Referencias” la lista de referencias correspondientes a las citas presentadas a lo largo del texto. Se presentarán en orden alfabético según las Normas APA (2010) de la siguiente manera:

Libros

Autor, A. A. (año). Título del trabajo. Lugar de publicación de la obra: Editorial.

Capítulo de Libro

Autor, A. A., & Autor, B. B. (año). Título del capítulo del libro. En A. Editor, B. Editor (Eds.), Título del libro (pp. xxx-xxx). Lugar de publicación de la obra: Editorial.

Publicaciones periódicas o no periódicas (artículos de revistas)

Autor, A. A., Autor, B.B., & Autor, C. C. (año). Título del artículo. Título de la publicación, volumen (año), pp-pp.

Autor, A. A. (año). Título del artículo. Título de la publicación, volumen (año), pp-pp. doi: xx.
xxxxxxxxxx

Documentos electrónicos de publicación periódica y no periódica en línea

Autor, A. A. (año). Título del artículo. Título de la publicación en línea, volumen (año). Recuperado de [http:// www.xxxxxxxxxx.xx](http://www.xxxxxxxxxx.xx)

Congresos u otros eventos

Autor, A. A. (Mes, año). Título del trabajo. Ponencia presentada en Nombre del Congreso o evento, Lugar, país.

Autor, A. A. (Mes, año). Título del trabajo o cartel. Trabajo o sesión de cartel presentado en la conferencia de Nombre de la Organización, Lugar.

Tesis y trabajos de grado

Autor, A. A. (año). Título de la tesis doctoral o tesis de maestría (Tesis doctoral o tesis de maestría inédita). Nombre de la Institución, Lugar.

Autor, A.A. (año). Título de la tesis doctoral o tesis de maestría (Tesis doctoral, Instituto xxxxxx de xxxxx). Recuperada de <http://www.wwwwwww.xx>

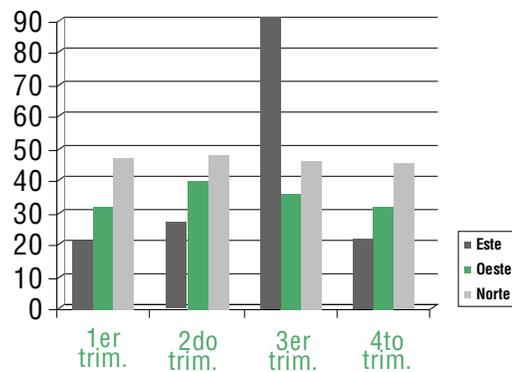
Tablas y gráficas

Tabla 1. Título o nombre de la tabla

Revista	Tesis	Psicológica

Fuente: Autores (año)

Figura 1. Título o nombre de la figura



Fuente: Autores (año)

Nota: El modo de presentación, de las tablas, gráficas, citas, las referencias y del texto en general, debe ceñirse a las disposiciones normativas de la APA. Ante cualquier duda, inquietud o disparidad de criterios sobre forma de citación o referenciación, priorice la información hallada en el **Manual de Publicaciones de la American Psychological Association (APA)**, en su edición más reciente en español.

CONTACTO

Los artículos o las inquietudes podrán remitirse a:

Carol Fernández Jaimes
Editora
Revista Tesis Psicológica
Facultad de Psicología
Fundación Universitaria Los Libertadores
Carrera 16 No. 63 A -68
PBX (57) (1) 2544750 Ext. 3302 - 3301
Bogotá, Colombia
Correo electrónico: tesispsicologica@libertadores.edu.co
Página web: <http://www.ulibertadores.edu.co> (Repositorio de Publicaciones).

REFERENCIAS

- American Psychological Association. (2010). Manual de publicaciones de la APA. Bogotá: Manual Moderno.
- Colegio Colombiano de Psicólogos. (2016). Deontología y bioética del ejercicio de la psicología en Colombia. Bogotá: Manual Moderno.
- Committee on Publication Ethics (COPE). Publication ethics. Recuperado de <https://publicationethics.org/>
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación [Colciencias]. (2017). Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, año 2017. Recuperado de http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1._documento_conceptual_modelo_medicion_de_grupos_e_investigadores_2017_-_12_05_2017_protected.pdf
- Reyes, H. (2009). El plagio en publicaciones científicas. *Revista médica de Chile*, 137, 7-9.

I. General aspects

1. Mission

It focuses on fostering the divulgation of research on psychology from its diverse approaches, intervention fields and discussion of its epistemological issues, thus generating discussion areas that contribute to strengthening the academic and research community to produce contributions on the social context according to the social commitment that characterizes the institution.

2. Focus

Tesis psicológica is a bi-annual curricular journal from the faculty of psychology at Fundación Universitaria Los Libertadores. It aims to disseminate the progress in research in psychology. It becomes a space to foster the debate and the plurality of points of view that enrich and constitute the discipline; the fundamentals, and the epistemological changes on which it relies; and the support of a critical reflection regarding the psychology connected to other disciplines.

3. Target audience

The target is the academic psychology community and the people and institutions that practice psychology as their profession; as well as other social and human sciences that share fields and related issues.

4. Scientific field according to Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) classification. (Administrative Department of Science, Technology and Innovation [Colciencias] 2017, p. 197).

Wide Area	: 5. Social sciences
Area	: 5.A Psychology
Discipline	: 5A01 Psychology (includes relations human - machine) : 5A02 Psychology (includes therapy of learning processes, language, visual and other physical and mental impairments).
Area	: 5.1 Other social sciences
Discipline	: 5I01 Social sciences, interdisciplinary.

5. Periodicity

The journal Tesis Psicológica is a biannual journal. The first edition covers the period from January to June and the second one from July to December; each edition is issued in June and December respectively.

6. Open access

Tesis Psicológica is an open-access journal with no restriction for consulting or downloading files.

7. Information to obtain and reproduce the published documents

Tesis Psicológica authorizes total or partial reproduction of the articles citing author and source, only with academic purposes. For total or partial reproduction for other purposes, it is necessary to present a written consent to the Department of Publishing Production and the journal publisher.

The ideas issued in this journal are the responsibility of the authors and do not engage the publisher, director, faculty or institution. Reproduction of articles is authorized when citing author and source, only with academic purposes.

8. Typology of articles

The Journal Tesis Psicológica receives article postulation by following the classification given by Colciencias. (2017).

Original scientific research article: It is a document that shows results derived from finished research projects. An article must comply with the following criteria on form or structure to be considered as concerning to this category:

1.	Title	It must unequivocally describe the content of the manuscript. It must be brief, minimum 6 and maximum 15 words, clear, and definite.
2.	Summary	It must correspond to the analytic type, which is to follow a defined logical order and not only a procedural and chronological one. Thus, it must contain the background, objectives, methodology, results, and author's conclusions. The minimum length accepted is 150 and the maximum 250 words.
3.	Keywords	They must correspond to an 80% to thesauri from Unesco, ISOC or others, showing, in any case, the provenance of the word. It must have between five and ten words as a minimum. Proper names and institutions are not considered keywords.
4.	Introduction	It must show the background of other investigations on the topic, theoretical and epistemological support of the presented work as well as objectives, rationale, problem description, and scope.
5.	Methodology	This section consists of the following subheadings: design and type of research, population or participants and choice of the sample, instruments, and procedure.
6.	Results	The research findings are shown specific and descriptively by using text, tables or graphics.
7.	Discussion	The research is analyzed from the author or authors' critical view or in the light of the theoretical principles stated. New questions are set to come up with new questions for research, replies or validations. Limitations of the study are indicated if necessary.
8.	Conclusions	The results found in the light of the research objectives, the rationale, and the hypothesis, are analyzed. The contributions to the addressed field of study are established.
9.	Acknowledgements	Acknowledgements on the developed research or to institutions and people connected to the work are noted.
10.	References	This section must include every source cited in the body of the article: books, book chapters, articles, reports, dissertations, papers, unpublished papers, audiovisual material such as interviews or documentaries, among others. All citation and reference must strictly correspond with APA rules.

b. Reflection article. This document shows the findings of finished research from an analytic, interpretative, or critical author's perspective on a determined topic, drawing on original sources. The main subheadings in this type of article are a title, summary, keywords, introduction, and the development of the main topic supported by subheadings, conclusions, discussion, and references.

1.	Title	It must unequivocally describe the content of the manuscript. It must be brief, minimum 6 and maximum 15 words, clear and precise.
2.	Summary	It must correspond to the analytic type, which is to follow a determined logical order and not only a procedural and chronological one. Thus, it must contain the background, objectives, methodology, results, and author's conclusions. The minimum length accepted is 150 and the maximum 250 words.
3.	Keywords	They must correspond to an 80% to thesauri from Unesco, ISOC or others, showing, in any case, the provenance of the word. It must have between five and ten words as a minimum. Proper names and institutions are not considered keywords.
4.	Introduction	It must show the background of other investigations on the topic, theoretical and epistemological support of the presented work as well as objectives, rationale, problem description, and scope.
5.	Corpus	The results of an original investigation are presented from the author's critical perspective. The reflection is presented under several subheadings that allow the reader to follow the author or authors' proposal. Typically, they resort to original sources though there is also the possibility of formulations from secondary sources.
6.	Discussion	The research is analyzed from the author or authors' critical view or in the light of the theoretical principles stated. New questions are set to come up with new questions for research, replies or validations. Limitations of the study are indicated if necessary.
7.	Conclusions	The results found in the light of the research objectives, the rationale, and the hypothesis are analyzed. The contributions to the addressed field of study are established.
8.	References	This section must include every source cited in the body of the article: books, book chapters, articles, reports, dissertations, papers, unpublished papers, audiovisual material such as interviews or documentaries, among others. All citation and reference must strictly correspond with APA rules.

c. Review article. A document, from an investigation, in which results from other studies in a specific field are picked up, systematized and analyzed to point out the advances and possible development paths.

a.	Title	It must unequivocally describe the content of the manuscript. It must be brief, minimum 6 and maximum 15 words, clear and precise.
b.	Summary	It must correspond to the analytic type, which is to follow a determined logical order and not only a procedural and chronological one. Thus, it must contain the background, objectives, methodology, results, and author's conclusions. The minimum length accepted is 150 and the maximum 250 words.
c.	Keywords	They must correspond to an 80% to thesauri from Unesco, ISOC or others, showing, in any case, the provenance of the word. It must have between five and ten words as a minimum. Proper names and institutions are not considered keywords.
d.	Introduction	It must present the objectives, rationale, problem description, and its scopes. It must point out every aspect that will be addressed throughout the manuscript.
e.	Methodology	It must describe in a clear and detailed way the variables that were taken into account to develop the study and the procedure that took place to locate, select and analyze the consulted sources and the criteria for validating or rejecting them.
f.	Corpus	The results are presented from an analytical and critical perspective. The topic development is presented under several subheadings that allow the reader to follow the collected information. In this section, the analysis is conducted drawing upon the data gathered from the original sources consulted.
g.	Discussion	The research is analyzed from the author or authors' critical view or in the light of the theoretical principles stated. New questions are set to come up with new questions for research, replies or validations. Limitations of the study are indicated if necessary.
h.	Conclusions	The results found in the light of the research objectives, the rationale, and the hypothesis, are analyzed. The contributions to the addressed field of study are established.
i.	References	This section must include every source cited in the body of the article: books, book chapters, articles, reports, dissertations, papers, unpublished papers, audiovisual material such as interviews or documentaries, among others. All citation and reference must strictly correspond with APA rules.

d. Other type of documents

1. Letters to the publisher. Critic, analytic, or interpretative points of view on the published documents, which according to the editorial committee represent an important contribution to the topic discussion from the scientific community of reference.
2. Discussion document not derived from research. This type of document has the following structure: title, summary, keywords, introduction, topic development divided into subheadings, conclusions and/or discussion, and references.
3. Literature review. This type of document can gather the contributions from a classic or current book in a critical way.
4. In memoriam. It is a short text with an extension of no more than ten pasterns. It is a posthumous homage to life or work of an important figure in psychology or related disciplines.

II. ARTICLE SENDING, RECEIVING, EDITORIAL REVISION, EVALUATION, APPROVAL, AND PUBLISHING PROCESS

1. Sending

The authors who are interested in postulating articles for their approval must send them to the email tesispsicologica@libertadores.edu.co. The texts must be unpublished and original and must represent a contribution to psychology, derivative works from processes and results from investigations in every field of psychology, and interdisciplinary and transdisciplinary fields.

- a. Articles in Spanish, English, Portuguese, and French will be received.
- b. The texts will have a maximum extension of twenty pasterns letter size, Arial, 12 points, 1.5 line spacing.
- c. Author' or authors' must appear with the correct punctuation symbols and with a footnote including institutional affiliation, level of education, and email.
- d. Along with the article, provide the "Tesis Psicológica Journal author Characterization Card" duly filled and the document stating that the text has not been and will not be sent to other journeys simultaneously and that it is original and unpublished; this letter must be signed by all the authors.
- e. The only articles that will be published will be those approved by the arbitration processes carried out by external, national, or international anonymous evaluators who are experts on the corresponding subject and have, at least, a master study and publications in indexed journals during the two years before the presentation of the article-

2. Receipt and editorial review

- a. Every postulation will be effective after the journal editorial team confirmation; this team will verify the fulfillment of every formal requirement for article presentation.
- b. The editorial concept will be given within 15 workdays since the date of the article receipt. Such concept decides the acceptance or not of the article in the process. It depends on the appropriateness of the topic in the article, taking into account the orientation of the journal

Tesis Psicológica. The concept can be approved, approved with adjustments according to the formal requirements of article presentation, or discharged when the topic is not in line with the journal policies.

3. On the evaluation process

- a. Once the article has met the formal aspects and the journal's favorable concept, the search for external, national or international anonymous evaluators who are experts on the corresponding subject and have, at least, a master study and publications in indexed journals during the two years before the presentation of the article will start.
- b. In the process of evaluation of the article, the anonymity of evaluators and writers will be guaranteed. This evaluation takes place as a double blind review.
- c. The documents will be evaluated by two external pairs or three in case of fundamental discrepancy or when the concepts are confusing.
- d. The external evaluators will be contacted by the journal, sending only the title, overview, and keywords. Once the possible evaluator accepts the designation, the article will be sent keeping the author's identity anonymous and setting 15 workdays to send back the evaluation and concept. In some cases, the schedule can be adjusted to the evaluator's availability if this action does not have a decisive impact on the issue in progress.
- e. The results of the external evaluation will be sent via email to the publisher, who will send it to the author keeping the evaluator's identity anonymous.
- f. The issued concept can be:
 - **Approved: 5**
 - **Approval with adjustments: 3 and 4**
 - **Not approved: 1 and 2**
- g. In case of approval with adjustments, the author or authors will be informed about this concept, and they will be given 15 workdays to make the requested corrections. On the contrary, the journal will assume that the author will abandon the postulation of their article.
- h. At the receipt of the adjusted texts, the fulfillment of every requested recommendation will be verified. The article can be sent back to the author or authors in case the observations that the evaluators gave have not been taken into account.
- i. Once the article is accepted for publishing, the author or authors must fill in and send the next forms via email: 1. A form of authorization for article publishing and reproduction. 2. A form of transfer of rights. 3. A form of declaration of originality of the article.

Note: The responsibility for ideas and opinions that appear in the articles correspond exclusively to the authors and do not necessarily reflect opinions of the Fundación Universitaria Los Libertadores and the Journal Tesis Psicológica.

4. Style editing

Once the articles have been approved for publishing and every transfer of rights form is correctly filled and signed by the author or authors, the texts will go to spell and grammar check and style editing. A professional will apply the style editing by suggesting adjustments as comments or using the change tracking function. This way, the authors can accept or reject the suggested changes.

However, and in spite of the authors' criteria, during the style editing process, the following actions are restricted.

- a. Modifying form or contents freely; the changes will be restricted to the suggestions or directions from the style publisher.
- b. Refusing to accept changes that avoid infringing upon APA citation and referencing style, as well as grammar and orthographic rules updated by the RAE or the institution in charge depending on the language.
- c. Refusing to give supplementary information for citing and referencing; page numbers, authors' names, publishing houses, cities, among others.

5. Final artwork and publishing

The publisher will send the final artwork in PDF for the authors to perform a final revision and approval.

Every article of any of our issues can be consulted and downloaded at: <http://publicaciones.libertadores.edu.co/index.php/TesisPsicologica/index>

III. ETHICAL STANDARDS

The Journal Tesis Psicológica signs up for the international ethical standards established by the Committee on Publication Ethics (COPE), and to the norms established in the deontology and bioethics of psychology in Colombia.

1. Plagiarism

The Journal Tesis Psicológica considers plagiarism is an unacceptable behavior in publishing and in the academic activity in general. In spite of the major efforts from the academic environment to reduce the frequency of appearance of this behavior, these cases often appear; sometimes by lack of knowledge in terms of citation and reference but some other deliberately. To define plagiarism, we resume the main considerations from the publisher of the Revista Médica de Chile, Humberto Reyes in his article "Plagiarism in scientific journals." (2009):

1. It is a conscious act of appropriation of ideas or texts from other people.
2. The original source is hidden even by not declaring it or citing it in a different context or location to the one that would allow recognizing its identity with the "new" text in the document.
3. Intends to deceive the reader by pretending that he gives the plagiarist the credit of originality of the idea or text cited. (pp. 8-9).

Following the international ethical standards, both for research work and publishing, the Journal Tesis Psicológica combines efforts to eradicate plagiarism in each of his issues. In this endeavor, in its publishing process, the journal promotes citation and referencing under APA rules.

Based on the expressed, the Journal Tesis Psicológica expects that each one of the authors of the postulated articles guarantees originality in each of their contents. At the same time, ratifies that the ideas expressed in those contents are the intellectual property of the author or authors, the product from a proper research work and according to APA citation and referencing rules, thus respecting copyrights from ideas different from their own.

However, it is a rule that every document must be submitted to an editorial revision in which citation and referencing will be verified and electronic plagiarism detection will be carried out.

In case of plagiarism, the authors will be solely responsible. A notification will be emitted from the editorial board and a penalty that impedes the writer to postulate any new article before the journal Tesis Psicológica. If the article has been published, it will be taken down from the digital edition; however, if the article has been published in the printed version, a notification denouncing the authors' misconduct will be emitted on the journal web page, taking into account our withdrawal policy.

2. Conflict of interests

The Journal Tesis Psicológica considers that a conflict of interests appears when the judgment of a person, in this case, about his research process, is affected by secondary activities in order to obtain any kind of benefit even financial, personal, academic, commercial, professional, familial, etc. It is important for both the participants in the publishing process and the readers to know or not the existence of such a conflict. Beyond rejecting publishing the article, the journal looks for the clarity in the process, to guarantee that the readers, evaluators, and other actors of the process determine if that conflict has had or not an impact on the results of the research. For that reason, Tesis Psicológica requests every author, evaluator, member of the editorial and scientific committee to sign the format in which they declare any situation that entails a conflict of interests. In the case of the authors, this declaration must be included in a subheading inside the article also. Even if the articles postulated to Tesis Psicológica are not affected by any conflict of interests, an annex stating the non-existence of any conflict is required, and always, the signature of the respective form.

3. Withdrawal policy

In existing cases, the Journal Tesis Psicológica, as well as the writers, will be able to withdraw before inconsistencies or faults against the good practices of scientific publications. The Journal Tesis Psicológica will apply its withdrawal policy in the following cases:

- a. If there is double postulation of an article.
- b. If the article has already been published in another journal or mass media.
- c. If all or part of the article shows plagiarism.
- d. If a conflict of interests not declared by the authors is discovered.

In cases in which after the editorial committee evaluation the withdrawal policy must be applied, the author or authors will be notified for them to present their foundations on the case. However, the journal will automatically proceed to apply the withdrawal policy and make it public; being the writers the only ones responsible for the improper conduct.

4. Erratum

If there is the case, an erratum will be published in the next issue, and it will appear in the table of contents and published in the final section of the journal. Typos, spelling or other minor errors that do not affect the content as a whole will be amended. In cases in which the mistakes compromise ethical aspects, the plagiarism and withdrawal policies will be applied.

IV. OBLIGATIONS OF THE JOURNAL TESIS PSICOLÓGICA AND OBLIGATIONS OF THE AUTHORS

The relationship between the journal and the authors is a bond of confidence and respect in which each part is expected to take over the commitment to act in good faith according to the ethical standards above mentioned, but overall, following the ethical compromise of each author and anyone who intervenes in the editorial process. The commitments, then, gather briefly some of the fundamental aspects that have been disaggregated throughout the document of Gestión Editorial de la Revista Tesis Psicológica. They propose, as an essential and bi-directional criterion, that every individual who intervenes in the publishing process must resort to the ethical standards of their profession and to the ones that the Journal sets. Each part recognizes and accepts the following compromises:

1. The Journal Tesis Psicológica undertakes to:

FIRST: Count with an appropriate editorial team composed of a director, a publisher, a co-publisher and an editorial committee, all of them with training and wide knowledge on psychology from the different theoretical perspectives.

SECOND: Give clear and real information about the status of the journal Tesis Psicológica and the processes in which the articles are, without omitting aspects that could affect or be of interest to the authors; this includes offering a timely and efficient response to the authors.

THIRD: Guarantee the transparency, confidentiality, objectivity, and strictness in the arbitration process.

FOURTH: Promote the circulation of the journal in bibliographic repositories and mass media.

FIFTH: Publish the articles that fully meet the editorial requirements, refusing to publish to particular favors or conflict of interests.

SIXTH: Carry an editorial process under the precepts of impartiality and neutrality before the epistemological, theoretical, institutional and personal facts.

2. The authors undertake to:

FIRST: Guarantee the original and unpublished content of the postulated articles.

SECOND: Not to omit information that can be of interest to the journal; conflict of interests and participation of authors or institutions in the investigations.

THIRD: Not to do double postulation of the articles.

FOURTH: Respond timely to the requests that result from the editorial process; this includes recognizing that the publishing process takes a lot of time to make adjustments. The author, then, will need to take into account dedicating time to comply with the requirements of the journal.

FIFTH: Fill and sign the forms derived from the publishing process.

SIXTH: Adhere to the ethical standards for research and article publishing that appear in the subheading 3 of the Editorial Management of the Journal Tesis Psicológica.

V. BRIEF GUIDE OF CITATION AND REFERENTIATION

Taken from the 6th edition of the Publication Manual of the American Psychological Association (APA, 2010).

For a correct citation, it is essential to include the author, year, and page of the source. It is important to take into account that the author will be identified with his last name.

Quotation inside and outside the text

“Textual quotation.....” (Author, year, p. xx)

In cases in which the quotation is part of the paragraph, the way to do it is author. (Year) “put the quoted text between quotation marks and finish with the page number” (p. xx)

When the source has no paging because it is an electronic source or similar, the page number will be replaced with the number of paragraph. (Author & Author, Year, Parag. xx-xx).

If the paragraph receives ideas from several ideas or concepts from different authors or texts, every source must be quoted by separating each quote with a semi-colon. (Author, Year; Author & Author, Year; Author et al. Year)

Quotes with 40 words or more will be located in an independent paragraph, and instead of quotation marks, using indentation of 2.5 cm approximately.

Quoting two or more authors

If there are two authors, both of them must be quoted along the text, Author y Author (Year, p. xx). When the two authors are quoted inside the brackets, the ampersand will be used (Autor & Autor, Año, p. xx) and outside the brackets, “and: Author, Author and Author (Year, p. xx)

When there are between three and five authors, all of them will be quoted the first time they appear in the text. (Author, Author, Author, Author & Author, Year, p. xx) and then, the last name of the first author along with the convention “et al” will be indicated. (Author et al. Year, p. xx). When

there are six or more authors, the rule before mentioned will be used from the first quotation.
(Author et al. Year, p. xx)

Quoting associations or institutions

This section makes reference to all those sources where institutions, associations, groups, corporations, entities or similar are authors or main source for the text. In these cases, the full name must be written and then the acronym or abbreviation can be used indicating it from the beginning. Example: (Asociación de la Revista Tesis Psicológica (ARTP), 2010) o Asociación de la Revista Tesis Psicológica (ARTP, 2010, p. xx).

References

At the end of the article, in a chapter called “references,” the list of references that were used throughout the text will be included. The references will be organized in alphabetical order according to APA rules(2010) as follows:

Books

Author, A. A. (year). Title. Place of publication: Publishing house.

Book chapter

Author, A. A., & Author, B. B. (year). Title of the book chapter. In A. Publisher, B. Publisher (Eds.), Book title (pp. xxx-xxx). Place of publication: Publishing house.

Periodical or non-periodical publications (journal articles)

Author, A. A., Author, B.B., & Author, C. C. (year). Article title. Journal title, volume (year), pp-pp.

Author, A. A. (year). Article title. Journal title, volume (year), pp-pp. doi: xx. xxxxxxxxxxxx

On-line electronic documents of periodical and non-periodical publishing

Author, A. A. (year). Article title. On-line publishing title, volume (year). Retrieved from <http://www.xxxxxxxxxx.xx>

Conferences or other events

Author, A. A. (Month, year). Title. Lecture presented in Name of the Conference or event, Place, country.

Author, A. A. (Month, year). Title of the work. Work or session presented in the conference Name of the Organization, Place.

Thesis works and dissertations

Author, A. A. (year). Title of the doctoral or master thesis (unpublished doctoral or master thesis). Name of the institution, Place.

Author, A.A. (year). Title of the doctoral or master thesis (Doctoral thesis, Institute xxxxxx of xxxxx). Retrieved from <http://www.wwwwwww.xx>

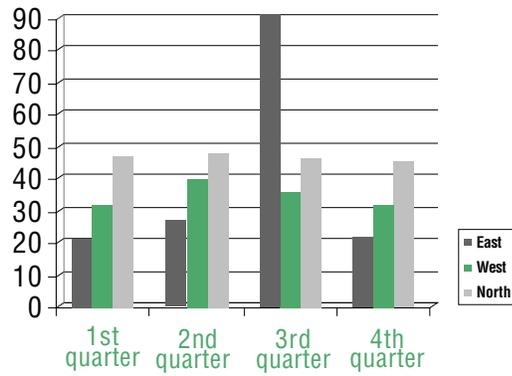
Tables and graphics

Table 1. Title or name of the table

Journal	Tesis	Psicológica

Source: Authors (year)

Graphic 1. Title or name of the graphic



Source: Authors (year)

Note: The form of presentation of tables, graphics, quotations, references, and text in general, must be according with the APA rules. Before any doubt, concern, or discrepancy on the criteria about quoting or referencing, prioritize the information found in the most recent version of the Publication Manual of the American Psychological Association.

CONTACT

The articles and concerns can be sent to:

Carol Fernández Jaimes
Publisher
Journal Tesis Psicológica
Faculty of Psychology
Fundación Universitaria Los Libertadores
Carrera 16 No. 63 A -68
PBX (57) (1) 2544750 Ext. 3302 - 3301
Bogotá, Colombia
Email: tesispsicologica@libertadores.edu.co
Web page: <http://www.ulibertadores.edu.co> (Publishing repository).

REFERENCES

- American Psychological Association. (2010). Manual de publicaciones de la APA. Bogotá: Manual Moderno.
- Colegio Colombiano de Psicólogos. (2016). Deontología y bioética del ejercicio de la psicología en Colombia. Bogotá: Manual Moderno.
- Committee on Publication Ethics (COPE). Publication ethics. Recuperado de <https://publicationethics.org/>
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación [Colciencias]. (2017). Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, año 2017. Recuperado de http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1._documento_conceptual_modelo_medicion_de_grupos_e_investigadores_2017_-_12_05_2017_protected.pdf
- Reyes, H. (2009). El plagio en publicaciones científicas. Revista médica de Chile, 137, 7-9.

FOR

MA

TO



Autorización de Uso Revista Tesis Psicológica

Yo, _____ mayor de edad, vecino de BOGOTÁ, identificado con cédula de ciudadanía N° _____, actuando en nombre propio, y en calidad de autores del artículo denominado “ _____ ” hago entrega del texto respectivo en formato digital o electrónico, 1 copia en medio físico y sus anexos, de ser el caso, y autorizo a la **REVISTA TESIS PSICOLÓGICA DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES, FACULTAD DE PSICOLOGÍA**, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice y use en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. Autorización realizada siempre esta destinada a la actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación.

PARÁGRAFO: La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, usos en red, Internet, extranet, intranet, etc., y en general cualquier formato conocido o por conocer.

Para constancia se firma el presente documento en (2) ejemplares del mismo valor y tenor, en _____, a los ____ días del mes de _____ del año _____.

EL AUTOR

Firma _____

Nombre _____

CC. N° _____



Cesión de Derechos Patrimoniales de Autor Revista Tesis Psicológica

CEDENTE:

CESIONARIO: REVISTA TESIS PSICOLÓGICA. ISSN 1909-8391 de la Facultad de Psicología de la Fundación Universitaria Los Libertadores en calidad de autor del artículo: _____, que se publicará en la REVISTA TESIS PSICOLÓGICA, manifiesto que cedo a título gratuito la totalidad de los derechos patrimoniales de autor derivados del artículo en mención a favor de la citada publicación. En virtud de la presente cesión el Cesionario queda autorizado para copiar, distribuir, publicar y comercializar el artículo objeto de la cesión por cualquier medio electrónico o reprográfico, conservando la obligación de respetar los derechos morales que en mi condición de autor me reservo. La cesión otorgada se ajusta a lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982.

EL AUTOR - manifiesta que la obra objeto de la presente cesión es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de su exclusiva autoría y por lo tanto es titular de los derechos que surgen de la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, EL AUTOR, asumirá toda la responsabilidad, respondiendo por cualquier reivindicación, plagio u otra clase de reclamación que al respecto pudiera sobrevenir, y saldrá en defensa de los derechos aquí cedidos; para todos los efectos la Institución, el director y el editor de la Revista Tesis Psicológica actúan como terceros de buena fe.

EL AUTOR - Manifiesta que la obra entregada no ha sido publicada en ningún otro medio.

En Bogotá D.C., a los () días del mes de _____ de _____.

Firma _____

Nombre _____

CC. N° _____

Declaración de Originalidad del Artículo

Revista Tesis Psicológica

Ciudad, (día / mes /año)

Señores

REVISTA TESIS PSICOLÓGICA

Fundación Universitaria Los Libertadores

Facultad de Psicología

Cra. 16 N° 63 A - 68. Sede Administrativa. Of. 301

Bogotá D. C. (Colombia)

Cordial saludo:

Yo, _____ identificado con cédula de ciudadanía
N° _____, en calidad de AUTOR(A) del artículo titulado: _____

_____, me permito postular el texto en mención
a la convocatoria de la REVISTA TESIS PSICOLÓGICA (ISSN 1909-8391) de la Facultad de
Psicología de la Fundación Universitaria Los Libertadores.

A través de este medio certifico:

- Que el artículo no ha sido postulado simultáneamente en otra revista.
- Que los textos presentados no han sido publicados o aceptados para su publicación en otra revista o medio.

Asimismo, en mi calidad de AUTOR manifiesto que la obra postulada es original e inédita y se realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de mi exclusiva autoría y por lo tanto soy titular de los derechos que surgen de la misma. PARÁGRAFO: En caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, como AUTOR, asumiré toda la responsabilidad, respondiendo por cualquier reivindicación, plagio u otra clase de reclamación que al respecto pudiera sobrevenir, y saldrá en defensa de los derechos aquí cedidos; para todos los efectos la Institución, el director y el editor de la Revista TESIS PSICOLÓGICA actúan como terceros de buena fe.

En Bogotá D. C. (Colombia), a los () días del mes de _____ de _____.

Firma _____

Nombre _____

CC. N° _____

Diciembre de 2018
www.ulibertadores.edu.co
Bogotá, Colombia.