



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**COMPORTAMIENTOS PRO-SOCIALES EN RATAS
WISTAR**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

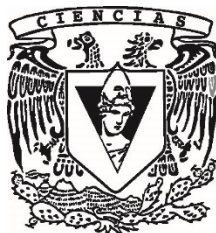
P R E S E N T A:

TANIA LIZBETH NOVELO ALEJOS

TUTOR

DR. LUIS RODOLFO BERNAL GAMBOA

Esta Tesis contó con el apoyo del proyecto DGAPA-PAPIIT
IA302818



Ciudad Universitaria, CD. MX 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece” ...y si se pudo.

Gracias a Dios por permitirme este logro en mi vida y por todas las bendiciones que vendrán.

A mi Familia; a mi padre Ernesto, gracias porque siempre he recibido apoyo, confianza, amor y comprensión; a mi mamá, Lidia, siempre serás un ejemplo a seguir mami, fuerte, inteligente y sabia; gracias por guiarme.

A Carlos, gracias por ser mi mayor apoyo e impulsarme a ser mejor en cada aspecto de mi vida.

A mi hermana Diana, gracias por ser mi amiga en las buenas y en las malas, por esos ratos de diversión, travesuras y tus consejos; junto contigo llegó Elihú y Jahazi que simplemente completan la alegría de la familia.

También quiero agradecer la Familia Novelo y Alejos; a mis tíos, tías, primos y primas que me apoyaron a lo largo de la carrera, con materiales, trabajo e incluso una pregunta que me motivaba a seguir aprendiendo, muchas gracias familia.

A mis abuelas Mari y Dominga; y a mis abuelos Ernesto y Ventura, que a pesar que ya no se encuentran a mi lado, sus enseñanzas, valores y recuerdos estarán siempre conmigo.

No hubiera cumplido esta meta sin mi asesor de tesis Dr. Rodolfo Bernal, gracias abrirme las puertas en el laboratorio, donde encontré buenas amistades y pasar años de vida que jamás voy a olvidar.

ÍNDICE

Resumen	4
1. Introducción.	5
1.1 Definiendo Prosocialidad.	6
1.2 Conducta Prosocial: Varias especies de animales, una misma tarea.	7
1.3 Modelo Empático de la Muñeca Rusa.	12
2. Planteamiento.	15
3. Objetivo	15
4. Hipótesis.	15
5. Método.	16
6. Resultados.	22
7. Discusión.	27
8. Referencias.	32

Resumen

La prosocialidad puede definirse como la preferencia en una elección que da como resultado producir beneficios a otro individuo sin ser perjudicial para el individuo que ofrece la ayuda, (es decir que no pierde recursos ni arriesga su vida con la elección prosocial). En años recientes se han reportado resultados que muestran que dicho comportamiento no es exclusivo de los animales humanos. En 2015 Hernandez-Lallement y colaboradores, desarrollaron un procedimiento para evaluar la prosocialidad en ratas. Sin embargo, dado lo incipiente de esta línea de investigación poco se sabe sobre los factores involucrados en la emisión de las conductas prosociales. Por lo tanto, el objetivo de la presente Tesis fue contribuir al estudio de la prosocialidad en animales no humanos, a través de evaluar la generalidad del procedimiento propuesto por Hernandez-Lallement y colaboradores. Adicionalmente, se exploró el impacto de la familiaridad (tiempo de cohabitación) de las ratas en el comportamiento prosocial. Los resultados mostraron que la tarea experimental es adecuada para estudiar la prosocialidad en ratas. Asimismo, los hallazgos indican que las ratas son más prosociales con una rata compañera conocida que con una rata compañera desconocida. Se discuten los resultados bajo el modelo empático propuesto por Preston y de Waal (2002).

Palabras clave: comportamiento animal, elección, prosocialidad, psicología comparada, ratas.

1. Introducción

Cada individuo en la naturaleza está envuelto en múltiples interacciones, ya sea con miembros de otras especies (relaciones interespecíficas) o de su misma especie (relaciones intraespecíficas). Estas interacciones tienen como consecuencia el que pueden afectar en la adecuación del individuo. Estos pueden influir en el tamaño de la población y la distribución de la especie, también pueden influir en los cambios evolutivos en una o más especies que interactúan (Sadava, 2012).

Para clasificar las diferentes interacciones de los individuos en la naturaleza, existen diferentes autores que catalogan cada comportamiento con base en la forma en que esta interacción influye en cada participante (ver, Sadava, 2012). Sin embargo, un consenso dentro del estudio científico de las conductas sociales (definidas como cualquier tipo de acción de carácter biológico, psicológico o social dirigida hacia otro organismo de la misma especie) es el uso de modelos sencillos que permitan entender el comportamiento de interés. Por tanto, en la presente Tesis nos centraremos en un modelo que involucra dos participantes para comprender la ejecución de un comportamiento de uno de ellos (emisor ó actor) con respecto al otro individuo (receptor ó compañero). Dado que el interés es el comportamiento prosocial, en la primera parte del escrito se define el término prosocialidad y se presenta una tarea experimental que ha sido usada en varias especies de animales, incluida la rata. Posteriormente, se describe con algún detalle el Modelo Empático de la Muñeca Rusa, así como sus implicaciones para el estudio de la prosocialidad. La siguiente sección está dedicada al experimento conducido para la presente Tesis. Finalmente, se presenta la discusión, conclusión y limitaciones de los presentes hallazgos.

1.1 DEFINIENDO LA PROSOCIALIDAD

Podemos definir las conductas sociales como el resultado de unos compromisos que coevolucionan y su expresión próxima depende de las variables ecológicas, de los ciclos vitales y de las características individuales que se asientan durante el proceso de desarrollo (Peláez, Fidalgo, Sánchez y Caperos, 2014) y dentro de estas conductas podemos encontrar la conducta prosocial como la ejecución de una elección que da como resultado producir beneficios a otro individuo sin ser perjudicial para el individuo que ofrece la ayuda (Jensen et al., 2014). Se ha sugerido que la conducta prosocial se ha preservado para incrementar el bienestar tanto de los individuos como de los grupos ya que se ha propuesto que facilita la convivencia en poblaciones grandes, llegando a disminuir las conductas agresivas en miembros del grupo (ver Hernandez-Lallement et al., 2019; Rutte et al., 2007).

Otro interés de la presente tesis en la conducta prosocial radica en el hecho que algunos autores han propuesto este tipo de conductas como la manifestación observable de comportamientos motivados empáticamente (Ben-Ami Bartal et al., 2011; Bernal-Gamboa, Mason, Reynoso-Cruz y Nieto, 2017). Así, se ha propuesto que los comportamientos empáticos permiten a los individuos sentir de forma vicaria las emociones de otro, lo que nos promueve la comunicación afectiva, si no que dependiendo de la situación puede motivar al individuo a ejecutar conductas dirigidas hacia el bienestar del conespecifico (Decety, 2011).

A pesar de la aparente facilidad en comprender la prosocialidad, es importante notar la diferencia entre un comportamiento prosocial y un comportamiento altruista: la conducta altruista necesariamente debe implicar un costo inmediato (e. g., tiempo) para el individuo que ejecuta el comportamiento (actor; Reynoso-Cruz y Bernal-Gamboa, 2019). En la naturaleza podemos

observar diferentes muestras de altruismo, puede ser desde el acicalamiento, llamadas de alerta por depredadores o el cuidado de crías por miembros del grupo (Alcock, 2005). Así, los experimentos que implican conductas de ayuda o rescate, aunque pueden ser considerados como comportamientos prosociales, algunos autores proponen que en términos estrictos deberían ser considerados más bien comportamientos altruistas (Marshall-Pescini et al., 2016).

Debido a dichas restricciones en la definición, durante algún tiempo se propuso que la prosocialidad era un fenómeno exclusivamente humano (Fehr y Fischbacher, 2003). Sin embargo, se ha logrado el desarrollo de tareas experimentales para evaluar la conducta prosocial en animales diferentes al humano. Lo anterior es importante ya que contar con modelos de laboratorio permite un mayor control para el estudio del fenómeno de interés, particularmente, dado que el interés científico en la prosocialidad es relativamente nuevo, en la siguiente sección se describe la idea general adaptada en diferentes especies de animales tales como chimpancés (Horner, Carter, Suchak y de Waal, 2011), grajillas (Schwab, Swoboda, Kotrschal y Bugnyar, 2012) y pericos (Péron, John, Sapowicz, Bovet y Pepperberg, 2012).

1.2 CONDUCTA PROSOCIAL: VARIAS ESPECIES DE ANIMALES, UNA MISMA TAREA

El principal paradigma experimental empleado en el estudio de la prosocialidad en animales no humanos se conoce como *Tarea de Elección Prosocial (TEP)*; Cronin, 2012). La tarea involucra la participación de dos individuos, a uno de ellos (denominado actor) se le da la oportunidad de elegir entre dos opciones. La primera de ellas produce una recompensa tanto al actor como al otro individuo (compañero), lo cual se representa como “1/1” ya que el actor y el compañero reciben

la misma cantidad de recompensa (una cada uno de ellos). La segunda opción sólo produce recompensa al actor, lo cual se representan como “1/0”. Vale la pena mencionar que el esfuerzo de ambas opciones debe ser el mismo, para que la única diferencia entre las opciones sea que el compañero reciba o no la recompensa. Comúnmente, el grupo control empleado implica sólo la presencia del actor, es decir, no hay compañero; esto se realiza con la finalidad de mostrar que la elección del actor se basa en la presencia del compañero y no en una elección basada en la variabilidad conductual.

En el año 2011, Horner y colaboradores, evaluaron el paradigma TEP en chimpancés, *Pan troglodytes*. Los investigadores colocaron en jaulas adyacentes parejas de chimpancés, luego les ofrecieron a los chimpancés que jugaron el rol de actor dos contenedores con tokens de distintos colores. Si el actor elegía el contenedor con tokens rojos, su compañero y él recibían un pequeño paquete de alimento, es decir, era la elección prosocial “1/1”. Sin embargo, si el actor elegía el contenedor con tokens verdes, él recibía el paquete de comida, pero no su compañero, es decir, era la elección egoísta “1/0”. Los resultados reportados por Horner y colaboradores fueron que los chimpancés mostraron un mayor nivel de elecciones por la opción prosocial (para resultados similares en monos capuchinos ver, de Waal et al., 2008, ver también Silk et al., 2005).

Schwab y colaboradores condujeron una investigación para evaluar la prosocialidad en una especie de córvidos, las grajillas (*Corvus monedula*). En su preparación experimental, el actor podía elegir en la apertura de una de dos cajas que contenía comida. Las cajas estaban divididas en dos compartimentos (uno para el actor y el otro para el compañero). Por lo tanto, la conducta prosocial se consideraba si el actor elegía la caja que contenía comida en su compartimento como en el compartimento del compañero “1/1”, mientras que se consideró como conducta egoísta si el actor elegía la caja que contenía comida únicamente en su compartimento “1/0”. Los autores

reportaron un mayor número de elecciones del tipo prosocial pero moduladas por el sexo del compañero (más comida al compañero del sexo opuesto).

Un año después se reportaron datos interesantes con pericos grises (*Psittacus erithacus*). En el primer experimento Péron y colaboradores (2013) adaptaron el paradigma TEP. Para lo cual utilizaron dos periqueras en las cuales colocaron a dos pericos frente a frente. En medio colocaron una mesa circular sobre la cual estaban 4 tazas de diferentes colores con significado diferencial, por ejemplo, la elección de la taza verde implica la opción prosocial “1/1”, la elección de la taza naranja era una opción egoísta “1/0”, la elección de la taza rosa era una opción en la que ninguno de los sujetos recibía recompensa “0/0”, mientras que la elección de la taza morada significaba que sólo el compañero recibía la recompensa “0/1”. Los autores reportaron elecciones prosociales. Sin embargo, mostraron que éstas dependían de un comportamiento recíproco entre las mismas parejas.

Aunque otras variantes de la TEP se han reportado en cuervos (Di Lascio, Nyffeler, Bshary y Bugnyar, 2013) y en perros domésticos (Quervel-Chaumette, Dale, Marshall-Pescini y Range, 2015), se puede concluir que en general la TEP parece un paradigma experimental adecuado para evaluar la conducta prosocial en animales no humanos. Sin embargo, también es importante reconocer que es difícil que los laboratorios tengan acceso o las condiciones adecuadas para trabajar con las especies de animales antes mencionadas, afortunadamente, en años recientes un grupo de investigación europeo adaptó la TEP para una población experimental de mayor acceso: la rata.

En el año 2015, Hernandez-Lallement, van Wingerden, Marx, Srejjic y Kalenscher publicaron un estudio de prosocialidad en ratas con un paradigma basado en la TEP de Horner, et al 2011 (ver también, Marques, Rennie, Costa y Moita, 2015), el cual consistió en un laberinto

doble T de acrílico transparente, en el que todo se manejaba manualmente. Se usaron 48 ratas de la misma cepa alojadas en grupos cuatro ratas por jaula. El laberinto contó con dos compartimientos, uno frente al otro y fue separado por una puerta transparente con perforaciones para permitir la visualización y olfato entre las ratas como posible medio de comunicación entre ellas. El laberinto consistió en una caja donde existieron dos cámaras de opciones con puertas independientes y dentro de las cámaras en una esquina se entregaron pellets (ver Figura 1).

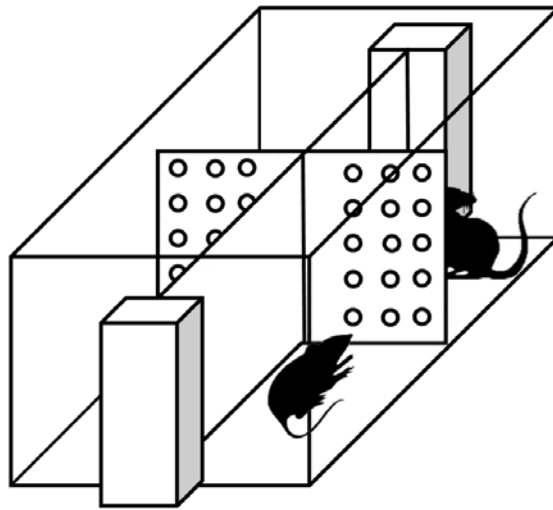


Figura 1. En un laberinto en forma de doble T se colocan dos ratas. Una de las ratas entra primero y escoge uno de los lados. Sin importar que lado escoja ella siempre obtiene comida, pero uno de esos lados da comida a ambas ratas (tomado de Reynoso-Cruz y Bernal-Gamboa, 2019).

Al igual que la tarea de Horner et al. (2011), las ratas que jugaron el rol de actor tenían dos opciones, podían elegir colocarse en la opción prosocial del laberinto, la cual le brindaba alimento a la rata actor y a la rata compañero “1/1”. Por otro lado, podían elegir colocarse en la opción egoísta, la cual le brindaba alimento sólo a la rata actor “1/0”. El grupo control con el cual se compararon las elecciones de la rata actor, implicó el uso de un muñeco en forma de rata que sustituyó a la rata compañero. Los hallazgos reportados mostraron que las ratas actor tuvieron una preferencia por el comportamiento prosocial cuando se evaluaron con una rata compañero y en

consecuencia encontraron una proporción significativamente mayor en aquellas opciones prosociales en la condición de pareja comparada con la condición de juguete. Es importante mencionar que las ratas empleadas en este experimento eran totalmente desconocidas.

Algo relevante para resaltar es el hecho de que Marques y colaboradores (2015) encontraron hallazgos muy similares, aunque ellos usaron un laberinto doble T automatizado y las ratas usadas por ellos sí se conocían. Cada laberinto T consistía en una caja de arranque conectada a dos cámaras de decisión por dos puertas operadas independientemente, cada una de las cuales conducía a un compartimento de elección en donde a la rata actor podía elegir entre el lado que le proporcionaba alimento para ella “1/0” ó la elección prosocial “1/1” en la que se le brindaba alimento a la rata actor y a la rata compañero. El experimento se realizó con dos condiciones; condición compañero y condición juguete; en esta última condición, se usó una rata de juguete como pareja. La rata actor fue la que tomó la decisión de a qué brazo desplazarse, después de entrar en cualquiera de los compartimentos, las ratas recibieron una cantidad idéntica de recompensa (tres pastillas de sacarosa), entregada después del tiempo de espera. Tanto la abertura de puertas como la entrega de pellets fue automatizado y las ratas fueron previamente entrenadas en el comportamiento de búsqueda de alimento. Como resultado obtuvieron que 10 de las 15 ratas mostraron tendencia hacia el lado prosocial, una al lado egoísta y cuatro al azar. Obtuvieron un 60% de ratas prosociales que preferían compartir alimento con la compañera que con el juguete.

Los hallazgos reportados por Hernandez Lallement, et al 2015 y Marques et al. 2015 nos muestran un modelo de laboratorio sólido para el estudio de la prosocialidad en ratas. Aunque en ambos reportes se muestra el efecto de la elección prosocial, los mecanismos que subyacen a dicho comportamiento no son totalmente clarificados. Algunos autores han propuesto que la empatía puede jugar un papel clave en la emisión de conductas prosociales (Ben-Ami Bartal, 2016; Bernal-

Gamboa, 2017; Decety, 2013). En particular el Modelo Empático de la Muñeca Rusa propuesto por Preston y de Waal (2002; 2017; ver también de Waal, 2013) podría tener implicaciones que pueden ser evaluadas empíricamente y que ayudarían a vislumbrar un poco más la comprensión del mecanismo detrás de las conductas prosociales. Por ello, en la siguiente sección se describe con algún detalle el modelo desarrollado por de Waal y colaboradores.

1.3 MODELO EMPÁTICO DE LA MUÑECA RUSA

Franz de Waal fue uno de los primeros autores contemporáneos que trató de desarrollar un modelo que evitó colocar a la empatía como un fenómeno exclusivo de los humanos, en particular la propuesta que junto con Stephanie Preston presentó en el año 2002 sugiere que la empatía es un continuo y por tanto tiene un base común en diferentes especies de animales (Preston y de Waal, 2017). Los autores proponen al Mecanismo de Percepción-Acción (MPA), como un mecanismo base sobre el cual se construyen las siguientes capas o niveles de empatía (tal y como las *matrioshkas* o muñecas rusas, ver Figura 2).

Se asume que el MPA tiene una base cerebral el cual se activa cuando el sujeto-observador percibe y comparte el estado afectivo del sujeto-observado. Es importante mencionar que el MPA permite una activación automática y en muchas ocasiones inconsciente de representaciones psicomotoras en el sujeto-observador que empatan con las observadas en el sujeto-observado. En años recientes se ha tomado como evidencia a favor del MPA el descubrimiento de las neuronas espejo, las cuales se activan en el sujeto-observador tanto cuando él realiza la acción A, como cuando es expuesto a ver la misma acción A en el sujeto-observado (Rizzolatti y Craighero, 2004). Con lo cual, Presto y de Waal, sugieren que la posible función evolutiva del MPA es permitir una

adecuada lectura de los comportamientos de los otros basada en nuestras experiencias previas similares (Preston y de Waal, 2017).

Por lo tanto, sobre el MPA se superponen los tres niveles que constituyen la empatía: 1. Contagio emocional, 2. Preocupación empática y 3. Toma de Perspectiva. El primer nivel implica una comunicación afectiva involuntaria y rápida entre los sujetos (para un ejemplo en ratas ver el experimento de Church, 1959). En el segundo nivel se propone que el sujeto-observador además de verse afectado por la emoción del sujeto-observado, también analiza dicha emoción y emite una acción inmediata adecuada hacia el sujeto-observado (los hallazgos de prosocialidad obtenidos con la TEP en ratas, Hernandez-Lallement et al., 2015; Marques et al., 2015). El tercer nivel involucra un proceso cognitivo más complejo porque se sugiere que el sujeto-observador entiende plenamente la perspectiva del sujeto-observado, pero distinguiendo claramente entre sus necesidades y las del sujeto-observado lo cual puede derivar en que el sujeto-observador ejecute una acción determinada hacia la situación del otro (por ejemplo, la conducta de ayuda en ratas, Ben-Ami Bartal et al., 2011; Bernal-Gamboa, 2019).

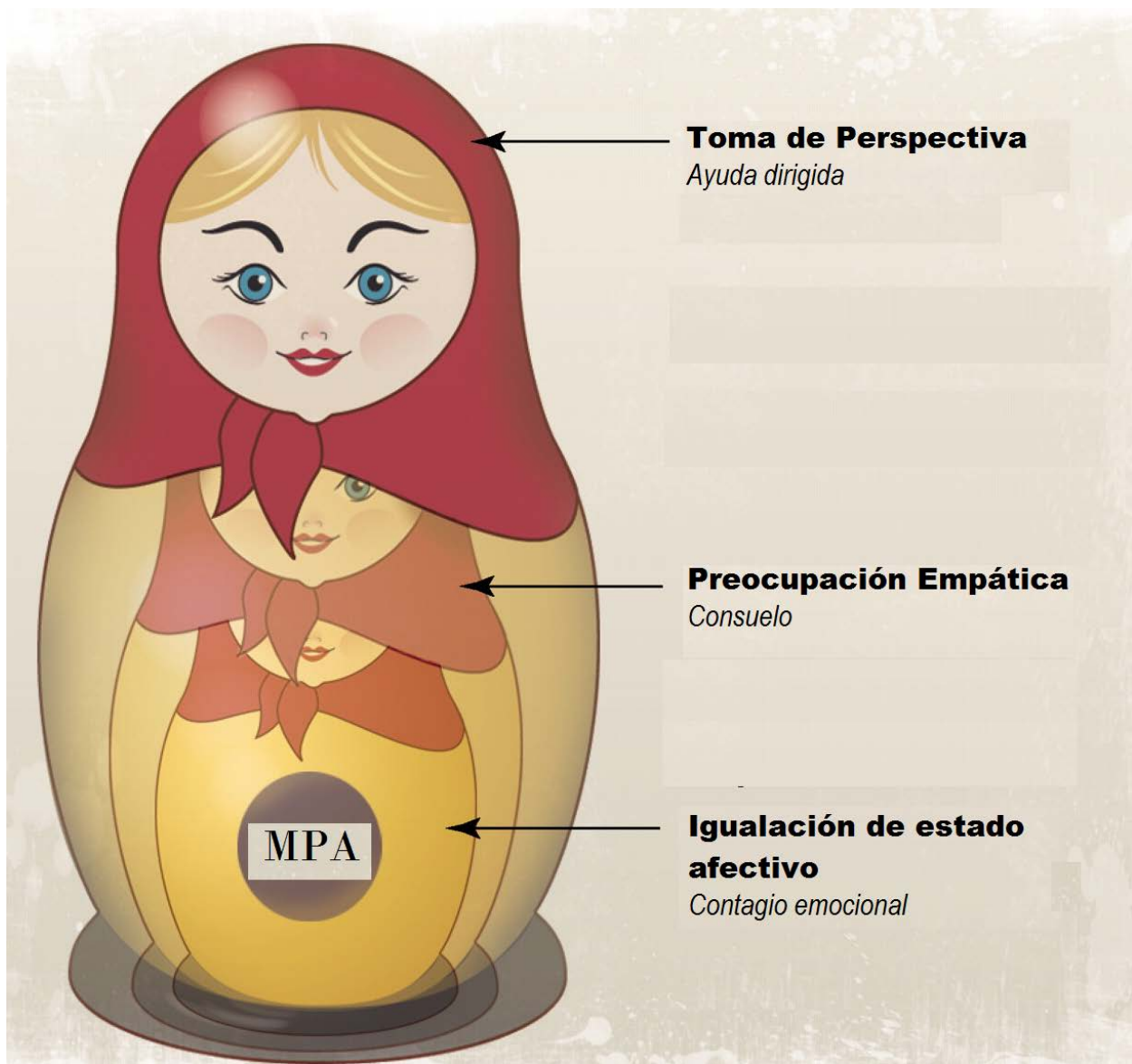


Figura 2. Modelo Empática de la Muñeca Rusa. Basado en de Waal, 2012.

2. 2. Planteamiento.

Dado el carácter central del MPA en el Modelo Empático de la Muñeca Rusa, es importante mencionar que una de las predicciones más interesantes del modelo radica en la cercanía o familiaridad de los sujetos (ver también los modelos de altruismo recíproco y selección por parentesco; Hamilton, 1964; Price, 2016; Trivers, 1971), es decir, según Preston y de Waal, entre más cercana sea la relación entre el sujeto-observador y el sujeto-observado, más fácilmente se activará el MPA en el sujeto-observador, permitiendo que éste sea más empático con el sujeto-observado.

3. Objetivo

Por tanto, el objetivo de la presente Tesis fue evaluar el MPA usando la TEP en ratas. Para ello, se comparó la ejecución de dos grupos de ratas, uno de dichos grupos eran ratas desconocidas (antes del experimento no habían tenido contacto; como en el experimento de Hernandez-Lallement et al., 2015), mientras que el otro grupo eran ratas conocidas (estuvieron alojadas juntas en la misma jaula-hogar al menos 6 meses antes del experimento; como en el experimento de Marques et al., 2015). Así, se comparó la ejecución de ambos grupos en situaciones en la que se tenía por compañero a una rata (conocida o desconocida) y a una rata juguete.

4. Hipótesis.

Si una relación cercana entre las ratas favorece la activación del MPA, entonces las ratas actor del grupo conocidas deberían tener una mayor proporción de elecciones prosociales hacia sus compañeras en comparación con las ratas actor del grupo desconocidas.

Método

Sujetos

Se emplearon 24 ratas hembras de la cepa Wistar provenientes del bioterio de la Facultad de Psicología de la UNAM, las edades de las ratas oscilaron entre los 6 y los 8 meses con un promedio de 6.5 meses de edad. Del total de los sujetos, 12 ratas fueron alojadas en cajas habitación de 4 individuos, y el resto se alojaron en cajas habitación de parejas. Las ratas fueron divididas de forma aleatoria en dos grupos uno compuesto por ratas conocidas (alojadas en la misma caja habitación y otro grupo se conformó de ratas desconocidas (alojadas en cajas habitación diferentes). Con las ratas de cada grupo se conformaron 6 parejas para el grupo de conocidas y 6 para el grupo desconocidas.

Los sujetos fueron manipulados de forma diferencial en las tres etapas que consistió el experimento, las características de cada etapa se describen a continuación.

Manipulación: los sujetos fueron manipulados gentilmente durante 7 días previos a la privación de alimento, esta manipulación tuvo como objetivo acostumbrar a las ratas al transporte, manejo y reducir el estrés por estas manipulaciones. Durante los días se tomó el peso de los individuos y se calculó el valor promedio para cada rata. Los individuos nunca estuvieron privados de alimento o agua durante la manipulación.

Privación: posterior a la manipulación se comenzó con la privación de alimento que se extendió por un periodo de 14 días. Para disminuir el peso de los roedores hasta un 85% de su peso promedio, se manipuló el tiempo de alimentación comenzando con 90 minutos de acceso libre al alimento durante siete días. A partir del día 8 y hasta el día 14 el tiempo de alimentación se redujo a 60 minutos; el tiempo del acceso al alimento cambió si el peso del individuo aumentaba o

disminuía más de siete gramos para evitar algún trastorno metabólico. El acceso al agua fue *ad libitum* durante todo el experimento.

Experimentación: esta etapa duró 27 días, durante estos días las ratas fueron pesadas antes de cada sesión y al finalizar los sujetos tuvieron acceso al alimento durante 45 minutos o de acuerdo a las necesidades individuales para mantener su peso al 85%.

Material y/o Equipos

Se utilizó un laberinto en doble T hecho de policloruro de vinilo (PVC Espumado) dividido por un panel de polímero de metil metacrilato PMMA (acrílico transparente) de 5 mm con perforaciones para permitir la comunicación visual, olfativa y auditiva entre individuos. Cada lado del laberinto cuenta con tres brazos, uno de inicio de 20 cm x 20 cm con puertas que permiten el acceso a los dos brazos terminales de 27 cm x 42.5 cm, los muros son fabricados de PVC espumado blanco de 6 mm con una altura de 30 cm. El piso y la tapa de los brazos terminales está construido con acrílico transparente de 6 mm x 27 cm x 42.5 cm, mientras que el piso de los brazos de inicio es de PVC espumado blanco.

Dado que el piso de los brazos terminales fue transparente, se empleó un fondo blanco constante para todos los individuos. Cada brazo terminal cuenta con un sistema dispensador de pellets individual de purina de la marca Bio Serv, cada uno con un peso de 0.45g que son colocados manualmente por el experimentador (ver figura 3).

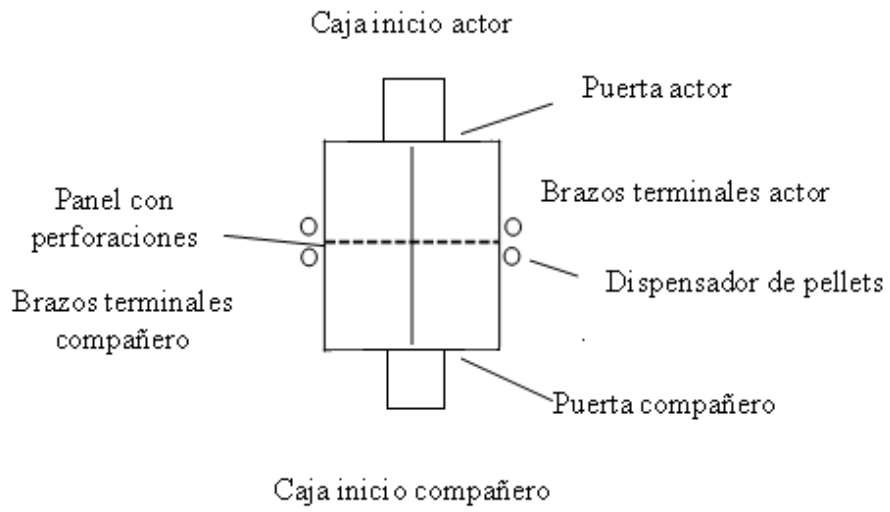


Figura 3. Diseño del laberinto experimental empleado



Figura 4. Laberinto real armado

Procedimiento

El protocolo de investigación se apegó estrictamente al Código Ético de Investigación de la Facultad de Psicología de la UNAM <http://www.psicologia.unam.mx/comite-de-etica-de-investigacion-de-la-facultad-de-psicologia/>. La etapa experimental se integró de dos fases: entrenamiento y experimental (ver Tabla 1).

Fase de entrenamiento: Consistió en 7 días consecutivos en los cuales se entregó alimento en ambos brazos terminales, así como en la caja de inicio. Las sesiones de entrenamiento duraron 20 minutos por pareja. El primer día se colocó a los sujetos en el aparato, se les permitió explorar y no se colocaron las puertas de los brazos de inicio. El segundo día se les colocó en el aparato sin puertas y se entregaron dos pellets cada 4 minutos en cada uno de los tres brazos. En el tercer día se colocaron en el brazo de inicio con la puerta y dos pellets, se abrió la puerta y cuando los sujetos eligieron uno de los dos lados se entregaron dos pellets en el respectivo brazo, mientras comió los dos pellets se colocaron dos más en la caja de inicio y se abrió la puerta para permitir que regresara a la caja de inicio, cuando el sujeto regresó se cerró la puerta, se le dio tiempo para comer y se abrió la puerta para que eligiera nuevamente; se registró el lado que eligió para determinar su nivel de actividad y hacer la elección de actores y compañeros, el sujeto más activo se designó como actor. Durante el cuarto y el quinto días se repitió lo realizado durante el tercer día, pero los pellets sólo se entregaron en el brazo de inicio en la mitad de los ensayos. El sexto día se repitió lo mismo que en los dos anteriores pero los pellets se entregaron sólo en una cuarta parte de los ensayos en la caja de Inicio. El séptimo día se repitió lo realizado durante el sexto día, pero ya no se entregaron pellets en la caja de inicio.

Fase experimental: Se condujo durante 20 sesiones distribuidas en cuatro semanas. La fase experimental se dividió en dos condiciones para los grupos conocidas y desconocidas. En la primera; condición de conocidas, eran pares de ratas que conviven en la misma caja y en condición desconocidas, ratas que están en cajas individuales y no tienen contacto entre ellas, esta condición tuvo una duración de dos semanas. La segunda fue la condición control, en la cual tanto para los grupos de conocidas y desconocidas, en las dos últimas semanas de las sesiones se retiró a la rata compañera y se colocó una rata actor juguete de color y tamaño similar al de una rata real, 17 cm aproximadamente.

Tanto para el grupo experimental conocidas como desconocidas se colocó foami blanco para evitar sesgos en las decisiones de la rata actor. El lado prosocial se aleatorizó para ambos grupos durante los 20 días de fase experimental, 50% a la izquierda y 50% a la derecha.

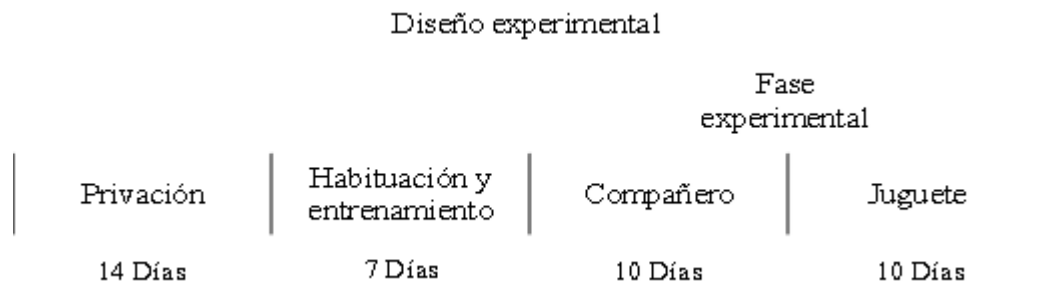


Tabla 1. Diseño general del experimento

Cada sesión de la Fase Experimental consistió en 25 ensayos consecutivos con una duración máxima de 45 segundos cada uno (Ver Figura 4). Los primeros 10 ensayos fueron de elección forzada a cada uno de los brazos terminales, 50% a la opción prosocial y 50% a la opción no prosocial. Los ensayos a cada posición se eligieron aleatoriamente antes del inicio de cada sesión. Los restantes 15 ensayos fueron de elección libre y la rata actor siempre eligió entre los dos brazos terminales, la rata compañero siempre fue dirigida al mismo lado que la rata actor.

Resultados

Se compararon las elecciones pro-sociales promedio de cada uno de los grupos. Para ello se condujo un Análisis de Varianza (ANOVA) mixto para la Fase experimental con la rata compañero y con el juguete. Es importante mencionar que una prueba de homocedasticidad de Levene $F < 1$, mostró que los datos cumplían con el supuesto de homogeneidad de varianzas. Se utilizó un criterio para el rechazo de la hipótesis nula de $p < .05$. Finalmente, se utilizó la η^2 para señalar el tamaño del efecto.

En la figura 7 se muestra el promedio de elecciones prosociales que realizó el grupo de Ratas Desconocidas. El porcentaje promedio de elecciones pro-sociales hacia las ratas compañero fue del 54.11 %, mientras que en presencia del juguete el Grupo de Ratas Desconocidas realizó un 51.77 % de elecciones pro-sociales. Un ANOVA 2 “Elección” (Egoísta vs Pro-social) x 2 “Pareja” (Compañero vs Juguete) x 10 (Sesión) únicamente indicó un efecto significativo en el factor Elección, $F(1, 19) = 17.83$, $p = .0004$, $\eta^2 = .49$. Sin embargo, ni el factor Pareja, $F(1, 19) = .01$, $p = .92$, ni el factor Sesión, $F(9, 171) = .02$, $p = .99$ resultaron significativos. Adicionalmente, las interacción Elección x Pareja, $F(1, 19) = 3.00$, $p = .09$ y la interacción Elección x Pareja x Sesión, $F(9, 171) = 1.16$, $p = .32$, no resultaron significativas. Estos resultados muestran que las ratas del Grupo Desconocidas ejecutaron el mismo número de elecciones pro-sociales en presencia de la rata compañero y del juguete.

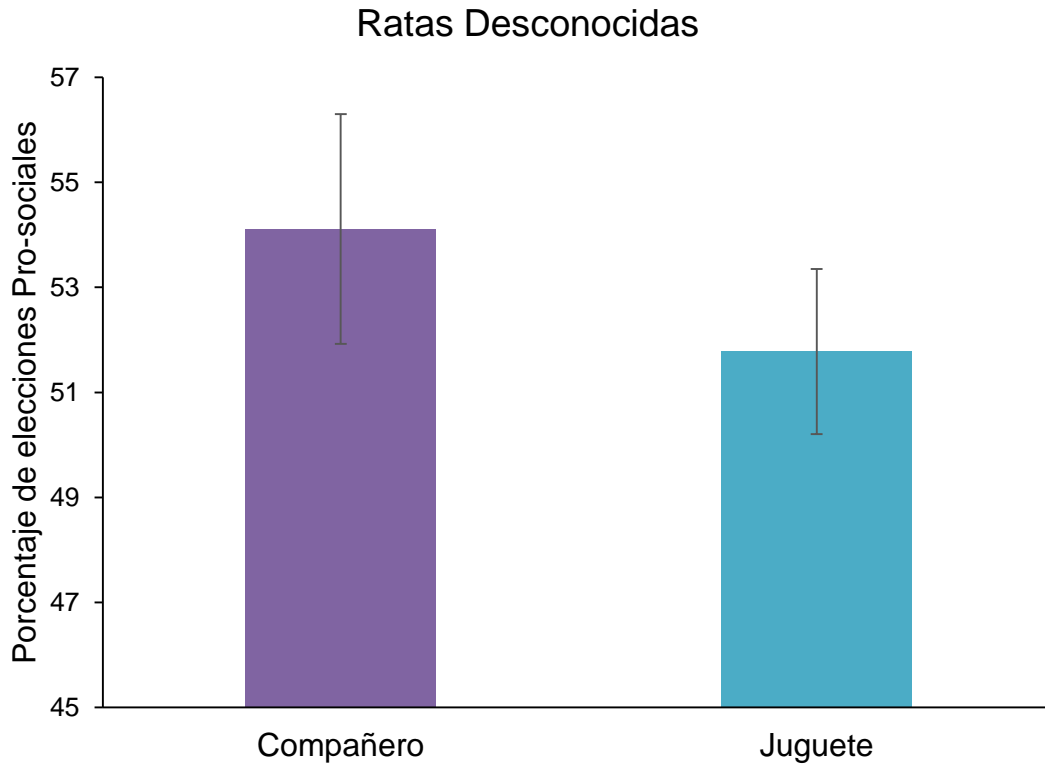


Figura 7. Se muestra el porcentaje de las elecciones prosociales en el Grupo de ratas Desconocidas tanto con la presencia del compañero y con el juguete.

En la figura 8 se muestra el promedio de elecciones pro-sociales que realizó el grupo de Ratas Conocidas. El porcentaje promedio de elecciones pro-sociales hacia las ratas compañero fue del 54.33 %, mientras que en presencia del juguete el Grupo de Ratas Conocidas realizó un 50.22 % de elecciones pro-sociales. Un ANOVA 2 “Elección” (Egoísta vs Pro-social) x 2 “Pareja” (Compañero vs Juguete) x 10 (Sesión) no encontró un efecto significativo ni en el factor Elección, $F < 1$, ni en el factor Sesión, $F < 1$. No obstante, el factor Pareja resultó significativo, $F(1, 19) = 9.25$, $p = .006$, $\eta^2 = .32$ Asimismo, la interacción Elección x Pareja, $F(9, 171) = 7.53$, $p = .01$, $\eta^2 = .27$ y la interacción Elección x Pareja x Sesión, $F(9, 171) = 3.22$, $p = .001$, $\eta^2 = .13$ resultaron significativas.

Con la finalidad de explorar la triple interacción se condujeron comparaciones planeadas, las cuales mostraron que las ratas del Grupo Conocidas eligieron más veces la opción pro-social en presencia de la ratas compañero, $F(1, 19) = 6.95$, $p = .01$, $\eta^2 = .19$. Adicionalmente, dicha elección se realizó de forma consistente a lo largo de las diez sesiones, teniendo la F más pequeña de 39.22, $p = .0001$, $\eta^2 = .68$.

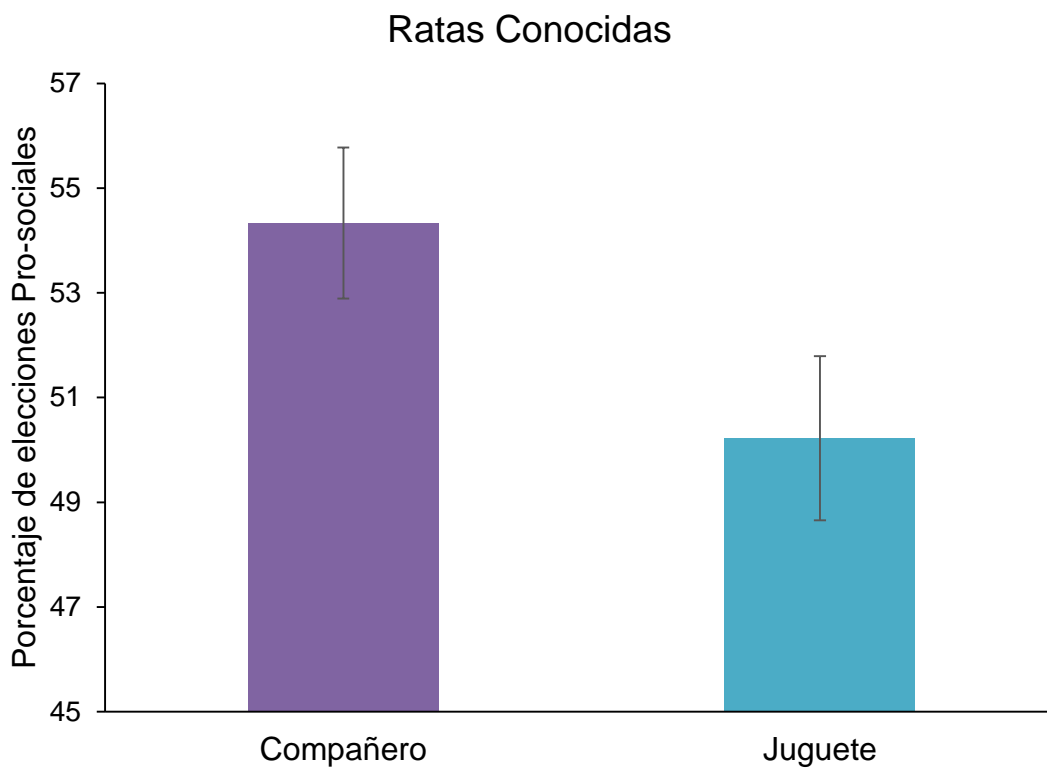


Figura 8. Se muestra el porcentaje de las decisiones prosociales en el Grupo de ratas Conocidas, en presencia de la rata compañero y con el juguete.

La figura 9 muestra la ejecución del Grupo de Ratas Desconocidas a través de ensayos acumulados. En dicha gráfica se observa que sin importar la condición (compañero ó juguete) las ratas actor eligieron la misma opción (pro-social). No obstante aproximadamente en los últimos

25 ensayos las ratas incrementaron el número de elecciones pro-sociales únicamente en la condición compañero.

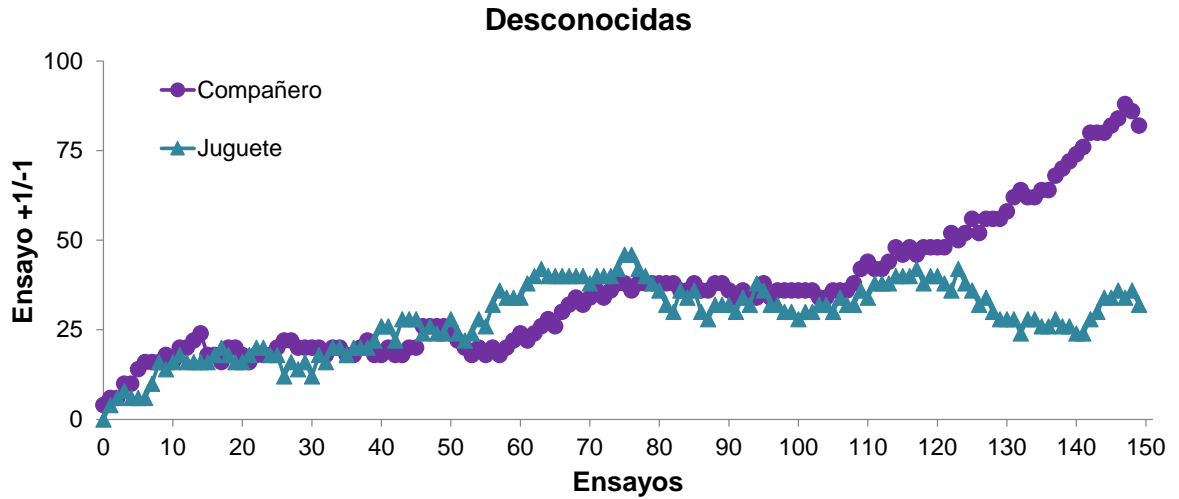


Figura 9. Se muestran los ensayos acumulados de las elecciones de las ratas actor en el grupo de desconocidos en la condición compañero y juguete.

Por otro lado, en la figura 10 se observa la ejecución del Grupo de Ratas Conocidas a través de ensayos acumulados. Únicamente para la condición compañero la figura muestra un aumento en el valor acumulativo, lo que implica un mayor número de elecciones del lado prosocial conforme pasaron los ensayos; en contraste en la condición juguete se observa una tendencia estable manteniéndose en valores cercanos a cero debido a que la cantidad de las elecciones prosociales y egoístas fueron similares en esta condición.

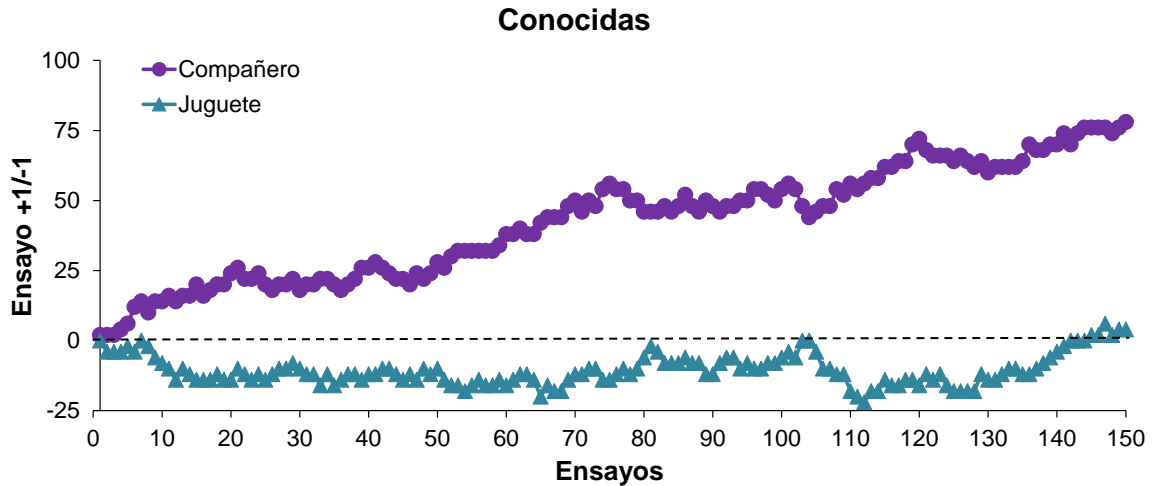


Figura 10. Se muestran los ensayos acumulados de las ratas actor en el grupo de conocidas en la condición compañero y juguete.

Se realizó un ANOVA 2 (Grupo) x 2 “Elección” (Egoísta vs Pro-social) x 10 (Sesión) para comparar la ejecución de ambos grupos en la condición Compañero. Dicho análisis mostró que los factores Grupo, $F < 1$ y Sesión, $F < 1$ no resultaron significativos. De la misma forma, ninguna de las interacciones que involucró dichos factores fue estadísticamente significativa, la mayor $F = 1.85$. El análisis únicamente encontró significativo el efecto en el factor Elección, $F(1, 19) = 33.93$, $p = .0001$, $\eta^2 = .64$. Estos resultados sugieren que ambos grupos eligieron de forma similar la opción pro-social ante el compañero.

Para comparar la ejecución de ambos grupos en la condición Juguete, Se realizó un ANOVA 2 (Grupo) x 2 “Elección” (Egoísta vs Pro-social) x 10 (Sesión). Los resultados mostraron un efecto significativo de la triple interacción, $F(9, 171) = 3.20$, $p = .04$, $\eta^2 = .10$ sugiriendo una diferencia en las elecciones realizadas por los grupos. Para continuar explorando la interacción se condujeron las comparaciones planeadas, las cuales mostraron que el Grupo de Ratas Conocidas eligió en más ocasiones la opción egoísta ante la presencia del juguete, $F(1, 19) = 7.61$, $p = .01$,

$\eta^2 = .14$ y que dicha elección se estableció de forma constante desde la sesión 2, $F(1, 19) = 6.65$, $p = .02$, $\eta^2 = .12$.

Discusión

Se realizó un estudio que evaluó si la familiaridad (tiempo de convivencia) entre ratas jugaba un papel en la emisión de conductas prosociales en la TEP. Se utilizaron dos grupos de ratas, en uno de los cuales las ratas actor y las ratas compañero se conocían (convivieron en la misma jaula-hogar durante aproximadamente 6 meses), mientras que en el otro grupo las ratas actor y las ratas compañero eran desconocidas. Se registraron las elecciones de las ratas actor de cada grupo (prosociales y egoístas) en dos condiciones (rata compañero y rata juguete). Los hallazgos mostraron que las ratas actor en el Grupo Conocidas tuvieron una mayor elección de la opción prosocial en la condición de la rata compañero con respecto a la rata juguete, mientras que las ratas actor del Grupo Desconocidas tuvieron una elección similar tanto ante la rata compañero como ante la rata juguete.

Con los datos anteriores podemos concluir que la tarea realizada por Hernandez-Lallement et al., (2015; ver también Marques et al., 2015) es un procedimiento sólido en laboratorio que permite observar y estudiar el comportamiento de la prosocialidad, sin embargo, antes de discutir posibles implicaciones teóricas es importante mencionar las diferencias metodológicas entre el presente estudio y el de Hernandez-Lallement et al debido a que la presente tesis se puede considerar como una réplica parcial de la tarea original. Por un lado, los presentes hallazgos sugieren que el fenómeno de prosocialidad medida en la TEP es un efecto sólido y robusto ya que los presentes resultados extienden los hallazgos de Hernandez-Lallement et al a una cepa diferente de ratas (ellos

usaron ratas Long-Evans y el presente estudio se realizó con ratas Wistar), así como al sexo de las ratas (la presente Tesis empleó ratas hembras y Hernandez-Lallement et al., usaron ratas macho).

Los presentes datos se unen a otras investigaciones que han utilizado la TEP con otros mamíferos primates y no primates (para una revisión ver, Marshall-Pescini et al., 2016). En particular, nuestros hallazgos son consistentes con estudios que han reportado que la familiaridad puede modular la ejecución de comportamiento prosociales. Por ejemplo, Silk et al. (2005) realizaron una tarea usando chimpancés no emparentados de dos zonas geográficas distintas; los chimpancés fueron colocados por parejas en jaulas separadas, donde podían observarse y comunicarse. Solo de un lado en la parte superior se encontraban dos palancas, una del lado izquierdo del chimpancé y otra del lado derecho; en la jaula del otro chimpancé no se encontraban las palancas solo la bandeja de alimento. Se realizaron seis sesiones con los dos chimpancés y seis sesiones en donde solo estaba el chimpancé que dirigía las palancas. Los resultados mostraron que a pesar de que el chimpancé tuvo la opción de compartir alimento a su compañero sin embargo esta elección fue muy baja, los resultados del experimento junto con revisiones bibliográficas mostraron que los chimpancés muestran comportamiento prosocial con parientes lo que abrió una incógnita sobre la relación de la prosocialidad y el parentesco (pero ver, Horner et al., 2011).

Si bien con un solo experimento es muy difícil esclarecer el mecanismo subyacente a la prosocialidad en las ratas, es importante mencionar que nuestros datos son consistentes con la propuesta del Modelo de la Muñeca Rusa (de Waal, 2008). De acuerdo con este modelo el MPA juega un papel importante en el reconocimiento y comunicación de estados afectivos entre individuos (empatía), dicho mecanismo es más fácilmente activado entre individuos familiares o conocidos. Por tanto, si se asume que la empatía juega un papel importante en la motivación de comportamiento prosociales, nuestros resultados apoyan la perspectiva del Modelo de la Muñeca

Rusa al observar que las ratas actor conocidas *detectaron* con mayor rapidez el estado afectivo de las ratas compañeras ejecutando una conducta que *beneficiara* a ambas, en contraste con lo observado con las ratas desconocidas, cuyas elecciones al ser muy similares en presencia de las ratas compañeras y el juguete puede interpretarse como elecciones *insensibles* al estado afectivo de las ratas desconocidas, debidas a una falta de activación del MPA.

Lo anterior también es consistente con los hallazgos de Marques et al. (2015). Dichos investigadores reportaron que la masa corporal influye en la prosocialidad, es decir, observaron que las ratas actor tenían una mayor propensión a elegir la alternativa prosocial cuando se emparejaba con compañeros más ligeros (los autores reportaron una interacción entre el estado de privación de la pareja y la disposición prosocial, pues observaron que las ratas fueron más prosociales con ratas con masa corporal debajo de su peso), lo cual pudiera explicarse bajo el marco de la preocupación por el bienestar del otro (segundo nivel del modelo propuesto por de Waal, 2008).

Los anteriores resultados se pueden deber a que las ratas naturalmente viven en grupos y para estos grupos de individuos la prosocialidad es importante ya que permite que se genere una integración grupal y que favorece la coordinación de acciones y movimientos que les permitan responder conjuntamente ante amenazas o para obtención de alimento Ben-Ami Bartal Inbal, et al (2011).

Aunque se han propuesto distintas explicaciones para dar cuenta del comportamiento prosocial en la TEP con ratas (ver Bernal-Gamboa, 2017) vale la pena resaltar las razones por las que nuestros resultados son consistentes con la perspectiva del Modelo Empático de la Muñeca Rusa: 1) *Contacto Social*, para algunos investigadores la elección prosocial de las ratas se puede entender como la búsqueda no de un beneficio para la rata compañera, sino en términos egoístas

para la rata actor, es decir, la rata actor elegiría en mayor número de veces la elección prosocial en presencia de la rata viva debido al contacto social que esto produce (recordemos que el aparato era transparente y tenía orificios, lo que permitía comunicación, visual olfatoria y táctil). De dicha idea se predice que las ratas actor tendrá una ejecución diferencial entre las condiciones juguete y rata viva. Sin embargo, de dicha idea se puede predecir que no habría diferencia entre las elecciones prosociales entre las ratas conocidas y desconocidas, dado que en ambos casos se tendría acceso al contacto social con una rata viva.

2) *El reforzamiento positivo causado por ver comer al otro*, desde esta perspectiva se asume que la rata actor elegiría la opción prosocial, debido a que observar que la rata compañero ejecute comportamientos consumatorios es reforzante (Epstein, Leddy, Temple y Faith, 2007). El problema que tiene esta visión para nuestros datos es que predeciría que tanto las ratas conocidas como desconocidas ejecutarían los mismos niveles de elección prosocial, lo cual no ocurrió en nuestro estudio.

3) *El reforzamiento negativo causado por evitar los reclamos del otro*, se sabe que las ratas emiten vocalizaciones ultrasónicas que podrían tener diferentes significados, algunos autores han propuesto que podrían existir vocalizaciones emitidas en contextos aversivos (Takahashi, Kashino y Hironaka, 2010), así, dado que las ratas estaban en privación de alimento durante el experimento, se podría hipotetizar que las rata compañero podían encontrarse en un contexto aversivo (la falta de alimento), lo cual podría generar que ellas emitieran vocalizaciones *largas* (aversivas para las ratas actor), lo que a su vez podría haber generado que las ratas actor eligieran la opción prosocial para evitar el estímulo aversivo (como en el reforzamiento negativo). Lo problemático de esta explicación es que también asume que habrá una elección similar entre las ratas conocidas y desconocidas.

En conclusión, nuestros datos son inconsistentes con las tres propuestas mencionadas anteriormente, ya que el factor de la familiaridad jugó un papel importante en la elección prosocial, siendo así que apoyan la postura teórica del Modelo Empático de la Muñeca Rusa.

Por otro lado, es importante mencionar que los datos que reportamos no son del todo consistentes con los resultados obtenidos por Hernandez-Lallemet et al (2015). Dichos autores reportaron que las ratas actor tuvieron una mayor elección de la opción prosocial en presencia de las ratas compañero a pesar de que las ratas eran desconocidas. Aunque nuestros datos también muestran un incremento en la opción prosocial, dicho efecto sólo fue estadísticamente significativo cuando las ratas eran conocidas, es decir, nuestro grupo de ratas desconocidas (el equivalente al de Hernandez-Lallement et al) no eligió más veces la opción prosocial.

Una posible explicación en los diferentes hallazgos podría radicar en un nivel metodológico, mientras que Hernandez-Lallement et al., emplearon 34 parejas de ratas, nosotros utilizamos una N mucho más baja (6 parejas de ratas), esa variante puede sugerir que el efecto de prosocialidad en ratas desconocidas puede estar modulado por el tamaño de la N .

Finalmente, es importante mencionar que la acción de prosocialidad puede ser medida en diferentes niveles filogenéticos, no es una característica exclusiva de los humanos, por el contrario, es una habilidad que compartimos con muchos otros animales. Lo que nos lleva a la necesidad de revisar y re-elaborar los criterios y las normas de trato y el uso de animales en tareas experimentales. (Reynoso y Bernal-Gamboa, 2019).

REFERENCIAS

- Alcock, J., & Gray, P. (2005). Forecasting Stock Returns Using Model-Selection Criteria*. *Economic Record*, 81(253), 135–151. doi:10.1111/j.1475-4932.2005.00239.x
- Ben-Ami Bartal Inbal, Rodgers David A, Bernardez Sarria Maria Sol, Decety Jean, Mason Peggy. (2014). Pro-social behavior in rats is modulated by social experience. *eLife*, 3:e01385. doi: 10.7554/eLife.01385
- Ben-Ami Barta, Inbal, Decety Jean, Mason Peggy.(2011). Empathy and Pro-Social Behavior in Rats. *Science*,334 6061),1427-1430. DOI: 10.1126/science.1210789
- Ben-Ami Bartal, I., Shan, H., Molasky, N. M. R., Murray, T. M., Williams, J. Z., Decety, J., & Mason, P. (2016). Anxiolytic Treatment Impairs Helping Behavior in Rats. *Frontiers in Psychology*, 7. doi:10.3389/fpsyg.2016.00850
- Bernal Gamboa Rodolfo, Reynoso Cruz José Eduardo.(2016) Humanos que simpatizan y roedores que empatizan. *Universita ciencia*. núm. 14. 2007-3917.
- Bernal-Gamboa, R., Nieto, J., & Uengoer, M. (2017). Effects of extinction in multiple contexts on renewal of instrumental responses. *Behavioural Processes*, 142, 64–69. doi:10.1016/j.beproc.2017.06.003
- Bernal-Gamboa, Rodolfo & Mason, Tere & Cruz, José y Nieto, Javier. (2017). Ningún hombre es una isla, ninguna rata tampoco: Los roedores como modelo para el estudio de la empatía.
- Bernal-Gamboa, Rodolfo. (2019). Conducta de ayuda en ratas: ¿acción o hábito? *Universitas Psychologica* 18(1):1-7. 10.11144/Javeriana.upsy18-1.cara.
- Bernhard Helen, Fischbacher Urs y Fehr Ernst. (2006). Parochial altruism in humans. *nature*,442. doi:10.1038/nature04981
- Campbell, M. W., & de Waal, F. B. M. (2011). Ingroup-Outgroup Bias in Contagious Yawning by Chimpanzees Supports Link to Empathy. *PLoS ONE*, 6(4), e18283. doi:10.1371/journal.pone.0018283
- Church, R. M. (1959). Emotional reactions of rats to the pain of others. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 52(2), 132–134. doi:10.1037/h0043531
- Cronin, K. A. (2012). Prosocial behaviour in animals: the influence of social relationships, communication and rewards. *Animal Behaviour*, 84(5), 1085–1093. doi:10.1016/j.anbehav.2012.08.009
- De Waal Frans B.M. (2008). Putting the Altruism Back into Altruism: The Evolution of Empathy. *The Annual Review of Psychology*, 59, 279–300.

- De Waal, F. B. M. (2012). The Antiquity of Empathy. *Science*, 336(6083), 874–876. doi:10.1126/science.1220999.
- De Waal, F. B. M., & Preston, S. D. (2017). Mammalian empathy: behavioural manifestations and neural basis. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(8), 498–509. doi:10.1038/nrn.2017.72
- Decety, J. (2011). The neuroevolution of empathy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1231(1), 35–45. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06027.x
- Decety, J., Chen, C., Harenski, C., & Kiehl, K. A. (2013). An fMRI study of affective perspective taking in individuals with psychopathy: imagining another in pain does not evoke empathy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. doi:10.3389/fnhum.2013.00489.
- Di Lascio, F., Nyffeler, F., Bshary, R., & Bugnyar, T. (2012). Ravens (*Corvus corax*) are indifferent to the gains of conspecific recipients or human partners in experimental tasks. *Animal Cognition*, 16(1), 35–43. doi:10.1007/s10071-012-0548-0.
- Epstein, L. H., Leddy, J. J., Temple, J. L., & Faith, M. S. (2007). Food reinforcement and eating: A multilevel analysis. *Psychological Bulletin*, 133(5), 884–906. doi:10.1037/0033-2909.133.5.884
- Fehr, E., & Fischbacher, U. (2003). The Nature of Human Altruism. *Nature*, 425, 785-791. <http://dx.doi.org/10.1038/nature02043>.
- Hamilton (1964). The Genetical Evolution of Social Behavior II. *Journal of Theoretical Biology* 7, 17-52.
- Hernandez-Lallement Julien, van Wingerden Marijin, Marx Christine, Srejjic Milan y Kalenscher Tobias. (2015). Rats prefer mutual rewards in a prosocial choice task. *Frontiers in Neuroscience*, 8, 443. doi:10.3389/fnins.2014.00443.
- Hollis, K. L., & Nowbahari, E. (2013). A comparative analysis of precision rescue behaviour in sand-dwelling ants. *Animal Behaviour*, 85(3), 537–544. doi:10.1016/j.anbehav.2012.12.005
- Horner Victoria, Cartera J. Devyn, Suchaka Malini, de Waal Frans B. M. Spontaneous prosocial choice by chimpanzees. *PNAS*, 108 (33), 13847–13851.
- Jensen Keith, Vaish Amrisha y Schmidt Marco F. H. (2014). The emergence of human prosociality: aligning with others through feelings, concerns, and norms. *Front Psychol.* (5), 822. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00822.
- Marshall-Pescini S., Frazzi C., y Valsecchi P. The effect of training and breed group on problem-solving behaviours in dogs. *Anim Cogn.* 2016 May;19(3):571-9. doi: 10.1007/s10071-016-0960-y.
- Marques, C., Rennie, S.M., Costa, D.F. and Moita, M.A. (2015) Prosocial Choice in Rats Depends on Food-Seeking Behavior Displayed by Recipients. *Current Biology*, 25, 1736-1745. doi: 10.1016/j.cub.2015.05.018.

- Péron, F., John, M., Sapowicz, S., Bovet, D., & Pepperberg, I. M. (2012). A study of sharing and reciprocity in grey parrots (*Psittacus erithacus*). *Animal Cognition*, 16(2), 197–210. doi:10.1007/s10071-012-0564-0.
- Preston, S. D., & de Waal, F. B. M. (2001). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(01). doi:10.1017/s0140525x02000018.
- Price, M. (2016). La cooperación como un problema clásico de la biología conductual. En Viren Swami (ed). *Psicología Evolucionista: Una introducción crítica*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Quervel-Chaumette, M., Dale, R., Marshall-Pescini, S., & Range, F. (2015). Familiarity affects other-regarding preferences in pet dogs. *Scientific Reports*, 5(1). doi:10.1038/srep18102.
- Reynoso, J. E. y Bernal-Gamboa, R. (2019). Ratas cooperativas, altruistas y prosociales: ¿Somos buenos por naturaleza? En Rodolfo Bernal-Gamboa y Carlos Santoyo (Eds). *Tendencias actuales en conducta social: una visión comparada*, UNAM, (en prensa).
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). THE MIRROR-NEURON SYSTEM. *Annual Review of Neuroscience*, 27(1), 169–192. doi:10.1146/annurev.neuro.27.070203.144.
- Rutte Claudia, Taborsky Michael. (2007). The influence of social experience on cooperative behaviour of rats (*Rattus norvegicus*): direct vs generalised reciprocity. *Behav Ecol Sociobiol.* 62,499–505. doi: 10.1007/s00265-007-0474-3.
- Sadava, D.M. (2012). *Life the ciencia of biology*. U.S.A. Sinaver Macmillan.
- Sato N, Tan L, Tate K, Okada M. (2015). Rats demonstrate helping behavior toward a soaked conspecific. *Animal cognition*, 18, 1039-1047. doi: 10.1007/s10071-015-0872-2.
- Schuster, R., & Perelberg, A. (2004). Why cooperate? *Behavioural Processes*, 66(3), 261–277. doi:10.1016/j.beproc.2004.03.008
- Schwab Christine, Swoboda Ruth, Kotrschal Kurt, Bugnyar Thomas. (2012). Recipients Affect Prosocial and Altruistic Choices in Jackdaws, *Corvus monedula*. *PLoS ONE* 7(4): e34922. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034922>.
- Silk Joan B., Brosnan Sarah F., Vonk Jennifer, Henrich Joseph, Povinelli Daniel J. Richardson Amanda S., Lambeth Susan P., Mascaró Jenny., Schapiro Steven J. (2005). Chimpanzees are indifferent to the welfare of unrelated group members. *nature*, 437. doi:10.1038/nature04243.
- Takahashi, N., Kashino, M., & Hironaka, N. (2010). Structure of Rat Ultrasonic Vocalizations and Its Relevance to Behavior. *PLoS ONE*, 5(11), e14115. doi:10.1371/journal.pone.0014115.
- Trivers, R.L. (1971). The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology* 46, 35-57.