

La empatía en los roedores: El papel de la familiaridad en la respuesta emocional y la conducta de ayuda en ratones *mus musculus*

Eric Roth<sup>1</sup> y Ludwing Flores  
Universidad Católica Boliviana “San Pablo”

**Resumen**

El propósito de la presente investigación experimental fue analizar la respuesta emocional de un tipo conocido de roedor (ratones *mus musculus* de laboratorio) así como su conducta de ayuda generada por el confinamiento de un compañero en un dispositivo de restricción de movimiento, bajo la influencia de la familiaridad definida mediante el tiempo de cohabitación en parejas. Diez y seis ratones machos de la cepa Swiss Albinos, ingenuos, con 35 días de edad, fueron divididos en parejas en las que uno de ellos era confinado mientras que el otro permanecía en libertad. El estudio centró su atención en el comportamiento del ratón libre a lo largo de 12 sesiones de medición y bajo la influencia de cuatro valores de cohabitación. Los resultados mostraron en primera instancia, que la constatación del compañero en dificultades genera altos niveles de activación conductual del ratón en libertad, la misma que se reduce significativamente al cabo de la liberación del congénere. Asimismo el estudio mostró que la conducta de ayuda en forma de la apertura de la puerta del dispositivo y medida a través de la latencia en que ésta se realiza, se reduce a medida que avanzan las sesiones, lo que significa que la liberación del compañero fortalece la conducta de apertura del dispositivo. La investigación también sugirió que solo el período de 216 horas de convivencia pudo afectar diferencialmente la respuesta emocional; sin embargo los diferentes valores de la cohabitación no ejercieron influencias significativas en el comportamiento de ayuda. Estos resultados indican que los ratones son capaces de mostrar alguna forma de preocupación emocional empática que despierta el comportamiento de ayudar a la pareja. Finalmente, este artículo discute sobre las connotaciones evolutivas y contextuales de la empatía animal.

Palabras Clave: Empatía en roedores, activación emocional, cohabitación, conducta de ayuda.

---

<sup>1</sup> [eroth@ucb.edu.bo](mailto:eroth@ucb.edu.bo)

## **Abstract**

The purpose of the present experimental research was to analyze the emotional response of a well know type of rodent (*mus musculus* laboratory mice), as well as its helping behavior generated by the confinement of a companion in a movement restriction device, under the influence of the familiarity defined by cohabitation time-period. Sixteen male mice of the Swiss Albinos strain, naive, at 35 days of age, were divided into pairs in which one of them was confined while the other remained free. The study focused on the free mouse behavior over 12 measurement sessions and under the influence of four cohabitation values. The results showed in the first instance, that the evidence of a companion in trouble elicits high levels of behavioral activation in the free mouse, emotional state that is significantly reduced after the release of the congener. The study also showed that the helping behavior by opening the door of the device and measured through the latency in which it is performed, is reduced as the sessions progress which means that the release of the partner reinforces the opening behavior. The research also suggested that only the period of 216 hours of cohabitation could differentially affect the emotional response; however, other values of the cohabitation did not exert significant influences on the helping behavior. These results indicate that the mice are able to show some form of empathic emotional concern that awakens the behavior of helping the couple. Finally, this article discusses on the evolutionary and contextual connotations of animal empathy.

Key words: Empathy in rodents, emotional activation, cohabitation, helping behavior.

## **Resumo**

A finalidade deste estudo experimental foi analisar a resposta emocional de um tipo conhecido de roedores (rato de laboratório *Mus musculus*) e o seu comportamento ajuda gerado pelo confinamento de um parceiro de um movimento do dispositivo de restrição, sob a influência de a familiaridade definida pelo tempo de coabitação em pares. Dezesesseis camundongos machos da cepa dos albinos suíços, ingênuos, com 35 dias de idade, foram divididos em pares em que um deles foi confinado enquanto o outro permaneceu em liberdade. O estudo centrou-se no comportamento do rato livre ao longo de 12 sessões de medição e sob a influência de quatro valores de coabitação. Os resultados demonstraram, em primeiro lugar, considerar que o sujeito afligido gera níveis elevados de rato activação comportamental libertado, é significativamente reduzida após a libertação do composto aparentado. O estudo mostrou também que o comportamento de ajuda como a abertura da porta do dispositivo e medido pela latência em que é realizada, como é reduzido o progresso sessões, o que significa que a libertação de companheiro fortalece o comportamento de abertura do dispositivo. A pesquisa também sugeriu que apenas o período de 216 horas de coexistência poderia afetar diferencialmente a resposta emocional; entretanto, os diferentes valores da coabitação não exerceram influências significativas no comportamento de ajuda. Estes resultados indicam que os ratos são capazes de mostrar alguma forma de preocupação emocional empática que desperta o comportamento de ajudar o casal. Finalmente, este artigo discute as conotações evolutivas e contextuais da empatia animal.

Palavras-chave: Empatia em roedores, ativação emocional, coabitação, comportamento de ajuda.

La empatía, tanto desde las formulaciones fenomenológicas como desde la perspectiva de la llamada teoría de la mente, ha sido repetidamente definida como la capacidad demostrada por un individuo para compartir las emociones propias con las de otros individuos, imaginándose cómo éstos las experimentan. Los escritos de Theodor Lipps de principios del siglo pasado que entiende la empatía como la experiencia en la mente de otra persona (Sahavi y Overgaard, 2012), la concepción de isomorfismos emocionales entre quien siente y quien empatiza, postulada por de Vignemont y Singer (2006), las conclusiones de los *simulacionistas* que conciben que la empatía es una especie de imitación interna, y que para que se produzca debemos usar nuestra mente como modelo para entender la mente del otro (Goldman, 2006), etc., son todas visiones que presumen que solo es posible sentir al cabo o al mismo tiempo que pensar.

Estos puntos de vista se encuentran hoy bajo el reto de los resultados arrojados por la reciente investigación sobre la empatía animal. En ellas resulta evidente que la importancia conferida al componente mental o cognitivo queda reducida o sustituida por explicaciones alternativas. En esta dirección, Sahavi y Overgaard, (2012) reconocen que no podemos acceder a la mente de los otros como lo hacemos en el caso de la propia. Solo contamos con evidencias indirectas que nos permiten realizar inferencias relativamente confiables, como cuando asumimos que alguien sufre un dolor y lo vemos tomar analgésicos o quejarse mientras realiza muecas que podemos interpretar como señales de dolor (Bennett y Hacker, 2003).

La investigación del comportamiento emocional en los animales sugiere ensayar explicaciones más parsimoniosas, basadas principalmente en la lectura de señales físicas y corporales difundidas por el individuo que expresa una necesidad (de Waal, 2012). Este autor señala que la reacción de muchos animales al movimiento de los congéneres es un asunto vinculado a la supervivencia de las especies. “Los animales sociales necesitan coordinar movimientos, responden colectivamente al peligro, comunican acerca de la disponibilidad de comida y agua y asisten a otros que expresan necesidades (...) La responsividad a los estados conductuales de los miembros del grupo se da desde el levantar vuelo de una bandada de pájaros al unísono porque uno de ellos es sorprendido por un depredador, hasta la ayuda que presta una mona madre que escucha gemir a su vástago cuando no puede pasar de un árbol a otro, disponiendo su cuerpo a manera de puente entre ambos” (deWaal, 2012, p 88). En los dos ejemplos las respuestas de miedo y de ayuda respectivamente, se originan en las señales provenientes

de algún miembro del grupo. Por otro lado, es evidente que las señales de angustia de las crías en los animales y de los hijos en los seres humanos, provocan claras muestras de angustia en los padres, lo que induce la orientación de la ayuda (McLean, 1985). Mason (2014) ha señalado que estas señales constituyen la base del nexo social existente entre madres e hijos (o crías) que resulta crítico desde una perspectiva evolutiva pues garantiza la continuidad de las especies. La autora, junto con otros (Chartrand y Bargh, 1999) denominan a esta comunicación afectiva entre individuos como “la relación percepción – conducta” y su función es la de conectar nuestra conducta con la de los otros.

Esta forma de conexión entre individuos se observa muy claramente cuando alguien que se encuentra en situación de necesidad o angustia suscita una preocupación empática que desencadena la orientación de ayuda (Batson, 2009; Decety y Jackson, 2004). La experiencia enseña (Ben-Ami Bartal, Decety y Mason, 2012) que la vista de un congénere en dificultad, suscita activación general del comportamiento del observador que se interpreta generalmente como “angustia”. Dicho estado emocional antecede a la conducta de ayuda que se refuerza y fortalece implícitamente con la constatación del alivio de la necesidad del otro. Así, prestar ayuda a un individuo que la necesita, no solo genera bienestar emocional en el necesitado, sino también en el que facilita la ayuda (de Waal, 2008), convirtiendo a la empatía en un mecanismo que regula el bienestar psicológico de quienes se incluyen en el proceso, “ofreciendo a los individuos un soporte emocional en el bienestar de otros” (Mason, 2014, p 5).

Por otra parte, tal como lo reconociera el mismo Darwin (1871) si bien la empatía parecería ser un comportamiento moldeado por las demandas de supervivencia de ciertas especies y por ello incorporada a la estructura biológica de los organismos a lo largo de la evolución, parecería también influenciado por las condiciones del contexto social en el que se produce. Quizá también por razones evolutivas similares, la mayoría de los organismos animales demuestran urgencias vigorosas para interactuar socialmente unos con otros dentro sus grupos específicos. La razón de ello puede ser a la par de ontogénica, filogénica, pues si bien la convivencia, el juego, la compañía, la reproducción sexual son condiciones que favorecen el agrupamiento gregario, los animales suelen vivir en comunidades, manadas, bancos, piaras, bandadas, parvadas, etc., que ofrecen seguridad contra el depredador, alimentación, resguardo, garantía para

las crías, condiciones todas que aumentan la probabilidad de la continuidad de la especie.

Por esta razón, es posible suponer que la familiaridad o la pertenencia al grupo podrían exacerbar la preocupación empática y consecuentemente la disposición a prestar ayuda a un miembro identificado del colectivo al que se pertenece. Echols y Correll (2012) exploraron la influencia de la membresía, la identidad social, las actitudes grupales y el estatus sobre la empatía y el comportamiento prosocial, amparados en los planteamientos de Batson (2009) sobre la hipótesis empatía-altruismo que distingue el entendimiento empático de la preocupación empática. La primera tiene que ver con cómo se procesan las señales afectivas y éstas por lo general provienen del reconocimiento facial. La experiencia señala que las características del grupo facilitan el reconocimiento facial: los miembros de un grupo reconocen más prontamente los rasgos faciales de su grupo que los del exogrupo y por lo tanto, podrán identificar más fácilmente las variaciones emocionales de sus miembros (Meissner y Brigham, 2001).

Otras investigaciones (Hein y Cols., 2010) demostraron que el entendimiento empático desencadena con mayor probabilidad la preocupación empática y la conducta de ayuda hacia los miembros del propio grupo. Asimismo, individuos que expresan identidad social con su grupo, tenderían a prestar mayor ayuda a los miembros de dicho grupo (Echols y Correll, 2012; Levin y Cols., 2005); no obstante, algunos de estos resultados esperan aún confirmación. Por último, algunas observaciones llevadas a cabo por Batson y Cols. (1987) y Lamm y Cols., (2007) señalan que el contexto social determinaría también diferencias en la activación emocional de las personas cuando miembros de un grupo perciben angustia en individuos con los que comparten mayor familiaridad en contraste con otros menos próximos.

Tratándose de animales, la investigación sobre procesamiento de señales afectivas es también abundante (véase por ejemplo Jeon y Cols., 2010; Langford y Cols., 2010). En ellas se ha demostrado que estados emocionales tales como el miedo y el dolor pueden ser transmitidos o atenuados vicariamente por medio del contacto visual con el congénere. Asimismo es clásico el estudio de Church (1959) en el que se constató que la percepción del dolor de un congénere era capaz de generar ansiedad en una rata. El animal mostró una dramática disminución de su tasa de respuesta ante un operando, a la vista de otra rata que sufría dolor.

En relación a la conducta de ayuda, son relevantes las reflexiones de Mogil (2012) sobre la empatía de los roedores, el estudio pionero de Rice y Gainer (1962), a más de un estudio reciente de Schweinfurth y Taborsky (2018) que mostró que ratas noruegas eran capaces de ofrecer alimento a sus compañeras que la solicitaban bajo un estado de privación, sin obtener beneficios inmediatos a cambio. Por su parte, Ben-Ami Bartal, Decety y Mason (2011), con ratas como sujetos experimentales, probaron que la presencia de un compañero inmovilizado en un dispositivo de restricción de movimiento induce, en otro que se encuentra en libertad, a realizar las operaciones necesarias para liberar al congénere, reduciendo con ello el estado emocional manifestado por ambos, uno a causa del encierro y el otro a causa del confinamiento del compañero. Asimismo, Ben-Ami Bartal y Cols., (2014), confirmaron los hallazgos anteriores, advirtiendo sin embargo que la conducta de ayuda estaba facilitada tanto por la afinidad genética como por la convivencia entre los congéneres. Los animales libres no prestaban ayuda a ratas cautivas de cepa diferente a no ser que previamente hayan cohabitado con ellas. De esta manera, los autores confirman una vez más (esta vez con sujetos animales), la relevancia de la membresía al grupo en la explicación de la preocupación empática y la conducta de ayuda.

Otro estudio más reciente (Ben-Ami Bartal y Cols., 2016), diseñado en la misma dirección que los anteriores (Ben-Ami Bartal y Cols., 2011 y Ben-Ami Bartal y Cols., 2014) sugirió que cierto tipo de ansiolíticos (midazolam, una benzodiazepina) administrados a las ratas libres, reducía significativamente su conducta de abrir el dispositivo de restricción de movimiento que confinaba a sus compañeras, en comparación con los animales controles que solo recibían una solución salina. Los resultados confirmaron la relación entre la emoción y la conducta prosocial al demostrar que la droga solo generó efectos sobre la conducta social de las ratas, pues los animales preferían abrir el dispositivo adjunto que contenía chocolate. La investigación mostró además que el abrir el dispositivo que liberaba al compañero tenía un gran efecto reforzante al influir sobre la conducta de la siguiente sesión. En resumen, esta serie de investigaciones lideradas por Ben-Ami Bartal, demostraron con solvencia la influencia de la afectividad en el comportamiento de ayuda de los roedores.

En el presente estudio, utilizando una metodología similar a la empleada por Ben-Ami Bartal y sus colaboradores (2011, 2014, 2016), nos propusimos analizar la respuesta emocional (por contagio emocional) de ratones *mus musculus* de laboratorio así como

su conducta de ayuda, suscitadas por el confinamiento de un compañero en un dispositivo especialmente desarrollado para el propósito, bajo la influencia de la familiaridad definida mediante el tiempo de cohabitación en parejas. En otras palabras, nos interesaba verificar si la vista de un compañero cautivo era capaz de inducir comportamiento prosocial en el animal libre, expresado en el aumento de la frecuencia de apertura del dispositivo que restringe el movimiento del congénere y motivado por la convivencia. Por lo tanto, la investigación fue dirigida por las siguientes hipótesis:

- a) Los ratones que poseen una historia relacional determinada por un mayor tiempo de cohabitación con un congénere, expresarán mayores niveles de respuesta emocional ante el confinamiento del compañero, que aquellos que experimentaron períodos de cohabitación más breves;
- b) La conducta emocional de los roedores deberá cesar o reducirse después de que la conducta de ayuda ponga fin a la situación de incomodidad del compañero y por lo tanto, los valores de conducta emocional observados antes y después de la conducta de ayuda, deberían diferir significativamente.
- c) Los ratones que poseen una historia relacional determinada por un mayor tiempo de cohabitación con un congénere, mostrarán conducta de ayuda más frecuente, entendida ésta como la reducción paulatina de la latencia de apertura de la puerta del dispositivo de restricción del movimiento que encierra al compañero, observada en sesiones experimentales sucesivas.

## **Método**

Todos los procedimientos llevados a cabo durante la presente investigación se ajustaron a los estándares de cuidado animal previstos en el reglamento de laboratorio de la Unidad de Investigación Experimental del Departamento de Psicología de la Universidad Católica Boliviana, amparado en los estándares internacionales (véase CONICYT, 2009).

*Sujetos.* Se trabajó con 16 ratones machos de experimentación (*mus musculus* - laboratorio) de la cepa Swiss Albinos sin experiencia previa. Estos roedores provienen del orden *Rodentia*, suborden *Myomorpha*, familia *Muridae*. Es un múrido de aspecto delgado y que no excede los 23 cms. de largo. Se caracterizan por tener de hábitos nocturnos, una visión pobre aunque un olfato muy desarrollado y un agudo sentido de la audición y del tacto (para mayor detalle véase Álvarez-Romero y Medellín, 2005).



Los sujetos contaban con 35 días de edad al momento de ingresar a la situación experimental, pesando entre 22 y 23 gramos en promedio. Con fines de cohabitación, los animales provenientes de diferentes camadas fueron aparejados siguiendo un procedimiento aleatorio, y asignados a una serie de cajas-habitación. Los ratones no tuvieron entre sí, contacto alguno con anterioridad al experimento. Con fines de diferenciación, se marcó a los ratones con “mm1” (*mus musculus*-1) al “mm16” (*mus musculus* -16). Los sujetos experimentales tuvieron acceso *ad libitum* a comida y agua dentro de su vivienda, por medio de su respectivo comedero y bebedero, instalados en la jaula-habitación.

*Ambientes.* Los ambientes relevantes para esta investigación fueron los habitáculos o jaulas-habitaciones y el espacio experimental. Los primeros fueron utilizados como alojamiento de los ratones y consistían en cubículos construidos enteramente con vidrio transparente que tenían 30 cms. de largo, 20 cms. de ancho y 20 cms. de alto. La parte superior del habitáculo estaba cubierto con una tapa removible, que permitía introducir o sacar a los animales. Cada jaula-habitación estaba conformada por dos compartimientos separados por un vidrio con varias perforaciones que facilitaban el contacto visual, olfativo y físico de ambos ratones sin necesidad de estar juntos (ver Figura 1). Cada compartimiento, contenía además, una cierta cantidad de aserrín y lana para conservar una temperatura adecuada, haciéndolos confortables. Las jaulas-viviendas se encontraban ubicadas permanentemente en el bioterio del laboratorio de psicología experimental.

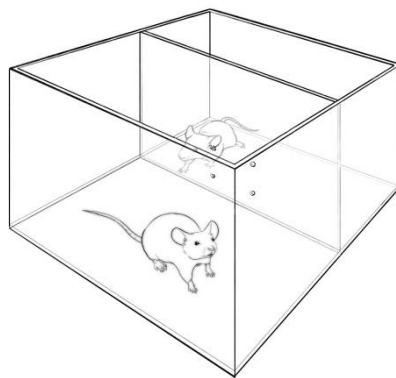


Figura 1 Ilustración de la jaula hogar de los sujetos experimentales

El espacio experimental consistió en un compartimiento de 20 cms de largo por 19,5 cms de ancho y 10 cms de alto, construido enteramente de acrílico transparente en cuyo centro se fijó el dispositivo de restricción de movimiento. Este dispositivo era una réplica con variaciones del *rodent restrainer* construido y comercializado por Harvard Apparatus ([www.harvardapparatus.com](http://www.harvardapparatus.com)) y similar al utilizado en estudios previos (véase Ben-Ami Bartal y Cols., 2011, 2014, 2016).

El dispositivo de restricción consistió en un cilindro de 4,8 cms. de diámetro y 9 cms. de largo construido con acrílico transparente para permitir la vista del interior; tiene en su superficie varias perforaciones que permiten la ventilación y el contacto físico y olfativo entre el ratón libre y el restringido de movimiento. El cilindro posee en uno de sus extremos, una puerta que solo puede ser abierta desde el exterior cuando el animal la opera con cierta fuerza, desplazándola hacia abajo para permitir la salida del compañero cautivo (ver Figura 2). La puerta se encuentra protegida por un marco de acrílico que evita su apertura solo con movimientos accidentales.

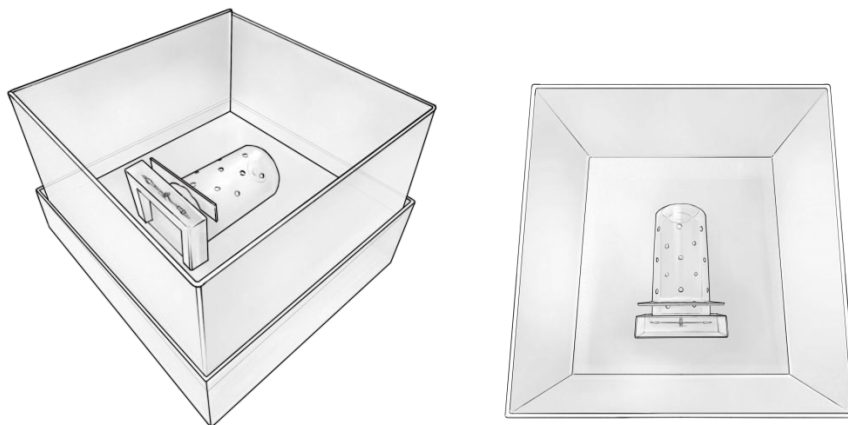


Figura 2 Vista en perspectiva y superior del dispositivo de restricción de movimiento

Durante todas las sesiones del experimento, el espacio experimental fue alojado en una mesa ubicada en un cubículo del laboratorio, debidamente acondicionado para el trabajo, iluminado artificialmente para ejercer control sobre los ciclos de luz-oscuridad, a prueba de ruidos y con una temperatura constante (21grados centígrados).

*Variables.* Las variables dependientes (VDs) fueron por un lado, la latencia de apertura de la puerta del dispositivo de restricción, definida como el tiempo en segundos transcurrido desde el momento de la introducción del sujeto libre en el espacio experimental hasta la apertura del dispositivo por acción directa del mismo.

Una segunda VD era la respuesta emocional del animal libre, provocada por la constatación de la urgencia del compañero. La respuesta emocional fue definida como la frecuencia de la conducta de activación expresada por el animal libre y definida como el número de acercamientos al dispositivo (exploración, contactos con el dispositivo y olfateo del compañero a través de los perforaciones de ventilación del dispositivo) y como el número de intentos de abrir la puerta (empujándola con las patas delanteras y el hocico). La conducta de activación fue mapeada registrando su ocurrencia con la ayuda de una cámara de video *Samsung J-7*, en seis cuadrantes delimitados alrededor del dispositivo (ver Figura 3).

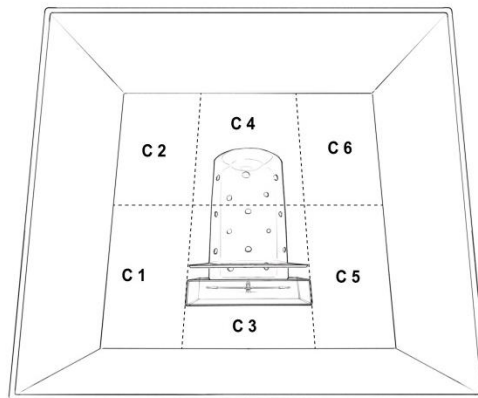


Figura 3 Ubicación de los cuadrantes que permitieron el mapeo de la posición del animal.

Por otro lado, la variable independiente (VI) fue la familiaridad entre pares de ratones, cuyos valores fueron determinados por los tiempos diferenciales de cohabitación. Los períodos de convivencia establecidos arbitrariamente adoptaron los siguientes valores: a) 0 horas de cohabitación (sin cohabitación), b) 48 horas de cohabitación, c) 216 horas de cohabitación y d) 384 horas de cohabitación.

Procedimiento.

*Habitación.* Los sujetos debieron habituarse tanto a la manipulación del experimentador (que estaba de manera constante en contacto con los animales) como a los ambientes donde se llevaron a cabo las operaciones experimentales. Durante cinco días se realizó el proceso de habitación para cada pareja experimental, el mismo que se llevó a cabo de la siguiente manera: El primer día, las cajas-vivienda fueron llevadas del bioterio al ambiente experimental manteniendo a los animales en las mismas. El segundo día los ratones fueron colocados por separado en el ambiente de prueba, no sin

antes ser manipulados por el experimentador por espacio de 5 minutos. Durante las sesiones de habituación en los días tercero y cuarto, los animales durante 15 minutos, fueron puestos en el espacio experimental cumpliendo cada uno sus respectivas funciones. La quinta sesión fue similar a la segunda.

Durante el proceso de habituación, se eligieron los ratones que desempeñarían las funciones de ratón restringido y ratón libre. La elección del ratón libre recayó en el miembro de la pareja que invariablemente se asomaba primero a la puerta de la jaula-vivienda para ser tomado por el experimentador, un criterio semejante al de “audacia” empleado por Ben-Ami Bartal y Cols. (2012). Posteriormente el animal era marcado con fines de reconocimiento. Empleando este procedimiento de selección se esperaba poder ejercer control sobre la posición jerárquica del ratón libre sobre el que sería restringido. Finalmente, todas las sesiones de habituación fueron invariablemente realizadas a la misma hora, durante el mismo período (15 minutos).

*Asignación de los sujetos a los valores de cohabitación.* Todos los sujetos fueron asignados aleatoriamente a los distintos valores de VD (cohabitación). De esta manera, se tuvieron dos pares de animales en cada período. Asimismo, con el propósito de ejercer control sobre la secuencia y el orden de sucesión durante el trabajo, se contrabalancearon al azar las parejas de ratones con las que se debía trabajar en cada sesión experimental.

*Descripción de la sesión experimental.* Las sesiones experimentales tuvieron una duración de 60 minutos y fueron programadas diariamente. Cada ratón era pesado al inicio y al final de cada sesión; para iniciarla, se colocaba al ratón cautivo dentro del dispositivo de restricción de movimiento con la puerta cerrada, se situaba al ratón libre en el espacio experimental y se hacía correr el cronómetro. Si el ratón no abría la puerta dentro de los siguientes 40 minutos, el experimentador aflojaba la puerta para facilitar su apertura con un menor esfuerzo. Si lo hacía, se registraba la latencia (el minuto de apertura menos el tiempo de inicio del proceso) y se permitía a los animales a permanecer juntos en el espacio experimental hasta completar los 60 minutos.

Adicionalmente, durante el curso de la sesión, se registraba la conducta de activación del ratón libre, en cada uno de los seis cuadrantes aledaños al dispositivo de restricción de movimiento, antes y después de la liberación del compañero. El registro era llevado a cabo por dos observadores independientes, debidamente entrenados. Si el acuerdo era igual o mayor al 80%, la observación se asumía como fiable.

*Diseño.* El análisis de los datos fue realizado a través del modelado de efectos mixtos (*Linear Mixed-effects Modeling MIXED*), con el propósito de estimar los valores esperados de las observaciones (efectos fijos) y sus varianzas/covarianzas. El modelado combinó en análisis de medidas repetidas (intra-sujeto) y la comparación inter-sujeto. Así, en el presente estudio, la variable latencia de la apertura del dispositivo por parte del ratón libre fue evaluada en cada sesión como medida repetida y se la comparó con el comportamiento de los animales expuestos a diferentes valores de cohabitación.

Para el caso del análisis de los valores de la conducta emocional de los ratones (activación), se realizaron comparaciones de la activación de los sujetos, antes y después de la liberación del par restringido de movimiento, para lo que se utilizó una *t* de *student* para muestras relacionadas. En todos los casos, el nivel de significación  $\alpha < .05$  fue tomado como criterio para el rechazo de las hipótesis nulas. Todo el análisis estadístico fue realizado con la ayuda del paquete estadístico IBM-SPSS, V.20.

## **Resultados**

*Análisis de la activación del ratón en libertad.* En la presente investigación, la activación del roedor libre fue analizada como la expresión de la conducta emocional provocada por la vista del compañero confinado dentro del dispositivo de restricción. Este comportamiento fue definido como el incremento de la actividad de exploración, movilidad, olfateo y observación del ratón designado como libre, en el cuadrante 3 del espacio experimental que coincide con el mecanismo de apertura de la puerta de acceso al dispositivo de restricción de movimiento. La activación constituye, en el presente estudio, una variable dependiente que podría indicar el “entendimiento” y la “preocupación” empática en el roedor, necesarias para generar la conducta de ayuda (Church, 1959, Jeón y Cols., 2010; Langford y Cols., 2010; Manson, 2011; Ben-Ami Bartal y Cols., 2014).

El análisis de esta variable se realizó, por un lado, comparando los niveles de activación, en función de los períodos de cohabitación de cada sujeto libre con su respectiva pareja, y por otro, comparando la activación de cada sujeto antes y después que el dispositivo fuera abierto, en una secuencia de medidas repetidas.

Dos aspectos importantes fueron analizados para entender la variable activación: en primer lugar, si los valores de activación observados antes de la liberación cambiaban inmediatamente después de abrir la puerta del dispositivo y en consecuencia después de

restituir la libertad al compañero. Para verificar el efecto, como ya se comentó, se aplicó la prueba *t de Student* para la comparación de medidas repetidas de una muestra relacionada. Esta prueba comparó la tasa media de activación del roedor en todas y cada una de las sesiones previas a la liberación, con la tasa media de activación registrada después de la liberación.

En segundo lugar, se verificó si el grupo control se comportaba de la misma manera que el grupo experimental o manifestaba valores diferenciales de activación. Esto querría decir que los roedores sin cohabitación (0 horas de cohabitación) diferían en el grado de activación, de los ratones que fueron expuestos a 48, 216 y 384 horas de cohabitación respectivamente, al cabo de liberar al compañero.

La presente investigación hipotetizó que si la activación evidenciada por el ratón libre ante la observación del estado de cautiverio del compañero es un indicador de su conducta emocional, ésta debería cesar o reducirse inmediatamente después de la apertura de la puerta del dispositivo, reforzando negativamente esta conducta. Las diferencias de las medias de las sesiones antes y después de dicha apertura pueden observarse a continuación en la Tabla 1, donde se analiza la comparación de medias.

Tabla 1 Comparación de medias de activación de los sujetos antes y después de la apertura del dispositivo de restricción de movimiento.

	Diferencias emparejadas					<i>t</i>	gl	<i>p</i> (2 colas)
	Media	Desviación típica	Error de la Media	típ. la confianza de la diferencia	Intervalo de la diferencia			
				Inferior	Superior			
Media Pre-apertura y Post-apertura	7.54500	6.94666	2.83596	.25493	14.83507	2.660	5	.045

Los resultados muestran claramente que la activación registrada antes de la apertura de la puerta es significativamente superior ( $t = 2.660$ ,  $p = .045$ ) a la activación observada después de la apertura o liberación del compañero (media pre-apertura = 12.088 y media post-apertura = 4.543).

Complementariamente, se llevó a cabo la comparación de la activación de los roedores tomando en consideración los períodos de cohabitación: sin cohabitación (0 horas) y con cohabitación (48, 216 y 384 horas). Para ello se utilizó el modelado de efectos mixtos para medidas repetidas.

Como se observa en la Tabla 2, los resultados expresados a través de la F de ANOVA sugieren que la cohabitación es potencialmente un indicador de la activación como indicador emocional en el ratón libre ( $F = 5,484$ ,  $p = ,002$ ), por lo menos para algunos de los valores de cohabitación.

Tabla 2 Valores de  $F$  de ANOVA que muestra la influencia de la familiaridad sobre conducta emocional del roedor (factor entre sujeto)

Fuente	Numerador df	Denominador df	F	p
Intercept	1	92	109,839	,000
Cohabitación	3	92	5,484	,002

Variable dependiente: Activación del organismo.

En efecto, la Tabla 3 nos informa que la activación es significativamente diferente entre las 0 horas de cohabitación (el grupo de control) y el período de cohabitación de 216 horas ( $t = -2,857$ ,  $p < .01$ ). Las diferencias de cohabitación entre 0 y 48, entre 0 y 384, no demostraron ser relevantes.

Tabla 3 Valores  $t$  emergente de la comparación de la activación del ratón libre entre los diferentes periodos de cohabitación.

Parámetro	Estimado	Error típico	gl	$t$	$p$	95% Intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Contenido	7,9166	1,258298	92	6,292	,000	5,417578	10,415756
Cohabitación 48 Hrs	-2,0000	1,779502	92	-1,124	,264	-5,534245	1,534245
Cohabitación 216 Hrs	-5,0833	1,779502	92	-2,857	,005	-8,617579	-1,549088
Cohabitación 384 Hrs	1,7916	1,779502	92	1,007	,317	-1,742579	5,325912

Variable dependiente: Activación del organismo.

*Análisis de las latencias de apertura del dispositivo de restricción.* A continuación se presentan los resultados de la presente investigación siguiendo el orden siguiente: en primer lugar expondremos los resultados emergentes de la evolución, a lo largo de las 12 sesiones, de la apertura del dispositivo, considerada aquí como la conducta de ayuda que el ratón libre ofrece a su compañero cautivo. Para ello se compararon las latencias obtenidas en cada sesión con las restantes. Este cálculo se llevó a cabo mediante el modelo lineal mixto, ANOVA para medidas repetidas. Al mismo tiempo, se

compararon las latencias de cada sesión con los diferentes niveles del factor cohabitación (efectos inter-sujeto).

La Figura 4 presenta los promedios de ocho sujetos experimentales obtenidos en doce sesiones consecutivas, cuya configuración recuerda a una curva típica de aprendizaje. Obsérvese que las latencias registradas durante las primeras sesiones son notoriamente mayores a las obtenidas a partir de la cuarta sesión. Los animales libres aprendieron muy rápidamente a practicar la operación necesaria para liberar al congénere, dando muestras con ello del potencial reforzante de eliminar la situación incómoda sufrida por éste.

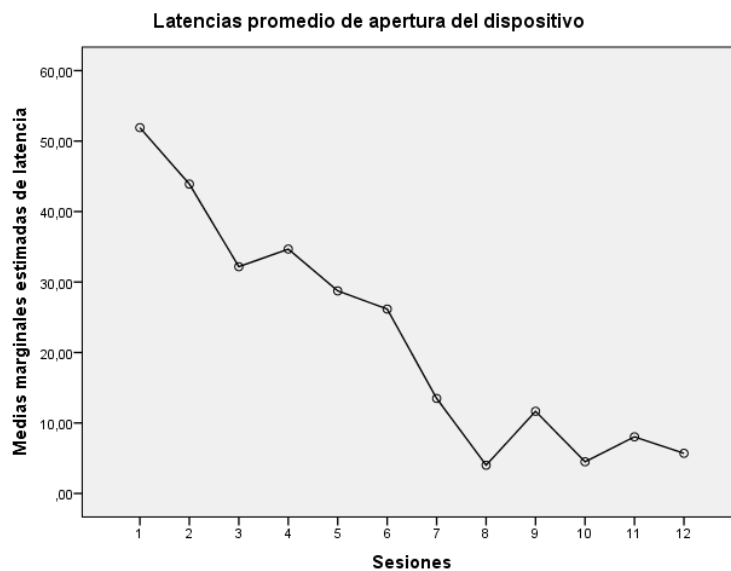


Figura 4 Evolución de las latencias promedio de apertura del dispositivo en 12 sesiones para 8 sujetos

El ANOVA calculado mediante el modelado de medidas repetidas arrojó los siguientes resultados expuestos en la Tabla 4. Debido a que nuestro modelo no pudo confirmar el supuesto de la esfericidad a través de la prueba de Mauchly ( $W > .05$ ), las medidas repetidas debieron ser analizadas mediante los valores de las pruebas multivariadas expuestos en la dicha Tabla, optándose por el indicador Greenhouse-Geisser para efectos intra-sujeto.



Tabla 4 Valores de  $F$  de ANOVA y su significación estadística para el análisis de medidas repetidas de la variable latencia, así como de su interacción con cohabitación.

Fuente		Tipo III Suma de Cuadrados	gl	Medias cuadradas	$F$	Sig.
<b>Prueba de efectos intra-sujetos</b>						
Tiempo	Sphericity Assumed	15475,504	11	1406,864	6,015	,000
	Greenhouse-Geisser	15475,504	3,286	4709,403	6,015	,007*
	Huynh-Feldt	15475,504	11,000	1406,864	6,015	,000**
	Lower-bound	15475,504	1,000	15475,504	6,015	,070
tiempo *	Sphericity Assumed	15913,181	33	482,218	2,062	,013
	Greenhouse-Geisser	15913,181	9,858	1614,198	2,062	,110
	Huynh-Feldt	15913,181	33,000	482,218	2,062	,013
Cohabitación	Lower-bound	15913,181	3,000	5304,394	2,062	,248
	Sphericity Assumed	10290,700	44	233,880		
Error(tiempo)	Greenhouse-Geisser	10290,700	13,144	782,899		
	Huynh-Feldt	10290,700	44,000	233,880		
	Lower-bound	10290,700	4,000	2572,675		
	Sphericity Assumed	10290,700	44	233,880		

\*\*  $p < .01$

\*  $p < .05$

Este indicador informa que sí es posible rechazar la  $H_0$  de la igualdad entre los niveles del factor temporal ( $F_{\text{Greenhouse-Geisser}} = 6.015$ ,  $p < .05$ , y  $F_{\text{Huynh-Feldt}} = 6.015$ ,  $p < .000$ ), asumiendo que las medias de los valores temporales de la serie difieren entre sí de manera significativa (con diferencias medias de latencia que fluctúan de 49,76 en la primera sesión a 12,89 en la doceava sesión). En otras palabras, la liberación del animal cautivo constituye un poderoso incentivo para el aprendizaje de dicho comportamiento.

*Análisis de las comparaciones entre sujetos.* Los diferentes tiempos de cohabitación constituyeron en el modelo, las medidas inter-sujeto, éstas se expresaron en cuatro niveles: sin cohabitación, 48, 216 y 384 horas de cohabitación, respectivamente. La Tabla 5 de efectos inter-sujeto que presenta a continuación el valor de  $F$  de ANOVA informa que no existen diferencias significativas de la variable latencia de apertura del dispositivo entre los diferentes períodos de cohabitación. En otras palabras, en el presente estudio, la cohabitación no parece influir de manera decisiva en la prontitud con la que el animal que se encuentra en libertad presta ayuda al compañero cautivo. Debe advertirse sin embargo que los valores de las medias de latencia para los diferentes niveles de cohabitación varían entre sí; así los sujetos sin antecedentes de

cohabitación presentan las medias más altas de latencia ( $M = 39.15$ ), seguidas por los niveles correspondientes a las 48 ( $M = 26,12$ ) y 384 horas ( $M = 25,85$ ).

Tabla 5 Valores de F de ANOVA y su significación estadística para la diferencia entre los distintos valores de cohabitación (comparaciones inter-sujeto).

<b>Prueba de Efectos Inter-sujeto</b>						
Fuente	Tipo III Suma de Cuadrados	gl	Medias Cuadradas	F	Sig.	
	66642,313	1	66642,313	19,250	,012	
Cohabitación	7448,840	3	2482,947	,717	,591	
Error	13848,002	4	3462,000			

En contraste, el nivel correspondiente a las 216 horas de cohabitación presentó las latencias más bajas ( $M = 14.26$ ) de apertura del dispositivo de restricción de movimiento. Estos resultados, si bien carecen de significación estadística, muestran una tendencia que hace pensar en la posibilidad de que las latencias puedan ser afectadas por ciertos períodos de cohabitación bajo y/o sobre los cuales no disminuye su influencia.

Por otro lado, tal y como puede advertirse en la Figura 5, si bien las pendientes de las latencias a lo largo de las 12 sesiones son semejantes entre sí, una inspección más cuidadosa podría permitirnos establecer otro tipo de distinciones. Nótese por ejemplo que la evolución de las latencias de los animales sin cohabitación, se mantienen relativamente constantes cerca de los 40 minutos, sin experimentar reducciones sostenidas. Este patrón es claramente diferente al obtenido con el nivel de cohabitación correspondiente a las 48 horas, donde el animal demora seis sesiones antes de lograr una respuesta de ayuda consolidada en los más bajos niveles de latencia.

En el nivel correspondiente a las 216 horas de cohabitación, el patrón de la conducta de ayuda se produce desde la segunda sesión y la reducción de las latencias son cada vez menores, estabilizándose a partir de la quinta.

Finalmente, en el nivel más prolongado de cohabitación, se observa también una reducción sostenida de las latencias aunque éstas nunca alcanzan del todo los valores cercanos a cero como en los dos casos anteriores.

## La empatía en los roedores

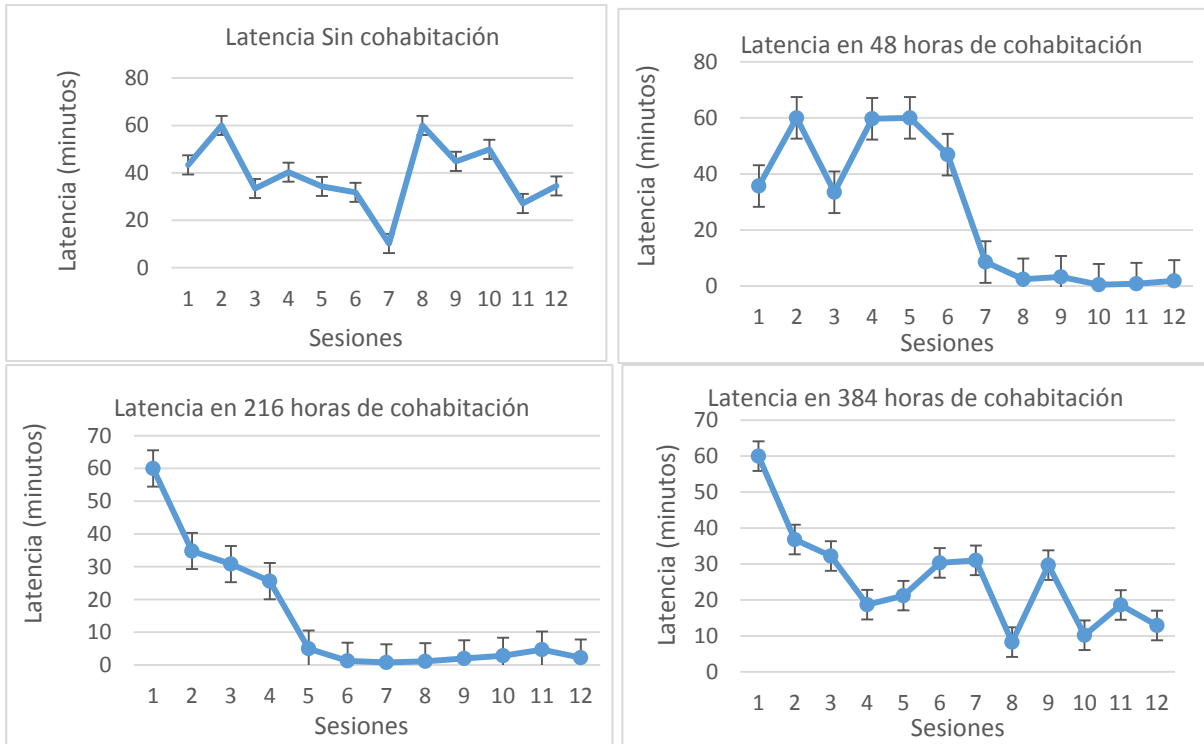


Figura 5 Evolución de las latencias de apertura del dispositivo de restricción por sesión y según valores de cohabitación.

Aparentemente si bien la sucesión de las latencias no varía cuantitativamente unas de otras por influencia de la cohabitación, la forma en que evolucionan puede ofrecer información acerca de la influencia general de la cohabitación sobre el comportamiento de ayuda del roedor.

### Discusión

La expectativa inicial con que se llevó a cabo la presente investigación tuvo que ver con que si podríamos replicar los hallazgos de Ben-Ami Bartal y Cols., (2012, 2014) con ratones. Al parecer en esta dirección, los resultados mostraron que al menos en los aspectos más generales, este tipo de roedores se comportaron como las ratas utilizadas por dichos autores. Nuestros animales dieron claras muestras de manifestar conducta emocional ante la vista de un compañero en apuros y aprendieron rápidamente una conducta que lograba su liberación. Esta confirmación refuerza el argumento que muchas especies de animales diferentes al hombre, se encuentran equipadas para ayudar a superar obstáculos que pongan en riesgo la vida de sus congéneres, garantizando de

esta manera la supervivencia de la especie (de Waal, 2012; Mason, 2014; Jeon y Cols., 2010; Langford y Cols., 2010).

Este resultado nos llama a reflexionar en primer lugar sobre sobre la naturaleza de los procesos que por lo general se incorporan teóricamente para explicar la conducta empática. Dichas explicaciones, sobre todo las que provienen de la teoría de la mente y la fenomenología, echan mano de argumentos tales como ‘tomar posesión de la mente del otro’, ‘imaginarse a sí mismo en la situación en la que se encuentra el otro’, ‘entender lo que pasa por la cabeza del otro’, ‘adoptar el punto de vista del otro’, ‘sentir lo que siente el otro’ y otras por el estilo que suponen un ejercicio cognitivo de gran complejidad como para explicar la empatía en los roedores.

Por otra parte, si es evidente la empatía en los animales ¿no será como señala de Waal (2012), que los principios que rigen la conducta empática pueden ser formulados sin acudir a tales constructos mentalistas? O ¿será que en realidad lo que observamos a título de empatía en especies menores constituye un fenómeno cualitativamente diferente al que identificamos en el ser humano en quien sin duda media el lenguaje y los procesos simbólicos a él asociados?

En el presente estudio, los resultados mostraron claramente dos aspectos sobresalientes: el primero, que todos los sujetos expresaban estados emocionales en forma de una clara activación general del organismo, evidenciada a través de conductas tales como una alta frecuencia de exploración del dispositivo ocupado por el congénere, alta frecuencia de contacto con el ratón cautivo propiciado por el ratón en libertad a través de las perforaciones del dispositivo y alta frecuencia de manipulación de la puerta del dispositivo con el hocico y las patas y alta movilidad en torno al dispositivo. En segundo lugar, dicha conducta emocional tendía a cesar o reducirse inmediatamente después de que la conducta de ayuda ponía fin a la situación de incomodidad del compañero, haciéndose evidente que los valores de conducta emocional observados antes y después de la conducta de ayuda, diferían significativamente.

Ante la suposición que anticipaba que los ratones que poseían una historia relacional determinada por una mayor familiaridad con un congénere, expresarían mayores niveles de respuesta emocional ante el confinamiento del compañero, los resultados señalan que la cohabitación (por lo menos en algunos de sus valores) puede ser considerada como un predictor de la conducta emocional del ratón libre. Las diferencias de activación encontradas entre los animales sin historia de cohabitación y animales con 216 horas de

convivencia, permitieron rechazar la hipótesis nula de la igualdad de los valores de activación.

Este resultado destaca la importancia relativa de la variable contextual en la expresión de la perturbación emocional que antecede a la conducta de ayuda. No obstante, no se advirtió una relación ordenada que permita concluir que a mayor familiaridad se observa también una mayor perturbación puesto que las diferencias entre cero horas de cohabitación y una mínima convivencia (48 horas) y entre las 216 y las 384 horas de cohabitación, no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Parecería ser necesario un tiempo mínimo de convivencia por debajo del cual la cohabitación no es suficiente para ejercer efectos relevantes, y que por encima del mismo no mejora sustancialmente su influencia. Será preciso profundizar el estudio de los períodos críticos u otras características de la cohabitación que determinan su efectividad para regular su efecto sobre la conducta emocional suscitada por la percepción del compañero en dificultades.

Los resultados obtenidos nos hace pensar que la respuesta emocional de los ratones puede ser suscitada no a través de procesos cognitivos complejos sino mediante el lenguaje corporal (de Waal, 2012) y de otras señales audibles u olfativas emitidas por el animal en necesidad (Jeon y Cols., 2010; Langford y Cols., 2010). Investigaciones futuras deberán profundizar el estudio de las complejas señales físicas y su influencia para desencadenar la “preocupación empática” en los animales.

Los autores de esta investigación supusieron de que los ratones con historias relacionales determinadas por un mayor tiempo de cohabitación con el congénere mostrarían una conducta de ayuda más efectiva, (entendida como una reducción mayor de la latencia de apertura de la puerta del dispositivo que restringe el movimiento del compañero), que los que fueron sometidos a convivencias más cortas. En la presente investigación esta hipótesis, no recibió el respaldo suficiente. No se observaron diferencias significativas en la latencia de apertura del dispositivo cuando ésta fue comparada en animales expuestos a diferentes períodos de cohabitación. En otras palabras, a pesar de haberse demostrado en cierta forma, la influencia de la cohabitación sobre la conducta emocional de los roedores, esta variable no pareció influir de manera decisiva en la prontitud con la que los animales libres prestan ayuda al compañero cautivo. Todos los animales experimentales liberaron al compañero cautivo en períodos

que no diferían entre sí, y lo hicieron independientemente del tiempo de cohabitación con su compañero.

A pesar de no ser una regla general, tratándose de seres humanos, no pocos autores (Hein y Cols. 2010, Echols y Correl, 2012; Levine y Cols., 2005), han señalado que la preocupación empática y la conducta de ayuda son más probables entre individuos de un grupo que entre los miembros de grupos diferentes, lo que señala la importancia de la familiaridad y la pertenencia. Los resultados obtenidos en esta investigación, con roedores relegan a un segundo plano la influencia de la variable socio-contextual en la explicación de la conducta de ayuda en este tipo de roedores, y al hacerlo destaca probablemente la importancia de la variable evolutiva. No es un hecho desconocido que la reacción emocional suscitada por la constatación de un congénere en dificultades y que el esfuerzo puesto en prestarle ayuda, favorece la continuidad de las especies por lo que tales comportamientos debieron ser seleccionados por su valor de supervivencia y traspasados de generación en generación. Quedan sin embargo aún por comprender mejor una serie de detalles relativos a la a la preocupación empática, como por ejemplo el rol del sexo, el parentesco y la afinidad genética en la respuesta emocional y la conducta de ayuda del animal que percibe a otro en peligro. Sería necesario profundizar también el conocimiento sobre la influencia que ejerce la fuerza motivacional de las circunstancias que disponen dichas conductas, para estudiar la intensidad con la que se producen. Será también necesario conocer la relación entre la magnitud de la respuesta emocional y la fuerza con que se presenta la conducta de ayuda, etc. Estas deberían ser preocupaciones de estudios futuros.

## Referencias

Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. *Mus musculus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. Ciudad de México.

Batson, D.C. (2009). These things called empathy: Eight related but distinct phenomena. En J. Decety y W. Ickes (Eds.), *The Social Neuroscience of Empathy* (pp 3-15). Cambridge: The MIT Press.

- Batson, C.D., Fultz, J. y Schoenrade, P.A. (1987). Distress and empathy: Two qualitatively distinct vicarious emotions with different motivational consequences. *Journal of Personality*, 55, 19-39.
- Ben-Ami Bartal, I., Shan, H., Molasky, N.M., Murray, T.M., Williams, J.Z., Decety, J., y Mason P. (2016). Anxiolytic Treatment Impairs Helping Behavior in Rats. *Frontiers in Psychology*, 8, 7, 850. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00850.
- Ben-Ami Bartal, I., Rodgers, D.A., Bernardez-Sarria, M.S., Decety, J. y Mason, P. (2014). Pro-social behavior in rats is modulated by social experience. *eLife*. 2014; 3: e01385. Published online 2014, Jan 14. DOI: 10.7554/eLife.01385.
- Ben-Ami Bartal, I., Decety, J. y Mason, P. (2011). Empathy and Pro-Social Behavior in Rats. *Science*, 334, December.
- Bennett, M.R. & Hacker, P.M.S. (2003). *Philosophical foundations of neuroscience*. Malden, MA: Blackwell Publishing.
- Chartrand, T.L. y Bargh, J.A. (1999). The chameleon effect: The perception – behavior link and social interaction. *Journal of personality and social psychology*, 76(6), 893-910.
- Church, R. M. (1959). Emotional reactions of rats to the pain of others. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 52(2), 132-134.
- CONICYT (2009). *Aspectos bioéticos de la experimentación animal. 4to Taller de Bioética*. Santiago: Andros Impresores.
- Darwin, C. R. (1871). *The descent of man, and selection in relation to sex*. London: John Murray. Volume 1.
- Decety, J. y Jackson, P.L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3(2), 71-100. DOI: 10.1177/1534582304267187
- De Vignemont F., Singer, T. (2006). The empathic brain: how, when and why? *Trends in Cognitive Sciences*, 10(10), 435-41.
- de Waal, F.B. (2008). Putting the altruism back into altruism: the evolution of empathy. *Annual Review of Psychology*, 59, 279–300.
- de Waal (2012). Empathy in primates and other mammals. En J. Decety (ed.), *Empathy: From Bench to Bedside*, (pp 87-106). MIT Press, Cambridge.

Echols, S. y Correll, J. (2012). It's more than skin deep: Empathy and helping behavior across social groups. En J. Decety (ED) *Empathy. From bench to bedside* (pp 55-71). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Goldman, A. I. (2006). *Simulating minds: The philosophy, psychology and neuroscience of mindreading*. New York: Oxford University Press.

<sup>1</sup> Bennett, M.R. & Hacker, P.M.S. (2003). *Philosophical foundations of neuroscience*. Malden, MA: Blackwell Publishing.

Hein, G., Silani, G., Preuschoff, K., Batson, C.D. y Singer, T. (2010). Neural responses to ingroup and outgroup members' suffering predict individual differences in costly helping. *Neuron*, 68, 149-160.

Jeon, D., Kim, S., Chetana, M., Jo, D., Ruley, H.E., Lin, S.Y., Rabah, D., Kinet, J.P. y Shin, H.S. (2010). Observational fear learning involves affective pain system and Cav1.2 Ca<sup>2+</sup> channels in ACC. *Nature Neuroscience*, 13(4), 482-488. DOI: 10.1038/nn.2504.

Lamm, C., Batson, C.D., y Decety, J. (2007). The neural substrate of human empathy: Effects of perspective taking and cognitive appraisal. *Journal of Neurocognitive Sciences*, 19, 42-58.

Langford, D.J., Tuttle, A.H., Brown, K., Deschenes, S., Fischer, D.B., Mutso, A., Root, K.C., Sotocinal, S.G., Stern, M.A., Mogil, J.S., Sternberg, W.F. (2010). Social approach to pain in laboratory mice. *Social Neuroscience*, 5(2):163-170. DOI: 10.1080/17470910903216609.

Levin, M., Prosser, A., Evans, D. y Reicher, S. (2005). Identity and emergency interventions: How social group membership and inclusiveness of group boundaries shapes helping behavior. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 31, 443-453.

Mason, P. (2014). With a Little Help from Our Friends: How the Brain Processes Empathy. *Cerebrum*, 14, published online Oct 1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4445583/>

Meissner, C.A. y Brigham, J.C. (2001). Thirty years of investigating the own-race bias in memory for faces. A meta-analytical review. *Psychology, Public Policy and Law*, 7, 3-35.

McLean, P.D. (1985). Brain evolution relating to family, play and the Separation call. *Archives of General Psychiatry*, 42, 405-417.



Mojil, J.S. (2012). The surprising empathic abilities of rodents. *Trends in Cognitive Sciences*.16 (3), 143-144. DOI: 10.1016/j.tics.2011.12.012.

Rice, G. E., & Gainer, P. (1962). "Altruism" in the albino rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55(1), 123-125. <http://dx.doi.org/10.1037/h0042276>.

Schweinfurth, M. K., & Taborsky, M. (2018). Norway rats (*Rattus norvegicus*) communicate need, which elicits donation of food. *Journal of Comparative Psychology*, 132(2), 119-129.<http://dx.doi.org/10.1037/com0000102>.

Zahavi, D & Overgaard, S (2012). Empathy without isomorphism: A phenomenological account. En J. Decety (ed.), *Empathy: From Bench to Bedside*, (pp 3-20). MIT Press, Cambridge.