

M. Valverde Gómez 

Instituto Balear de Salud Mental de la Infancia y la Adolescencia,  
Ibiza.

Correo electrónico: [vgomez@asef.es](mailto:vgomez@asef.es)

*Aproximación evolutiva y neurobiológica a  
la teoría del vínculo*

*Evolutionary and neurobiological approach  
to the theory of attachment*

---

## RESUMEN

El sistema vincular del apego es fundamental en la comprensión de las relaciones que se establecen entre diferentes individuos de una especie, así como de la relación de las madres con su progenie. El sistema de apego tiene un componente evolutivo a lo largo de las diferentes especies y un patrón de transmisión intergeneracional.

En la siguiente revisión se desarrolla un marco para poder entender este sistema de apego, tanto desde la propia perspectiva evolutiva como neurobiológica. Revisar el apego en diferentes especies ha permitido profundizar en el sustrato biológico subyacente y su correspondencia con la neurobiología del mismo en humanos, así como su implicación en la respuesta al estrés y las similitudes y diferencias evolutivas de las relaciones vinculares en distintas especies de mamíferos.

**Palabras clave:** Vínculo, ontogenia, neurobiología, evolución, monos *Rhesus*.

## ABSTRACT

The bonding system of attachment is fundamental in understanding the relationships between different individuals of a species as well as the relationship of mothers with their progeny. The attachment system has an evolutionary component across different species and an intergenerational transmission pattern.

In the following review, a framework is developed to understand this attachment system from both an evolutionary and neurobiological perspective. Reviewing attachment in different species has allowed us to know the underlying biological substrate and its correspondence with humans neurobiology, as well as its implication in the response to stress and the evolutionary similarities and differences of attachment relationships in different mammalian species.

**Keywords:** Attachment, ontogeny, neurobiology, evolution, *Rhesus* monkey.

## INTRODUCCIÓN

Se podría considerar el sistema de apego uno de los principales y más importantes sistemas organizativos de los seres vivos producto de la selección natural, y a Charles Darwin como uno de los primeros teóricos del apego, siendo quizá el primer científico en apreciar la importancia del mismo (1). En base a los estudios de Darwin y su teoría evolutiva, John Bolwby desarrolló una gran teoría acerca de los aspectos sociales y personales del desarrollo del apego y de sus repercusiones a lo largo de la vida.

John Bolwby se basó en diferentes observaciones que realizó en distintas culturas humanas y en especies de primates y en los aspectos emocionales, cognitivos y comportamentales de las relaciones de apego. Describió como los cachorros y niños manifestaban una serie de reacciones específicas tras la separación de sus cuidadores. Entre estas reacciones después de la separación observó y describió como muchos niños protestaban vehementemente, típicamente llorando, gritando, con rabietas (2).

Bolwby explicaba que estas protestas durante las fases tempranas de ausencia del cuidador eran inicialmente una buena estrategia para promover la supervivencia. Especialmente en especies inmaduras y altamente dependientes (3).

Si con estas protestas no se consigue recuperar al cuidador se pasa a la segunda fase o estadio. En esta fase la actividad motora declina y se muestran silenciosos. Esta segunda fase fue descrita (4) como una buena “segunda estrategia” para promover la supervivencia ya que, si persistiese la actividad de la primera fase, la posibilidad de hacerse daño, tener un accidente o llamar demasiado la atención de depredadores sería demasiado elevada y arriesgada.

Bolwby observó que después de un periodo de desesperación los bebés que no se reencontraban con sus cuidadores entraban en una tercera y última etapa llamada el desprendimiento. Es durante esta fase cuando el bebé comienza a reanudar su actividad normal sin el cuidador. Explicó que este desapego tenía por objetivo permitir la formación de vínculos emocionales con nuevos posibles cuidadores.

De esta manera Bolwby desarrolló la teoría del sistema de apego innato. Este sistema de apego tiene además una base neurobiológica y genética

que conecta a diferentes especies durante la historia evolutiva. La conclusión es que el sistema de apego evolucionó y sigue profundamente arraigado en la naturaleza humana porque evolutivamente ha resultado útil y ha proporcionado una buena solución en cuanto a aumentar la supervivencia en los años de vida más frágiles y peligrosos. Además, Bolwby entendía el sistema de apego también como un sistema motivacional presente en mamíferos y pájaros.

La teoría del apego abrió la puerta a todo el desarrollo de la teoría del vínculo, pero se mantuvo muy centrado en el apego relacionado con la supervivencia. Sin embargo, los teóricos del apego contemporáneos han centrado su atención en cómo los procesos de apego en la infancia pueden relacionarse con diferentes estrategias de apego, afectivas y reproductivas en la edad adulta. El objetivo de esta revisión es desarrollar el marco teórico del sistema de apego tanto desde la perspectiva evolutiva, así como desde el sistema neurobiológico que subyace a este sistema.

## ONTOGENIA DEL APEGO

Bolwby (5) describe el apego temprano como un sistema motivacional presente en mamíferos y pájaros. El hecho de que observase como los cachorros tenían la tendencia de mantenerse cerca de sus madres y el malestar prolongado que les causaba la separación fue uno de los indicadores más importantes que le hicieron plantear el apego como un instinto básico organizado.

Actualmente los teóricos de la biología evolutiva van un poco más allá y describen no solo el apego como un sistema básico instintivo sino también como la base para el desarrollo de un patrón de vinculación que posteriormente creará las bases para el establecimiento de relaciones a lo largo de la vida.

Las investigaciones psicobiológicas recientes que surgen de la investigación del apego en animales están sirviendo para apoyar las observaciones clínicas, pero también para extender estas teorías, generar nuevas hipótesis acerca del apego y de la creación del vínculo y definir conceptos que se intentan extrapolar al trabajo clínico con los pacientes.

La exclusividad y preferencia en la orientación hacia la figura de apego y la búsqueda de proximidad por parte de las crías dirigida hacia sus madres son comportamientos definitorios de un sistema de apego

filial. Los cachorros son capaces de reconocer y distinguir entre estímulos maternos y no maternos.

En estudios con ratas y sus cachorros se ha observado que a pesar de que las ratas no son capaces de ver ni oír hasta haber cumplido 11 días de su nacimiento sí que pueden discriminar entre olores familiares y no familiares (5). Y esta habilidad parece que podría haber comenzando inmediatamente después del nacimiento basado en los olores aprendidos en el útero (6) y extendiéndose a los olores encontrados postnatalmente (7). Esta habilidad se entiende como una evidencia de “atracción filial” y no solamente como una orientación inespecífica hacia señales familiares. El comienzo de esta habilidad marcará un hito importante en el desarrollo. Diferentes situaciones experimentales llevadas a cabo en el laboratorio con crías de rata recién nacidas sugirieron que la preferencia por el olor de las madres se adquiere entre el primer y el segundo día tras el nacimiento. Y que esta distinción puede requerir que coincidan en el tiempo y en el espacio señales olfativas y térmicas.

Estos experimentos de condicionamiento clásico (8) mostraron que la noradrenalina juega un papel clave en la mediación de estos eventos. Por lo tanto, se teoriza que durante un período sensible que se extiende hasta la primera semana y media de vida, el aprendizaje asociativo a un olor determinado depende de un estado noradrenérgico activado. Además, a nivel experimental se ha comprobado que las primeras respuestas de apego en los recién nacidos son patrones de acción automáticos que aparecen inmediatamente y que van evolucionando a respuestas de apego e interacción más elaboradas a lo largo del desarrollo y relacionadas con características maternas específicas (5).

Todas estas observaciones y experimentos han permitido teorizar acerca de los llamados periodos sensitivos o periodos especialmente importantes en el desarrollo del sistema de apego y en las repercusiones posteriores que este sistema tiene a nivel de homeostasis emocional y respuesta al estrés. Los teóricos del apego consideran estos periodos particularmente importantes y significativos. Se identificó en el sistema de apego de las ratas que las conductas de lamido y aseo materno son el estímulo que promueve en gran medida la programación a largo plazo del eje hipotalámico-hipofisario-adrenocortical (HPA). Cuando las ratas recién nacidas se reencuentran con sus madres

después de las breves separaciones diarias y las madres responden con conductas de lamido y de cuidados y arreglos maternos se configura una baja regulación permanente del eje HPA con respuestas más adecuadas al estrés. También se ha observado que para que esto sea efectivo, el manejo debe iniciarse dentro de la primera semana de vida postnatal (9). Este periodo sensible para la programación del eje HPA por el comportamiento de la madre coincide con el periodo sensible para el aprendizaje olfativo temprano.

Dentro del periodo sensible de apego hay dos fases significativas y diferenciadas. Existe un aprendizaje sensible de preferencias olfativas que se extiende hasta el día postnatal (9). Esto se traduce en que en estos primeros nueve días todos los estímulos suficientemente excitantes, agradables o no, provocan conductas de preferencia de proximidad y emparejamiento (10). Durante este periodo sensible predomina el aprendizaje de preferencia sobre el de evitación. Es decir, el sustrato neurobiológico está preparado para desarrollar conductas de apego desde el inicio pudiéndose entender esto como una adaptación evolutiva por la necesidad de un bebé de formar vínculo con su madre. Para este aprendizaje preferencial de aproximación y apego el cerebro utiliza un circuito de aprendizaje especial consistente en un locus cerúleo hiperactivo que libera grandes cantidades de noradrenalina en sus sinapsis en el bulbo olfatorio. Estas señales determinan la creación del patrón de respuesta de apego con un comportamiento de aproximación cada vez que se encuentra el olor. Se trata por lo tanto de un circuito de aprendizaje muy sencillo que omite varias regiones del cerebro involucradas en otros tipos de aprendizaje. Durante este periodo sensible de aprendizaje de aproximación por preferencias olfativas en las ratas la amígdala se mantiene fuera del circuito de aprendizaje incluso aunque la estimulación sea aversiva (11). Este proceso especial de aprendizaje temprano, que favorece fuertemente el aprendizaje preferencial e inhibe el aprendizaje de evitación puede ser la base por la cual los mamíferos lactantes, desde cachorros hasta humanos, forman fuertes vínculos incluso con cuidadores abusivos. La amígdala a pesar de estar inicialmente fuera del circuito de aprendizaje de conductas de aproximación no se mantiene inactiva y es el primer lugar del cerebro que registra la atención materna diaria a partir del día 10 postnatal y por lo tanto es la estructura que más influye en los procesos a largo

plazo de la programación del eje HPA. Como ya se ha explicado anteriormente las ratas adultas que como bebés experimentaron más altos niveles de conductas de lamido y aseo tienen un eje HPA de respuesta al estrés atenuado en forma de disminución de la hormona liberadora de corticotropina por el hipotálamo.

Por lo tanto, el período desde el nacimiento alberga al menos dos periodos sensibles en la formación del sistema de apego. Un periodo inicial para el surgimiento de la relación de apego en sí y que tiene la función de equipar a la cría para sobrevivir en el momento inicial. Y otro periodo más desarrollado posterior que condiciona no solo el bienestar emocional general del cachorro sino también su ajuste emocional y respuesta al estrés en la vida adulta. La interacción de la madre con la cría mediante las conductas de apego tiene un efecto regulador y de control de los estados vigilia-sueño, nivel de actividad, patrón de succión y presión arterial.

Las respuestas de aproximación del cachorro a la madre por tanto son parte principal y fundamental del sistema de apego. Pero el sistema comportamental que mantiene en proximidad a la cría con la madre no explica todo el componente del apego. Otro componente esencial es el set de respuestas particulares a la separación de la madre y estas respuestas también están sustentadas en bases neurobiológicas condicionantes de los procesos de aprendizaje y comportamentales que tienen lugar. Los experimentos llevados a cabo en ratas lactantes han demostrado también que estas tienen respuestas complejas y duraderas a la separación materna muy similares a la de los primates. Una de las respuestas más conocidas a la separación materna es el grito de separación del bebé (5). Este es un comportamiento que ocurre en una amplia variedad de especies incluidos los humanos.

En las observaciones con ratas esta llamada o este grito se ha comprobado que está en el rango ultrasónico y aparece en el primer o segundo día tras el nacimiento. Se han realizado en laboratorio estudios farmacológicos administrando a las crías de ratas fármacos ansiolíticos clínicamente efectivos que actuaban en los receptores de benzodiazepinas y serotonina (12) y la respuesta de vocalización ultrasónica se atenuaba o llegaba a bloquearse de manera dependiente de la dosis. Y, por el contrario, la administración de compuestos que se saben ansiógenos en los humanos aumentó las tasas de vocalizaciones ultrasónicas.

Este experimento sugiere que la separación produce un estado afectivo temprano en cachorros de ratas que se expresa por la tasa de llamadas infantiles. Este comportamiento de llamada y su estado afectivo subyacente se desarrolla como un sistema de comunicación entre la madre y el cachorro.

Podemos concluir que existen múltiples reguladores en el contacto entre la madre y el cachorro, estos reguladores favorecen el apego y son a la vez responsables de las conductas de aproximación y de comunicación tempranas entre la madre y la cría. Cuando los reguladores de apego aparecen juntos se presentan las respuestas de apego completas y cuando se retiran todas juntas aparecen las llamadas dentro de la conducta de separación. Trasladados estos hitos al apego en humanos se vería que estas conductas iniciales de aproximación y de respuesta a la separación se ven complementadas de forma progresiva con interacciones más complejas como la imitación, la sintonización y el juego que a su vez condicionan el desarrollo cognitivo y afectivo del bebé y permite la construcción de representaciones mentales.

## **ETOLOGÍA DEL APEGO. EL APEGO EN MONOS *RHESUS***

Como los estudios demuestran, el apego no es un fenómeno exclusivamente humano. Bowlby en su teoría del apego desarrollada entre 1950 y 1970 reflejó sus observaciones clínicas de bebés y niños pequeños y en sus estudios de estas observaciones tuvo en cuenta también los estudios etológicos de desarrollo del sistema de apego en animales, especialmente primates. De hecho se podría decir que Bowlby diseñó específicamente las características biológicas básicas de su teoría del apego y puso en evidencia las similitudes en los lazos conductuales y emocionales que los bebés suelen desarrollar con sus madres en los humanos, en los mamíferos y sobre todo en nuestros parientes evolutivos más cercanos. De hecho, en el momento en el que se publicaron sus estudios de separación materna infantil por hospitalización, también estudiaba y se interesaba por los estudios etológicos clásicos de la impronta filial en aves precociales.

Bowlby se interesó por los estudios de Robert Hinde de la Universidad de Cambridge. Este pasó de estudiar las aves y las interacciones madre-hijo en

las mismas a estudiar las interacciones madre-hijo en monos *Rhesus*. Hinde comenzó con madres mono *Rhesus* criando bebés en pequeños grupos sociales cautivos (13). En estos grupos se estudiaba y se reconocían patrones de comportamiento de los monos bebés hacia sus madres, que además eran diferentes de los comportamientos hacia otras hembras adultas. Además, estos patrones se parecían de manera significativa a los patrones repetidos de respuesta de bebés humanos y niños pequeños (14). Al observar estos patrones comunes entre especies Bolwby obtuvo la evidencia de que el sistema de apego tenía su base en la biología.

El hecho de que las características de apego vayan atenuándose en su manifestación a medida que el individuo va madurando tiene que ver con el hecho de que se tratan de respuestas adaptativas dentro del proceso evolutivo, respuestas que han permitido y permiten la supervivencia de las crías y por extensión de las especies durante millones de años.

Los primeros estudios de apego en monos *Rhesus* se comenzaron a realizar hace 40 años. Las investigaciones se pueden generalizar a monos *Rhesus* criados en una variedad de entornos y también a otras especies de monos, homínidos, chimpancés... Prácticamente todos los bebés de estas especies pasan sus primeros días, semanas y (para los simios bebés) meses de vida en contacto físico casi continuo con sus madres biológicas. Se aferran a la superficie ventral de sus madres durante la mayor parte de su vigilia (y prácticamente todas las horas de sueño) de cada día.

Los monos *Rhesus* recién nacidos muestran de una manera clara y consistente cuatro de las cinco "respuestas instintivas componentes"; chupar, aferrarse, llorar y seguir (el quinto que sería sonreír se ve en chimpancés, pero no en bebés mono). Los bebés de monos *Rhesus*, como los bebés humanos también pueden imitar expresiones faciales específicas de sus madres poco después del nacimiento (15). Todos estos patrones de respuesta reflejan los esfuerzos de un bebé para obtener y mantener contacto físico o proximidad con su madre. La madre es la fuente exclusiva de alimentación y del ambiente prenatal sintonizado con sus propios ritmos circadianos y biológicos. El contacto proximal continuado entre la madre y la cría le brinda al bebé una exposición prolongada al olor, sabor, calor relativo, sonido y vista

de su madre. Las madres de monos *Rhesus* continúan comunicando sus ritmos circadiano internos y otros ritmos biológicos a sus descendientes a través del contacto ventral-ventral prolongado y existe cierta evidencia de que sus descendientes suelen desarrollar ritmos paralelos sincrónicos durante sus primeras semanas de vida (18).

Las madres mono *Rhesus* proporcionan a sus recién nacidos además del alimento esencial y calor físico (16) la protección contra los elementos, posibles depredadores e incluso otros miembros de las familias inmediatas. Esto hace que se desarrolle un vínculo social fuerte y duradero entre la madre y el bebé. Este vínculo es único en términos de exclusividad y de duración máxima. Este vínculo de apego no se parece a ninguna otra relación social que se experimente a lo largo de la vida excepto para las hembras cuando tengan sus propios hijos. Para un bebé varón este vínculo durará al menos hasta la pubertad, para una mujer se mantendrá mientras la madre y la hija estén vivas.

En el segundo mes de vida los bebés monos se ven físicamente capaces de dejar a sus madres por breves periodos de tiempo y comienzan a explorar su entorno físico y social inmediato usando a sus madres como una "base segura". Las madres típicamente observan estos intentos muy de cerca. En esta etapa del desarrollo la madre es la principal responsable de mantener el contacto mutuo y/o la proximidad.

Entre los 2 y 3 meses de edad aparecerá en el repertorio emocional del bebé mono el miedo social. Este hito madurativo en los bebés monos evolutivamente equivale a la aparición de "ansiedad frente a extraños" en bebés humanos de 8 a 12 meses (31). Una vez aparece este marcador el patrón se invierte y es el bebé el principal responsable de mantener la proximidad e iniciar el contacto físico con su madre. Una vez que la cría de mono ha establecido una unión segura con su madre descubre que si en una de sus incursiones se asusta o se ve amenazado siempre puede regresar a su madre y encontrar en este acercamiento seguridad y comodidad. Este contacto con la madre promueve disminuciones rápidas en la actividad hipotalámica-hipofisaria-adrenocortical (HPA) y disminución en la excitación del sistema nervioso simpático junto con otros cambios fisiológicos comúnmente asociados con el

alivio. Según crecen la mayoría de los bebés monos pasan más tiempo a una mayor distancia de sus madres. La presencia de sus madres como una base segura claramente promueve la exploración de su mundo físico y social cada vez más extenso (16). Sin embargo, cuando los bebés monos *Rhesus* desarrollan relaciones de apego no seguras con sus madres, su comportamiento exploratorio se ve inevitablemente afectado (17).

A los 3 meses de edad los bebés mono comienzan a desarrollar relaciones con otros miembros de su grupo social, normalmente crías de edad similar y capacidades físicas, cognitivas, emocionales y sociales comparables. El destete ocurre entre el cuarto y quinto mes y desde este momento hasta la pubertad (durante el 3° o 4° año) el juego con los compañeros representa la actividad social predominante para los monos jóvenes (18). Para cuando termina la pubertad la mayoría de los monos *Rhesus* han tenido una amplia oportunidad de desarrollar, practicar y perfeccionar rutinas de comportamiento que van a necesitar para su funcionamiento en la vida adulta (19). Durante estos años juveniles prácticamente todos ellos han continuado manteniendo estrechos lazos con sus madres (18). En los estudios de campo se observan aparte de cambios hormonales, físicos y sociales importantes para ambos sexos una interrupción social más dramática y grave en los varones. Prácticamente todos los varones intentan ingresar en un grupo social diferente, las hembras adolescentes casi nunca abandonan su familia materna o grupo social natal. Las hembras de mono *Rhesus* continúan involucradas en asuntos sociales familiares por el resto de sus vidas, incluso después de que dejan de tener sus propios hijos. Por lo tanto, sus experiencias con relaciones de apego específicas van a durar toda la vida (19).

En las observaciones llevadas a cabo tanto en entornos de laboratorio como de campo con monos *Rhesus* se ha comprobado que los bebés de monos *Rhesus* rara vez usan a otros miembros del grupo como bases seguras, o incluso como fuentes confiables de contacto ventral (18). Si por alguna circunstancia tienen proximidad con alguien que no sea su propia madre es poco probable que experimenten una disminución en la excitación fisiológica comparable a la que resulta del contacto con sus madres; en cambio, es probable que experimenten aumentos en la excitación.

La relación de apego que un bebé mono *Rhesus* establece con su madre es distinta del resto de relaciones sociales que desarrollará a lo largo de su vida. Las relaciones distintivas que los monos *Rhesus* establecen con diferentes hermanos, compañeros y adultos de ambos sexos a lo largo del desarrollo es diferente del apego inicial que han establecido con sus madres. Es decir, la relación que establecen con su madre no se parece a ninguna otra y la naturaleza de esta relación de apego específica, afecta y condiciona profundamente la calidad de las relaciones que establecerá posteriormente.

La preferencia infantil por la madre y de la madre por el bebé representa un fenómeno extremadamente extendido en la mayoría de las especies de mamíferos y aves (20). Los bebés de todas las demás especies de primates son inicialmente al menos tan dependientes de sus madres para sobrevivir y pasan al menos tanto tiempo en contacto físico con ellas como los monos *Rhesus*.

En algunas especies de primates que no son los grandes simios la forma predominante de contacto físico madre-lactantes es dorsal-ventral frente a ventral-ventral. La frecuencia y diversidad de las interacciones madre-cría generalmente se reducen, los patrones de cambio en el desarrollo son más diferentes y dramáticos y algunas de las características definitorias del apego están en gran parte ausentes. Por ejemplo, es el caso de los monos capuchinos. Son primates notables en muchos aspectos como por ejemplo por la capacidad para fabricar y utilizar herramientas para manipular su entorno físico. En este aspecto son superiores a la mayoría de primates como los monos *Rhesus*. Sin embargo las características de las relaciones de apego son diferentes. Pasan la mayor parte de sus primeros 3 meses de vida aferrados a la espalda de la madre (21). Presentan muy poca interacción visual, vocal o de aseo entre la madre y el bebé, mientras que los monos *Rhesus* tienen interacciones muy intensas con sus madres desde el primer mes con gran cantidad de estimulación visual, auditiva, olfativa, táctil y vestibular. A los 4 meses los monos capuchinos se bajan de la espalda de sus madres y parecen sorprendentemente independientes y pueden pasar tiempos muy largos alejados de sus madres. Si se asustan buscan el contacto protector de otros miembros del grupo tanto como el de sus

madres (22). En general parecen mucho menos apegados a sus madres biológicas, tienen relaciones menos singulares, menos exclusivas y no utilizan a las madres como bases seguras durante sus períodos de exploración.

Los estudios comparativos de las relaciones entre lactantes y madres en otras especies de monos han observado que estas se parecen más a las relaciones de los monos capuchinos que a las de los monos *Rhesus*. En algunas especies por ejemplo los tities y tamarinos la madre ni siquiera es la cuidadora principal de las crías.

Como se ha señalado anteriormente en el caso de las ratas el sistema de apego está representado por los comportamientos de proximidad, pero también por las manifestaciones comportamentales frente a la separación. Ocurre un caso obvio de conflicto para prácticamente todos los bebés de monos *Rhesus* aproximadamente a las 20 semanas de edad. Esto ocurre cuando la madre comienza a destetarlo de su propia leche para pasarlo a alimentos sólidos. Este proceso se asocia con cambios significativos en la naturaleza básica de la relación del bebé con su madre, y esos cambios rara vez son tranquilos (13). Las madres se esfuerzan en apartar a los bebés del acceso a sus pezones en diferentes maneras, desde la sutileza hasta comportamientos que parecen abusivos. Los bebés aumentan sus esfuerzos para obtener y mantener el contacto físico con sus madres. Esta conducta también puede variar de manera sustancial en la naturaleza, intensidad y persistencia de los esfuerzos de las crías para retrasar este proceso de separación. Estos esfuerzos por mantener el apego hacen que el comportamiento exploratorio disminuya notablemente, así como también las interacciones con los compañeros y con otros parientes. Normalmente tardan aproximadamente un mes en recuperar los patrones de interacción normal (18).

Después de esta separación las madres regresan a la receptividad reproductiva y los jóvenes monos *Rhesus* tienden a ser ignorados, evitados o incluso rechazados (23). Y es en estas situaciones de separación en las que algunos desarrollan síntomas conductuales y fisiológicos similares a las descripciones de Bowlby de la depresión inducida por la separación en bebés humanos y niños pequeños. Pasan por un periodo inicial de intensa protesta y luego acaban dirigiendo su atención a otros lugares.

Además del componente biológico evolutivo y adaptativo de los patrones de apego existen factores externos que pueden influir significativamente en la naturaleza de las diferentes relaciones de apego. Se han estudiado estos factores determinándose que cuando las madres mono son sensibles y perciben aspectos del entorno físico y social inmediato que puedan representar un amenaza potencial cambian su comportamiento de apego para con la cría y lo ajustan en consecuencia. Un ejemplo de esto sería la diferencia que se observa en las madres de bajo rango respecto a las de alto rango y su conducta restrictiva de los esfuerzos exploratorios de las crías. Las madres de familia de bajo rango, madres mono *Rhesus* que no están en una posición más privilegiada en el grupo social, típicamente son mucho más restrictivas de los esfuerzos exploratorios de sus crías que las madres de alto rango que tienen un estilo más relajado respecto a esto. Esto se interpreta como que las madres de bajo rango corren el riesgo de represalias de otros miembros si intentan intervenir por lo que minimizan el riesgo al restringir la exploración de sus bebés. Las madres de alto rango no tienen ese problema y pueden permitirse que los bebés exploren libremente (19). También en otros estudios se ha encontrado que las madres generalmente se vuelven más restrictivas y aumentan sus niveles de observación infantil cuando el entorno social se vuelve menos estable (24) o a medida que aumenta el tamaño de su grupo de referencia (20).

Aquellas crías que por los motivos que sea ven limitadas crónicamente sus oportunidades para explorar e interactuar durante los primeros meses de vida tienen como consecuencia de ello una menor capacidad para desarrollar relaciones adecuadas con otros de su grupo social que pueden mantenerse incluso a largo plazo (19).

Algunas de las influencias ambientales externas tienen que ver por ejemplo con la disposición de la comida y el tiempo que la madre tiene que dedicar a conseguir la comida para la cría. En un estudio específico diseñado por Rosenblum y Paulley (25) se comprobó que cuando las madres sufrían variaciones en el acceso a la comida para sus crías y por tanto cambios significativos en el tiempo que tenían que dedicar a procurar el alimento, el resultado final era que las relaciones de apego de las madres con sus bebés eran menos seguras. Además al crecer estos monos jóvenes exhibieron efectos persistentes de

esta experiencia en forma de menor afiliación social, mayor retraimiento afectivo y un comportamiento más subordinado hacia los demás en su grupo social. Neurofisiológicamente lo que se pudo comprobar es que presentaban un perfil diferente de actividad HPA, con concentraciones más altas de factor liberador de corticotropina en el LCR. También presentaron altos niveles de 5-HIAA, somatostatina, ácido homovanílico y diferencias en la respuesta inmune, además de manifestar profundas consecuencias no solo en el desarrollo emocional y comportamental sino también en la función de los sistemas biológicos y su ontogenia.

La mayoría de las hembras de primates tienden a ser notablemente consistentes en la forma específica en que crían a sus bebés. Algunas de las diferencias que se pueden observar en las madres mono en sus respectivos estilos maternos pueden estar relacionadas con características temperamentales específicas que mostraron cuando eran bebés, así como con la naturaleza de la relación de apego con la que se formaron sus propias madres. Ahora se conoce que es evidente que las diferencias en el estilo materno pueden tener consecuencias importantes y duraderas no solo para las relaciones de apego que las madres desarrollan con sus hijos, sino sobre el comportamiento y la biología conductual de las crías. En el caso de madres mono abusivas (17) con niveles altos de rechazo infantil, las consecuencias para el comportamiento de las crías son características y consistentes con tasas mucho más altas de gritos, berrinches y otros índices de comportamiento de angustia evidentes incluso después de que haya cesado la conducta abusiva. También parecen volverse mucho más reactivos emocionalmente, presentan independencia demorada de sus madres, menos exploración ambiental y niveles mucho más bajos de juego social durante ese mismo periodo de desarrollo. Además de desarrollar mayor impulsividad en contextos sociales, sobre todo entre iguales. Las crías que desarrollan este patrón de respuesta tienen un pobre estado de control y déficit en la orientación visual. A nivel neurofisiológico estas crías tienen consistentemente niveles más bajos de serotonina. Además, estas características conductuales y biológicas son estables durante el desarrollo y parecen ser altamente heredables.

Con la observación de estas características comportamentales se objetiva por tanto que el

comportamiento prototípico y los patrones de respuestas biológicas pueden ser modificados sustancialmente por ciertas experiencias tempranas. Las características temperamentales tienden a ser estables desde la infancia a la edad adulta, en parte son heredables estas reacciones conductuales típicas a la separación y persisten en la adolescencia. De la misma manera el desarrollo de las relaciones de apego tiene consecuencias no solo comportamentales y en la regulación emocional sino también en el metabolismo de los neurotransmisores, la sensibilidad a las drogas e incluso en las estructuras cerebrales y su función.

Estos factores genéticos y ambientales interactúan significativamente y configuran la trayectoria de desarrollo de las crías.

Un ejemplo de la genética que subyace a las relaciones de apego lo tenemos en el gen transportador de la serotonina (5-HTT). Este gen presenta una variación en su región promotora que resulta en una variación alélica en la expresión de 5-HTT. Un alelo corto heterocigoto confiere una baja eficiencia transcripcional al promotor en relación con el alelo largo homocigoto (LL). Varios estudios han demostrado que las consecuencias de tener el alelo LS difieren dramáticamente para los monos criados por pares y sus análogos criados por sus madres. Estos estudios examinaron la relación entre el historial de crianza temprana y el estado polimórfico de 5-HTT en las medidas de desarrollo neuroconductual. Los resultados de las observaciones de crianza en relación al estado polimórfico de 5-HTT se interpretan como que la crianza materna efectiva, que genera relaciones de apego seguras, parece amortiguar cualquier efecto potencialmente perjudicial del alelo LS.

En una línea similar Bennett y sus colaboradores (26) encontraron que las concentraciones de 5-HIAA en LCR en monos no criados de manera segura eran significativamente más bajas. Este experimento pareció de nuevo mostrar cómo la crianza materna amortiguaba los efectos potencialmente nocivos del alelo LS en el metabolismo de la Serotonina. Un patrón similar apareció en relación con la agresión; los monos con el alelo LS y crianzas no seguras mostraron niveles altos de agresión mientras que los monos LS en patrones de crianza segura exhibieron niveles bajos de agresividad incluso comparados con monos con alelo LL criados por madres. Estos hallazgos sugieren

24 nuevamente un efecto amortiguador en la crianza materna (27).

Otro análisis significativo de la interacción gen-ambiente fue revelado por un análisis de los datos de consumo de alcohol. Los monos criados en patrones de apego no seguros con el alelo LS presentaron mayor dependencia al consumo de alcohol que los monos criados en el mismo patrón de crianza con el alelo LL (30). Resumiendo, el alelo LS parecía representar un factor de riesgo significativo para el consumo excesivo de alcohol entre los monos con experiencias adversas de apego temprano, pero un factor protector significativo para los sujetos criados por madres en experiencias de apego positivas con sus madres.

Uno de los aspectos más interesantes en relación con las consecuencias a largo plazo de las experiencias de apego tempranas es el hecho de que el estilo de apego de las madres mono sea reproducido por sus hijas cuando ellas crecen y son madres. En los estudios longitudinales observacionales se reconocen signos específicos de comportamiento maternal a través de las generaciones sucesivas, por ejemplo, en el tipo de contacto físico que se establece con las crías. En relación a este tema, los estudios de Maestripieri (17) concluyeron que ninguna de las descendientes femeninas de madres abusivas que tuvieron madres adoptivas no abusivas posteriormente abusaron de sus propios bebés. Estos hallazgos muestran que la transmisión intergeneracional de al menos algunos aspectos del apego madre-bebé necesariamente involucran mecanismos no genéticos.

La investigación con primates no humanos ha proporcionado evidencias de una base biológica sólida para los fenómenos de apego. De hecho, este tipo de estudios y observaciones pueden servir como base segura para futuras nuevas conclusiones de investigación en el ámbito de los fenómenos de apego.

## **ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA DEL APEGO EN HUMANOS**

Existe un gran interés en comprender y revelar los circuitos neuronales que subyacen al comportamiento humano en el sistema de apego. En los diferentes estudios psicofisiológicos revisados se incluyen medidas de actividad autonómica y de actividad del

eje HPA en relación con el apego y sus conductas de aproximación y de respuesta a la separación.

Las investigaciones en animales, algunas de ellas expuestas anteriormente, y en humanos muestran la evidencia de cómo la calidad del cuidado materno está sustentada en bases neurobiológicas y además afecta a estas mismas bases configurando los sistemas neurobiológicos de la respuesta al estrés y la regulación del mismo.

Las conclusiones sobre la calidad del cuidado maternal y las influencias en el neurodesarrollo se pueden resumir en la siguiente manera. Los cambios neuroendocrinos asociados con la desregulación del eje HPA aumentan el tono cardiovascular, lo que con el tiempo puede predisponer a los individuos a la diabetes, hipertensión y otros factores de riesgo inducidos por esteroides (28). Se ve de esta manera que la calidad y la cualidad de la relación madre-hijo va más allá solo de los primeros años. La evidencia indica que la experiencia temprana tiene efectos sobre la salud y la calidad de vida en general (29). Presentando cambios fenotípicos en los sistemas neurológicos que regulan la reactividad al estrés y la novedad.

## **La neurobiología de los apegos humanos**

Los apegos humanos presentan unas características neurobiológicas subyacentes. Estas bases neurobiológicas han sido estudiadas en modelos animales y son una característica definitoria de los mamíferos. Los estudios y observaciones descritos son esenciales porque a partir de ellos se comienzan a descubrir los mecanismos celulares, neuronales y endocrinos implicados en el cuidado materno, el apego y el establecimiento de relaciones de apego posteriores. Todo esto ha dado lugar a un campo de investigación, la neurobiología de los apegos humanos.

El estudio del sistema de apego entre mamíferos se realiza desde la perspectiva tanto evolutiva como del proceso mismo de desarrollo. Como hemos descrito y resaltado previamente el apego desde el punto de vista evolutivo es un sistema que ha persistido no solo por la estructura neurobiológica que crea y desarrolla sino también y sobre todo porque es un sistema exitoso en cuanto a asegurar la supervivencia y el desarrollo de las crías. En un inicio es un sistema

de supervivencia que posteriormente se complejiza definiendo y condicionando el establecimiento de nuevas relaciones de apego tales como las relaciones románticas, la relación con amigos...

La neurobiología del apego se basa en sistemas de redes neuronales que se configuran en torno a los apegos, estas redes neuronales tienen dos características principales una de ellas es la plasticidad de las mismas y la otra es que están mediadas básicamente por dos neurotransmisores que son la dopamina y la oxitocina. En roedores las respuestas de apego están sustentadas en la integración de la dopamina y la oxitocina en el cuerpo estriado. Procesos similares con diferentes niveles de complejidad, duración y flexibilidad ocurren en el resto de los mamíferos. En humanos el circuito neurobiológico subyacente al apego es común con la diferencia de que es más posible reparar apegos tempranos no bien establecidos en comparación con otras especies, incluidas especies de primates que lo pueden hacer, pero no de manera tan exitosa. Está descrito además en humanos el papel central de la oxitocina y de la conectividad de la oxitocina-dopamina en la configuración de los apegos tempranos.

La oxitocina está implicada en la maternidad humana, la paternidad, el *coparenting*, el apego romántico y la amistad cercana. La oxitocina tiene un papel fundamental a través de sus receptores en el núcleo accumbens en la formación del apego y en la continuidad del mismo a largo plazo (30). Los estudios también describen el papel de la oxitocina en la regulación de la respuesta de la amígdala a los estímulos sociales aversivos, favoreciendo de esta manera las conductas de acercamiento necesarias para el desarrollo del apego y reduciendo las respuestas de miedo.

La dopamina con su acción en el núcleo accumbens es la responsable de los comportamientos activos de búsqueda de las figuras de apego y recompensas sociales.

Y la integración de la oxitocina y dopamina en los receptores específicos del cuerpo estriado es el mecanismo final que promueve la aparición del vínculo de apego complejo que se establece en humanos, así como la consolidación del mismo. El establecimiento de un sistema de apego sano es fundamental a la hora de promover la homeostasis, la salud y el bienestar a lo largo de la vida.

De esta manera podemos resumir que mientras que la dopamina es la responsable de los comportamientos de búsqueda activa de contacto, la oxitocina proporciona alivio y tranquilidad regulando el eje hipotalámico-pituitario-adrenal.

A nivel neuroanatómico, el circuito “del apego” comprendería el hipotálamo como productor de oxitocina, la amígdala y el cuerpo estriado. Esta red está implicada en la regulación de las funciones de supervivencia y motivación. En humanos además este circuito se completa con múltiples proyecciones ascendentes y descendentes hacia estructuras implicadas en la mentalización y en los procesos de recompensa de la corteza cerebral tales como la corteza cingulada anterior, la corteza prefrontal media, la corteza orbitofrontal y lóbulo parietal inferior entre otras.

A nivel evolutivo el proceso de desarrollo del sistema de apego desde los roedores hasta los primates y humanos proporciona una idea de las diferentes características en las partes de este sistema. En un principio existían por separado el sistema de la dopamina y de la oxitocina. A lo largo del proceso evolutivo ambos sistemas se integraron y de esta manera pasaron a formar parte de los componentes principales de la base neurobiológica del vínculo en los mamíferos. La oxitocina como se ha dicho se encarga de los procesos de regulación del circuito neurosensorial y la dopamina tiene que ver con la regulación de las acciones motoras. El modelo de estudio sobre la evolución en el sistema de apego propone que la integración de oxitocina y dopamina en el cuerpo estriado es fundamental en el desarrollo de los comportamientos de apego en los mamíferos (28). En humanos este sistema de apego se completa además con sus características exclusivas, siendo un apego selectivo, específico y de larga duración.

A nivel genético también se ha podido comprobar el papel de la oxitocina en la formación y regulación de los vínculos de apego en humanos. La implicación de la oxitocina en la biología del apego en humanos se ha evidenciado en investigaciones que emplean la administración de oxitocina o las medidas periféricas de la misma, así como mediante el estudio del gen receptor de la oxitocina. En este último caso se ha investigado acerca de cómo la variabilidad alélica de

este gen o la metilación del mismo con la consiguiente repercusión en su expresividad influye en los patrones de apego que se establecen.

El sistema biológico que subyace a la conducta de apego y a la formación de vínculos tiene componentes neuroanatómicos, genéticos y neurohormonales. Son sistemas sincronizados desde el comienzo de la vida en todos los mamíferos, y que en la cadena evolutiva van complejizándose hasta llegar al sistema neurobiológico del apego de los humanos. Este sistema integra todos los componentes y determina la correcta formación de relaciones de apego y el mantenimiento de las mismas (29). Estudios longitudinales que siguen a humanos desde la infancia hasta la edad adulta describen la participación de la oxitocina no solo en el establecimiento del apego sino también en la transferencia del mismo en las relaciones de amistad que se establecen en la edad adulta y en las relaciones de pareja (30). Las conexiones surgen integradas en respuesta a señales relacionadas con la vinculación e implican tanto a la oxitocina como la dopamina. Finalmente, los componentes corticales y subcorticales relacionados con el sistema de recompensa, la mentalización y las representaciones mentales completan y maduran el proceso de apego y permiten la transferencia del mismo a otros vínculos a lo largo de la vida (29).

## CONCLUSIÓN

Darwin con sus observaciones y descripciones de conductas animales en entorno natural realizó estudios que permitieron comprender los patrones relacionales que se establecían entre las madres y sus crías. Estas observaciones se han ido completando con estudios en diferentes especies de mamíferos incluidos primates pudiendo observarse la progresión y complejización de los mismos a lo largo de la cadena evolutiva. Pero, sobre todo, estos estudios han puesto de manifiesto la universalidad del patrón del vínculo y su función esencial de supervivencia (3).

En humanos más allá de la función primordial de preservar la supervivencia, el apego se transfiere a otras relaciones que se van estableciendo a lo largo de la vida. La calidad del apego determina y condiciona los apegos posteriores. También se ve implicado el tipo de apego establecido en el posible desarrollo de

trastornos relacionados con consumo y dependencia de sustancias como el alcohol. Así como que también se transmite a las siguientes generaciones (12).

A nivel genético también la expresión genética de los receptores de la oxitocina, uno de los neurotransmisores más relacionados con el establecimiento y mantenimiento del sistema de apego, se correlacionan con reacciones de apego diferenciadas en similares entornos de crianza, así como formas de establecer vínculos futuros (29).

La neurobiología del apego no solo permite comprender los procesos subyacentes a la formación del mismo sino también comprender como funciona este sistema de manera integrada, como regula el eje neurobiológico de respuesta al estrés y como esto condiciona la formación de vínculos posteriores. La perspectiva que se abre con estos conocimientos es la de poder entender patrones relacionales en la edad adulta, relaciones de apego patológicas y su correlación con esquemas de apego establecidos de forma temprana. Así como también reacciones y mecanismos de afrontamientos que nos puedan servir en un futuro como bases de la intervención no solo en trastornos de apego sino en otros indirectamente relacionados con estos.

## REFERENCIAS

1. Simpson, J. Attachment Theory within a Modern Evolutionary Framework. In: Jude Cassidy and Phillip R. Shave (Ed.). Handbook of Attachment. 2º Ed. New York: Guilford; 2008. 131-158.
2. Cassidy, J. The Nature of Child Ties. In: Jude Cassidy and Phillip R. Shave (Ed.). Handbook of Attachment. 2º Ed. New York: 2008. 3-22.
3. Polan, H. Psychobiological origins of infant attachment and its Role in development. . In: Jude Cassidy and Phillip R. Shave (Ed.). Handbook of Attachment. 2º Ed. New York: 2008. 158-172.
4. Hepper PG. Memory in Utero? Developmental Medicine & Child Neurology.2008 Sep29;39(5): 343-6
5. Gregory, E.H. Pfaff DW. Development of olfactory-guided behavior in infant rats. Physiology & Behavior 1971; 6(5): 573-6.  
[https://doi.org/10.1016/0031-9384\(71\)90208-3](https://doi.org/10.1016/0031-9384(71)90208-3)

6. Sullivan R.M, Hall WG. Reinforcers in infancy: Classical conditioning using stroking or introral infusions of milk as UCS. *Developmental Psychobiology*. 1988 Apr;21(3): 215-23.  
<https://doi.org/10.1002/dev.420210303>
7. Meaney MJ, Aitken DH. The effects of early postnatal handling on hippocampal glucocorticoid receptor concentrations: temporal parameters. *Developmental Brain Research*. 1985 Oct;22(2): 301-4.  
[https://doi.org/10.1016/0165-3806\(85\)90183-x](https://doi.org/10.1016/0165-3806(85)90183-x)
8. Camp LL, Rudy, JW. Changes in the categorization of appetitive and aversive events during postnatal development of the rat. *Developmental Psychobiology*. 1988 Jan;21(1): 25-42.  
<https://doi.org/10.1002/dev.420210103>
9. Moriceau S, Sullivan RM. Neurobiology of infant attachment. *Developmental Psychobiology* 2005 Nov;47(3): 230-42.  
<https://doi.org/10.1002/dev.20093>
10. Hofer MA. Multiple regulators of ultrasonic vocalization in the infant rat. *Psychoneuroendocrinology*. 1996 Feb;21(2): 203-17.  
[https://doi.org/10.1016/0306-4530\(95\)00042-9](https://doi.org/10.1016/0306-4530(95)00042-9)
11. Stevenson-Hinde J, Simpson AE. Temperament and relationships. *Ciba Foundation symposium 89- Temperamental Differences in Infants and Young Children*. 2008 May 30; 51-65.  
<https://doi.org/10.1002/9780470720714.ch4>
12. Van der Horst FCP, Van der Veer R, Van Ijzendoorn, MH. John Bowlby and ethology: An annotated interview with Robert Hinde. *Attachment & Human Development*. 2007 Dec; 9(4): 321-35.  
<https://doi.org/10.1080/14616730601149809>
13. Ferrari PF, Visalberghi E, Paukner A, Fogassi L, Ruggiero A, Suomi, SJ. Neonatal Imitation in Rhesus Macaques. de waal F, editor. *PLoS Biology*. 2006 Sep 5;4(9): e302.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040302>
14. Seaby B, Alexander BK and Harlow HF. Maternal Behavior of socially deprived Rhesus monkeys. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*. 1964;69(4): 345-54.  
<https://doi.org/10.1037/h0040539>
15. Sackett GP. Monkeys reared in Isolation with Pictures as Visual Input: Evidence for an Innate Releasing Mechanism. *Science* 1966 Dec 16;154 (3755): 1468-73.  
<https://doi.org/10.1126/science.154.3755.1468>
16. Ruppenthal GC, Harlow MK, Eisele CD, Harlow HF, Suomi SJ. Development of Peer interactions of Monkeys Reared in a Nuclear-Family Environment. *Child Development* 1974 Sep;45(3): 670.
17. Borkowski JG, Ramey SL, Bristol-Poer M, Wood R, Child O. Parenting and the child's world: Influences on academic, intellectual, and social-emotional development. New York: Psychology Press; 2012
18. Berman CM. The ontogeny of social relationships with group companions among free-ranging Rhesus monkeys: I. Social networks and differentiation. *Animal Behaviour*. 1982 Feb; 30(1): 149-62.
19. Borkowski JG, Ramey SL, Bristol-Power M, Wood R, Child O. Parenting and the child's world: influences on academic, intellectual and social-emotional development. Mahwah, N.J.: Erlbaum; 2002.
20. Berman CM. The ontogeny of social relationships with group companions among free-ranging Rhesus monkeys I. Social networks and differentiation. *Animal Behaviour*. 1982 Feb;30(1): 149-62.
21. Edward Osborne Wilson. *Sociobiology*. Cambridge, Mass. Belknap Press of Harvard Univ. Press; 1998.
22. Welker C, Becker P, Hohman H, Schafer-Witt C. Social Relations in Groups of the Black-Capped Capuchin (*Cebus apella*) in Captivity. *Folia Primatologica*. 1990 Feb 14;54(1-2):16-33.  
<https://doi.org/10.1159/000156423>
23. Byrne G, Suomi SJ. Development of activity patterns, social interaction, and exploratory behavior in infant tufted capuchins (*Cebus apella*). *American Journal of Primatology*. 1995;35(4):255-70. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350350402>
24. Berman CM, Rasmussen KLR, Suomi SJ. Responses of Free-Ranging Rhesus Monkeys to a Natural Form of Social Separation. I. Parallels with Mother-Infant Separation in Captivity. *Child Development* 1994 Aug;65(4):1028.
25. Bowlby J. *Attachment and loss: Vol. 1. Attachment*. New York: Basic Books;1969.

26. Fairbanks LA. Early experience and cross-generational continuity of mother–infant contact in vervet monkeys. *Developmental Psychobiology*. 1989 Nov;22(7):669-81.  
<https://doi.org/10.1002/dev.420220703>
27. Bennett AJ, Lesch, KP, Heils A, Long JG, Shoaf SE, et al. Early experience and serotonin transporter gene variation interact to influence primate CNS function. *Molecular Psychiatry*. 2002 Jan;7:118-22. <https://doi.org/10.1038/sj.mp.4000949>
28. Suomi, S. Attachment in Rhesus Monkeys. In: Jude Cassidy and Phillip R. Shave (Ed.). *Handbook of Attachment*. 2° Ed. New York: Guilford; 2008. 131-158.
29. Chambers J. The Neurobiology of Attachment: From Infancy to Clinical Outcomes. *Psychodynamic Psychiatry*. 2017 Dec;45(4):542-63.  
<https://doi.org/10.1521/pdps.2017.45.4.542>
30. Feldman R. The neurobiology of Human Attachments. *Trends in Cognitive Sciences* 2017 Feb 1;21(2): 80-99.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.11.007>
31. Gordon I, Zagoory-Sharon O, Leckman, JF, Feldman R. Oxytocin and the Development of Parenting in Humans. *Biological psychiatry* 2010 Aug 15;68(4): 377-82.