


Recepción del artículo: 19-07-2024 | Aceptación del artículo: 28-01-2025 | Publicación del artículo: 29-01-2025

Neurobiología del amor romántico. Neurotransmisores, neurohormonas y cerebro en las relaciones amorosas

Neurobiology of Romantic Love Neurotransmitters, Neurohormones, and the Brain in Romantic Relationships

Florin Christensen, Vera 

Laboratorio de investigación en Neurociencias y Ciencias Sociales. Escuela Sistemática Argentina. Universidad de Flores.
vera.florin@uflo.universidad.edu.ar

Ceberio, Marcelo R. 

Laboratorio de investigación en Neurociencias y Ciencias Sociales. Escuela Sistemática Argentina. Universidad de Flores.
marcelorceberio@gmail.com

RESUMEN

Palabras clave
amor romántico,
neuroimágenes,
neurohormonas,
cerebro, apego

El amor romántico se manifiesta de manera compleja, variando en su naturaleza según las relaciones que se establecen, presentando una cualidad única en cada vínculo. Este tipo de amor puede entenderse como un proceso profundamente biológico y dinámico, en el cual están involucradas diferentes neurohormonas que actúan a nivel cerebral. Las técnicas de neuroimagen, como la fRMN y las PET, proporcionan un acceso sin igual a la red cerebral asociada con el amor romántico humano. Interpretarlas es uno de los mayores desafíos científicos de la actualidad. El presente trabajo tiene como objetivo hacer un aporte a la comprensión del sustrato neurobiológico del amor romántico. Se partirá de algunas conceptualizaciones acerca de la temática, que incluyen fundamentalmente una perspectiva neuroquímica, de áreas cerebrales y de comportamientos consecuentes. Se desarrollan algunas definiciones de amor y los tipos de amor, de los que el amor romántico es uno de ellos. Además, se desarrolla brevemente la teoría del apego, y el apego en parejas desde el enfoque de la biología evolutiva, sobre la neuroquímica del amor, con la intención de facilitar la comprensión de los estudios de neuroimágenes y sus implicancias. Se exploran distintas investigaciones neurocientíficas del amor romántico, excluyendo investigaciones en modelos animales, aunque cabe destacar que estas constituyen la base teórica del estudio en personas. El énfasis está puesto en los correlatos de neuroimágenes y bioquímicos de este estado subjetivo.

ABSTRACT

Keywords
romantic love,
neuroimaging,
neurohormones,
brain, attachment

Romantic love manifests in a complex manner, varying in nature depending on the relationships established and presenting a unique quality in each bond. This type of love can be understood as a profoundly biological and dynamic process involving various neurohormones that act at the cerebral level. Neuroimaging techniques, such as fMRI and PET scans, provide unparalleled access to the brain network associated with human romantic love. Interpreting these findings represents one of the greatest scientific challenges of our time. The present work aims to contribute to the understanding of the neurobiological substrate of romantic love. It begins with several conceptualizations of the topic, primarily focusing on a neurochemical perspective, brain areas, and consequential behaviors. Definitions of love and its types, including romantic love as one of them, are discussed. Additionally, the theory of attachment and couple attachments from an evolutionary biology perspective is briefly developed, along with the neurochemistry of love, with the goal of facilitating the understanding of neuroimaging studies and their implications. Various neuroscientific studies on romantic love are explored, excluding research on animal models, although it is worth noting that such models provide the theoretical foundation for studies in humans. The emphasis is placed on the neuroimaging and biochemical correlations of this subjective state.

Citar como: Florin-Christensen, V., y Ceberio, M. (2024). Neurobiología del amor romántico. Neurotransmisores, neurohormonas y cerebro en las relaciones amorosas. *Revista Iberoamericana ConCiencia*, 10(1), 21-34. <https://doi.org/10.70298/ConCiencia.10-1.3>



Introducción

Numerosos autores (Sternberg, 1986; Fisher 2004; De Munk, 1996; Tenorio Tovar, 2012) definen al amor como un sentimiento universal y complejo que es expresado mediante una conexión profunda, emocional y afectiva entre individuos. Es un fenómeno que abarca múltiples dimensiones, desde lo biológico hasta lo psicológico, social y cultural. El amor no tiene una única definición, ya que adopta diferentes formas y significados dependiendo del contexto en el que se experimente. En términos generales, el amor puede ser definido como un estado emocional que involucra afecto, cuidado, empatía y compromiso hacia otra persona, hacia uno mismo, o incluso hacia una idea, un objeto o una actividad. Se expresa en acciones, pensamientos y emociones que buscan fortalecer la conexión con aquello que se ama. Y hay diversos tipos de amor, como el familiar, de amistad, romántico, altruista, propio, entre otros (Infante, et al, 2011).

Desde el comienzo de la humanidad la "intensidad del amor" ha sido representada bajo distintas modalidades, a través de pinturas rupestres, relatos, danza, música y poesía, diferentes a la rigurosidad de las metodologías científicas. Sin embargo, desde las últimas décadas mediante el uso de modelos animales se comenzaron a estudiar los mecanismos celulares, neuronales y endocrinos implicados en la formación de las parejas y del cuidado de los hijos. Esto ha dado origen a un nuevo campo de estudio denominado neurobiología del apego humano. Esta área integra los conocimientos acerca de otros seres vivos, a través de herramientas que se encuentran disponibles para la investigación en personas, tales como las imágenes cerebrales, la neuroendocrinología, la genética y la epigenética (Feldman, 2017).

En relación con la finalidad del presente trabajo, el amor romántico se define como una experiencia emocional, social y psicológica caracterizada por una conexión intensa y apasionada entre dos personas, que incluye tanto elementos de atracción física como un profundo vínculo emocional (Aron, et al, 2005). Este tipo de amor suele estar asociado con la idealización de la pareja, la búsqueda de intimidad y exclusividad, y el deseo de compartir la vida en común (Fisher, 2004). Desde una perspectiva biológica, el amor romántico está vinculado a la acción de neurotransmisores y hormonas que generan sensaciones de placer, apego y bienestar. Estas

sustancias químicas cerebrales refuerzan el vínculo entre las personas, favoreciendo la intimidad y la conexión emocional (Fisher, 2004).

En términos psicológicos, el amor romántico combina emociones como la euforia, la alegría, el deseo y la ternura, con un compromiso más profundo y un sentido de unión emocional. A menudo, se considera una forma de amor que trasciende el simple interés físico o sexual, ya que incorpora aspectos cognitivos, como la valoración positiva de la pareja y la esperanza de un futuro compartido (Hendrick & Hendrick, 2002; Berscheid & Regan, 2005).

Entonces definimos el amor romántico como una forma compleja de amor que integra emociones, deseo físico, compromiso y conexión emocional, influenciada tanto por factores biológicos como culturales. Es una experiencia profundamente humana que tiene un impacto significativo en la forma en que las personas establecen relaciones y construyen sus vidas compartidas.

El amor romántico es un fenómeno complejo y como tal se construye a través de distintas relaciones, diferenciándose de acuerdo con la categoría de relación en la cual se desarrolle, siendo diferente en cada vínculo. Este amor varía en todas sus definiciones y es absolutamente personal y subjetivo en su forma de manifestación (Ceberio et al., 2020; Ceberio, 2015). Puede entenderse como un proceso profundamente biológico y dinámico, que impregna todos los aspectos de nuestras vidas, produciendo un importante efecto a nivel físico y mental. El mantenimiento de las relaciones amorosas requiere de una retroalimentación constante a través de sistemas sensoriales y cognitivos (Carter y Porges, 2013).

La verdadera esencia del amor romántico puede considerarse como un impulso humano fundamental, comparable con el ansia de agua o alimento, que parte de una necesidad fisiológica e instintiva. Este amor se caracteriza por enfocar la atención en un único individuo, engrandecer sus cualidades, minimizar o desestimar sus defectos, tener pensamientos obsesivos e intrusivos, sentir emociones intensas, anhelo, euforia, abstinencia. Puede incluir también, pérdida de apetito, insomnio, cambios de humor, cambio de prioridades, dependencia emocional. El amor romántico intenso, especialmente en las primeras etapas se ha propuesto como un tipo de adicción

natural, que evolucionó desde los primeros homínidos, tomando en cuenta las similitudes que se presentan con las adicciones a distintas sustancias (Fisher, 2004; Fischer et al., 2016). El enamoramiento se desencadena cuando se produce en el cerebro la feniletilamina, un compuesto orgánico de la familia de las anfetaminas. Cuando el cerebro se inunda de esta sustancia, responde segregando dopamina, noradrenalina y oxitocina (Miranda, 2007; Guerrero, 2012).

La neurobiología del amor abarca la hipótesis de que lo que llamamos "amor romántico" puede ser, al menos en parte, la expresión de factores biológicos. Un corolario de esta hipótesis sostiene que es posible aprender mucho sobre la naturaleza del amor humano al estudiar las moléculas involucradas en la expresión de comportamientos sociales y afiliativos (Emanuele, 2011). Así mismo, los métodos de neuroimágenes tales como las fRMN (resonancias magnéticas funcionales) y las PET (tomografías por emisión de positrones) ofrecen un acceso sin precedentes a la red cerebral humana del amor. No obstante, uno de los desafíos fundamentales al investigar la neuroimagen del amor es entender la conexión entre los estados y procesos psicológicos con los patrones de actividad cerebral, y cómo esta actividad se ve influenciada por las dinámicas y comportamientos sociales (Cacioppo, 2018).

Podría considerarse que estas redes neurales evolucionaron para fomentar el vínculo de pareja y la reproducción humana. Las estructuras nerviosas que se correlacionan con el amor romántico en toda su complejidad son muy distintas incluso si comparten áreas cerebrales con otros estados emocionales estrechamente vinculados (Fisher et al., 2016).

Es notable el hecho de que el amor romántico cambie con el tiempo. En la medida que la relación de pareja se extiende, las regiones cerebrales asociadas con las emociones, la memoria y la atención empiezan a responder de forma diferente. Además, los sistemas cerebrales asociados con el apego aumentan su actividad, posiblemente para mejorar la estabilidad en la relación de pareja y favorecer comportamientos parentales (Fisher, 2004; Zeki, 2007, Fisher et al., 2005).

El presente trabajo tiene como objetivo hacer un aporte a la comprensión del sustrato biológico del amor romántico, partiendo de algunas

conceptualizaciones acerca de la temática, que incluyen una perspectiva principalmente neurobiológica. Se exploran distintas investigaciones neurocientíficas del amor en humanos, excluyendo investigaciones en modelos animales, aunque cabe destacar que estas constituyen la base teórica del estudio en personas. El énfasis está puesto en los correlatos de neuroimágenes de este estado subjetivo. Se introducen, además, de manera breve algunos conceptos teóricos sobre el amor y el apego en parejas desde el enfoque de la biología evolutiva, sobre la neuroquímica del amor romántico, con la intención de facilitar la comprensión de los estudios de neuroimágenes y sus implicancias.

La biología del amor

Desde una perspectiva evolutiva, el amor romántico puede conceptualizarse como un conjunto de adaptaciones para abordar desafíos específicos relacionados con la reproducción y la supervivencia humana. Estas adaptaciones incluyen el amor romántico como un mecanismo de compromiso, sexualidad, fidelidad, y de inversión de recursos emocionales y psicológicos en la pareja, promoviendo la reproducción y la inversión parental (Buss, 2019). En este sentido, la pareja humana puede considerarse como un entrelazado de culturas, de genes y, por ende, un complejo biológico y social (Ceberio y Maresma, 2022).

Fletcher et al. (2015), también desde la teoría evolutiva y la investigación psicológica, ofrecen una definición del amor romántico como un potente dispositivo de compromiso que consta de pasión, intimidad y cuidado. Este fenómeno está vinculado a la relación de pareja, reduciendo el interés en posibles alternativas amorosas. El amor romántico presenta diversas características emocionales, conductuales, hormonales y neuropsicológicas. El amor romántico es una experiencia que no se limita a determinadas culturas. Los circuitos cerebrales implicados en este tipo de amor son universales en humanos. Las motivaciones fisiológicas están presentes independientemente de la razón o de la voluntad. Este amor con un basamento biológico no se ha modificado, solo se ha resignificado más allá de lo puramente biológico, asignándole un componente simbólico y cultural (Burunat, 2016).

Una componente del amor romántico es el apego, el cual produce distintas formas de conducta, que dan como resultado el logro o la conservación de la proximidad con otro individuo,

incluyendo a la pareja. En principio fue definido en el contexto de la relación infante-cuidador (Bowlby, 2018); según Bowlby (1969), la teoría del apego explica cómo los vínculos emocionales profundos entre un niño y su cuidador primario influyen en el desarrollo emocional, social y psicológico del individuo. Postuló que el apego es un sistema innato que asegura la supervivencia al promover la proximidad del niño con su cuidador, especialmente en situaciones de peligro o estrés. Este vínculo no solo proporciona seguridad y consuelo, sino que también establece la base para las relaciones futuras y el desarrollo de la regulación emocional. Bowlby (1969) destacó que la calidad del apego temprano puede determinar patrones de comportamiento y formas de relacionarse con los demás a lo largo de la vida, clasificándolos en diferentes estilos de apego (seguro, ansioso, evitativo y desorganizado).

A posteriori, este concepto fue ampliado (Bowlby, 1969) como el lazo afectivo hacia las personas que tienen una significación especial en la vida, refiriéndose a una propensión particular de los seres humanos a generar fuertes vínculos de afecto con otros. El apego infantil, de acuerdo con el autor, evoluciona hacia el apego a la pareja y otras figuras importantes, incluso hacia otros componentes de nuestra vida.

Hazan y Shaver (1987) establecieron a través de su trabajo pionero una relación entre el apego en los infantes con sus cuidadores y el apego en las parejas románticas, tomando en cuenta lo que ocurre con ambos tipos de apego en función del tiempo. En las parejas, en la etapa inicial, se presenta una fascinación y una preocupación por el otro, que se modifica con el avance de la relación hacia un apego seguro, este fenómeno se asemeja a lo que ocurre en la primera infancia cuando los niños más seguros comienzan a dar por sentado el apoyo parental.

El apego romántico en las parejas es una función tanto biológica como social asociada al sistema nervioso. En cuanto al planteo como proceso biológico destacan que estaría diseñado y moldeado por la evolución para que las parejas sexuales adultas, en la medida en que su amor se desarrolla, haga más probable que se conviertan en padres de un infante que requiera de sus cuidados. En coincidencia, Schneiderman et al. (2012) también sostienen que la formación del apego seguro romántico en las parejas es un proceso que involucra cambios en la relación a lo largo del tiempo, incluyendo un aumento en el grado de

cercanía entre las partes a medida que la relación progresa, lo cual vinculan a cambios en la actividad cerebral y a procesos neurohormonales. Los autores sugieren que el amor romántico representa un proceso dinámico en el que cada estadio está marcado por distintas características neurales y endocrinas.

Castellano et al. (2018) por su parte, sostienen que el apego entre adultos, una vez que se establece, produce la necesidad de cercanía emocional con una persona específica para la cual no hay sustituto. Los vínculos de apego entre adultos pueden ser emocionalmente intensos y demandantes, definidos sobre todo por la calidad de la relación entre los compañeros.

El amor romántico involucra distintos aspectos bioquímicos. La oxitocina aparece repetidamente como un componente importante dentro de un complejo sistema neuroquímico asociado a las emociones. La oxitocina es una molécula peptídica con multitud de funciones fisiológicas y de comportamiento. Debido a su asociación con la reproducción (incluidos los vínculos sociales, el comportamiento sexual, el parto y el comportamiento materno), a la oxitocina también se la ha llamado "la hormona del amor". Sin embargo, los mecanismos que vinculan el amor y la oxitocina siguen siendo metafóricos y misteriosos, aunque entre sus propiedades se encuentran las actitudes de protección de la parentalidad, es una hormona que abre el canal de parto e interviene en las relaciones sexuales y favorece la empatía. Una de las investigaciones que afirma las propiedades de la oxitocina en este periodo, es la desarrollada por Insel (2010) "Oxytocin and human bonding: The insights from neuroimaging studies", donde mediante estudios de neuroimagen muestran que la oxitocina, liberada durante interacciones íntimas como el contacto físico y emocional, activa las regiones cerebrales asociadas con la confianza y el apego, como la amígdala y la ínsula. Lo que implica que esta neurohormona refuerza el vínculo emocional al reducir la ansiedad social y aumentar la empatía. Los receptores en las células neuronales de la oxitocina están regulados por otras hormonas y factores epigenéticos, que se modifican y se adaptan sobre la base de las experiencias de la vida. Por lo cual tanto la influencia de la oxitocina, como la experiencia del amor romántico varían con el tiempo (Carter, 2017; Carter, 2021). Se halla involucrada en la relación social, en el reconocimiento y valoración, en la formación de

relaciones de confianza y cercanía (Kosfeld. 2005) y generosidad (Stanton 2007; Zak et al, 2007).

Algunos aspectos del apego pueden ser asociados a procesos fisiológicos relacionados con la oxitocina, la vasopresina y sus receptores neuronales. Estas dos sustancias comparten similitudes genéticas y estructurales, diferenciándose únicamente por dos aminoácidos en su estructura, lo que sugiere un probable origen molecular común. Este habría ocurrido 500 millones de años atrás, en animales invertebrados, que luego darían lugar a una distribución y diversificación en los distintos vertebrados en un rápido proceso evolutivo (Goodson y Kingsbury, 2013; Beets et al., 2013).

La oxitocina y la vasopresina no cumplen el rol clásico de neurotransmisores, es decir, no se limitan a una acción local a través de la sinapsis, sino que estas moléculas son liberadas en diversas partes de la neurona, incluyendo el soma, los axones y las dendritas, y actúan de manera extensa en el sistema nervioso como neuromoduladores.

La vasopresina se asocia a un aumento en la actividad del sistema nervioso simpático, produciendo respuestas frente a desafíos que incluyen la capacidad de agredir y el ser violentos físicamente. También se la asocia a la defensa del territorio y se despierta en la adolescencia cuando, por ejemplo, se observan conductas -principalmente en los varones- tales como cerrar la puerta del cuarto buscando intimidad (Brizendine, 2010). En cambio, la oxitocina y la activación de sus receptores, en general se asocian a comportamientos sociales positivos y actúan como señales para generar seguridad y confiabilidad psicológica. La oxitocina puede activar un sistema más "pasivo" de apego mientras que la vasopresina activa el lado más posesivo, incluso en algunos casos, más agresivo del apego. En conjunto, la oxitocina, vasopresina y sus receptores cerebrales generan una ruta biológica y genética que regula del apego y la afiliación (Carter, 2017).

Schneiderman et al. (2012) demostraron en su investigación que los niveles de oxitocina plasmática en personas que están enamoradas recientemente son sustancialmente mayores que en solteros. Estos niveles hormonales elevados resultaron ser estables y no disminuir a lo largo de los primeros meses de relación. Los autores sugieren que estos niveles aumentados de oxitocina indicarían el rol de esta hormona en el proceso de apego en las parejas.

La dopamina también tiene un importante rol en cuanto a los sentimientos románticos. Esto se evidencia, a través de distintos estudios de neuroimágenes en los cuales se observan activaciones en regiones del cerebro, que coinciden en gran medida con aquellas áreas que albergan niveles elevados de este neuromodulador. La dopamina se asocia a la recompensa, el deseo, el bienestar, la adicción y los estados de euforia. Un aumento de dopamina va acompañado de una disminución de otro neurotransmisor, la serotonina (5-HT o 5-hidroxitriptamina), el cual tiene notables efectos moduladores en casi todas las funciones integradoras del sistema nervioso central, tales como, el estado de ánimo, la ansiedad, el estrés, la agresión, la alimentación y la cognición. Los bajos niveles de serotonina desencadenan el pensamiento obsesivo, un componente central del amor romántico que produce rumia mental. De hecho, la disminución de la serotonina en personas enamoradas es similar a la que se observa en pacientes con trastornos obsesivo-compulsivos. Además, las personas con este trastorno podrían considerarse "neuroquímicamente vulnerables" en comparación con la población general, reportándose en algún caso una exacerbación de sus síntomas al estar enamorados (Bartels y Zeki, 2000; Zeki, 2007; Oliver, 2014; Fisher, 2004; Marazziti et al. 1999; Marazziti y Stahl, 2018).

Las primeras etapas del amor romántico se correlacionan con un incremento en los niveles del factor de crecimiento nervioso (NGF). Se han encontrado elevaciones plasmáticas en individuos que se han iniciado el encuentro amoroso, en comparación con aquellos que no están enamorados o que tienen relaciones estables y duraderas. El NGF (Factor de Crecimiento Nervioso) es un péptido neurotrófico que se describió originalmente como un regulador clave en la supervivencia y maduración de las neuronas en el sistema nervioso central y periférico. Además, la concentración del NGF presenta una asociación significativa con la intensidad de los sentimientos románticos (Zeki, 2007; Levi-Montalcini et al., 1996; Emanuel et al., 2006; Emanuel, 2011).

El amor tiene un sustrato neurobiológico que genera diversos cambios fisiológicos. Ante la presentación de determinados estímulos, se producen variaciones metabólicas, en el flujo sanguíneo y la oxigenación. A nivel cerebral, se activan tanto regiones corticales, como subcorticales, lo cual sugiere el rol de áreas asociadas con la cognición social, la atención, la memoria, las asociaciones mentales y la

autorepresentación. Estos hallazgos sugieren que el amor apasionado no solo implica emociones básicas, de recompensa o motivación, sino la activación de áreas del cerebro implicadas en procesamientos cognitivos complejos (Cacioppo et al., 2012).

Neuroimágenes, neurotransmisores y amor romántico

La investigación de las bases neurales del amor romántico se inició con el trabajo de Bartels y Zeki (2000). Sus estudios consistieron en escaneos de la actividad cerebral de sujetos que declararon estar profundamente enamorados, a través de la utilización de imágenes de resonancia magnética funcional (fRMN), mientras observaban fotografías de su persona amada, en comparación con la actividad cerebral producida observando fotografías de amigos de edad, sexo y duración en su relación similar a la que tenían con su pareja (un promedio de 2,3 años). Tomaron en cuenta para esto la importancia de la información visual a la hora de despertar y mantener el amor romántico y el desconocimiento acerca de sus mecanismos neuronales. Además del estudio de neuroimágenes, los sujetos completaron la versión corta de la "Escala de Amor Apasionado" (Passionate Love Scale, PLS), sinónimo del amor romántico, considerado un medio confiable para cuantificar este sentimiento.

Sus hallazgos incluyeron aumentos de activación en las regiones del cerebro involucradas en el procesamiento de la recompensa, la motivación y la regulación de las emociones, cuando los amantes vieron imágenes de sus parejas. La actividad cerebral encontrada coincide con otros estados emocionales, sin embargo, lo que resultó ser único fue el patrón que se produjo, similar en hombres y mujeres.

Las principales áreas corticales activadas fueron la ínsula media, sobre todo la izquierda y el córtex cingulado anterior bilateral. La ínsula está relacionada con una variedad importante de funciones emocionales. El córtex cingulado anterior está implicado en estados de felicidad, atención al propio estado emocional, el de los demás, y las interacciones sociales. También hallaron una activación prominente en dos áreas subcorticales del cerebro, el núcleo caudado y el putamen, ambos bilateralmente. Estas áreas comúnmente se activan tanto para emociones positivas como negativas. A su vez observaron desactivaciones en la circunvolución del cíngulo

posterior, en la amígdala y en las cortezas prefrontal, parietal y temporal media derecha.

Los autores remarcan como de suma importancia, la desactivación en la zona amigdalóide, lo cual relacionan con sus funciones asociadas al miedo, la tristeza y la agresión. También destacan que, dada la complejidad involucrada en los sentimientos románticos, no resulta sorprendente que algunas áreas del cerebro activas también coincidan con regiones activas en otros estados emocionales, aunque tomando en cuenta el patrón único hallado, postularon un principio de especialización funcional de la corteza en una red específica responsable de evocar este estado afectivo.

Ampliando el trabajo anteriormente mencionado sobre sistemas y redes cerebrales, fundamentales en el sentimiento de amor romántico, Zeki y Romaya (2010) compararon el efecto del amor romántico sobre el patrón de actividad cerebral en hombres y mujeres, heterosexuales y homosexuales, al observar fotografías de su persona amada, en una relación promedio de 2,4 años. Además, cada sujeto completó el cuestionario de Escala de Amor Apasionado.

Dada la similitud en el sentimiento de amor romántico expresado en contextos del mismo sexo o del sexo opuesto, plantearon la hipótesis de que no hallarían diferencias en los patrones de actividad cerebral en sus sujetos de estudio cuando vieran el rostro de sus parejas amadas. Hallando en sus resultados activaciones que coinciden con el estudio anterior, desde regiones de los ganglios basales (caudado y putamen), el área tegmental ventral (ATV) y el hipotálamo, rico en aportes dopaminérgicos que se extienden hacia la corteza cerebral y el cerebelo. Sin encontrar diferencias detectables con respecto al sexo, género u orientación sexual. En lo que sí encontraron diferencias, fue en la duración de las relaciones, con una correlación negativa entre el grado de las activaciones cerebrales, la puntuación de la Escala de Amor Apasionado y el tiempo. Excepto en un sujeto, con una relación mucho más larga que los demás, 23 años. Para el mismo, consideraron dos posibilidades: que podía deberse a un valor atípico y anómalo del individuo, o a efectos que podrían detectarse sólo en relaciones mucho más duraderas.

A través de una metodología similar de neuroimágenes, Aron et al. (2005) estudiaron

también a personas que estaban intensamente enamoradas, pero en los primeros estadios de su relación romántica (1 a 17 meses, con un promedio de 7,4 meses). Además, realizaron entrevistas semiestructuradas para establecer la duración, intensidad y el rango de sentimientos románticos. Adicionalmente, los participantes completaron cuestionarios sobre su relación sentimental, otro de tendencia general a la intensidad emocional y la Escala de Amor Apasionado. Durante el escaneo por fRMN los participantes observaron alternativamente una fotografía de su persona amada y una fotografía de un individuo familiar, intercaladas con una tarea de distracción y atención.

Los resultados que obtuvieron incluyeron la activación cerebral en áreas ricas en dopamina asociadas con la recompensa y la motivación, el área tegmental ventral derecha y el núcleo caudado medial. Al mismo tiempo encontraron activaciones en algunas regiones del cerebelo. Así como activaciones en áreas corticales, tales como la ínsula y el córtex cingulado. También se observaron desactivaciones a nivel de la amígdala derecha.

Los resultados de las neuroimágenes se estudiaron junto con la información de los cuestionarios y entrevistas. La activación en el área tegmental ventral izquierda se correlacionó con las puntuaciones de atractivo facial. La activación en el caudado anteromedial derecho con la intensidad de la pasión romántica. La de la ínsula-putamen-globo pálido izquierdo, se correlacionó con la intensidad del afecto y la duración de la relación.

A partir de sus hallazgos, los autores sugieren que el amor romántico utiliza sistemas de motivación y recompensa subcorticales para centrarse en un individuo específico. Además, que las regiones corticales límbicas procesan factores emocionales individuales y que existe una heterogeneidad de localización para las funciones de recompensa en el cerebro humano.

Xu et al. (2011) se cuestionaron acerca de la universalidad del amor romántico y las posibles diferencias culturales entre Oriente y Occidente. Realizaron una investigación utilizando los métodos de Aron et al. (2005) con un grupo de participantes chinos que se encontraban en la primera etapa de amor romántico (1.3 a 13 meses de relación romántica), obteniendo fRMN con dos estímulos diferentes, la observación de una foto de

la pareja y un familiar, el cual se consideró un estímulo neutro.

Entre sus hallazgos encontraron activaciones en el área tegmental ventral, el núcleo caudado. Regiones asociadas a la recompensa, coincidiendo con los estudios anteriormente descritos, realizados en poblaciones occidentales. También encontraron desactivaciones bilaterales en la amígdala que vincularon con una pérdida del miedo asociada al amor apasionado.

Por otro lado, Song et al. (2015) estudiaron los cambios en el cerebro relacionados con el amor romántico a través de imágenes de resonancia magnética funcional, pero en estado de reposo, es decir sin estímulos (sin fotografías). Partieron de la base del desconocimiento acerca del amor romántico en este estado, con respecto a las modificaciones que podrían darse en cuanto a la arquitectura funcional del cerebro. En su estudio recopilaron datos de imágenes de resonancia magnética funcional en estado de reposo (fMRI) para analizar la conectividad funcional (FC) en un grupo "enamorado" intensamente enamorado, un grupo de "amor terminado" cuya relación romántica finalizó recientemente y un grupo "soltero" nunca enamorado. Los resultados que obtuvieron mostraron un aumento significativo en la conectividad funcional entre las regiones subcorticales en los amantes (entre el núcleo caudado, núcleo accumbens, amígdala e ínsula), áreas que están estrechamente relacionadas con el sistema mesolímbico-dopaminérgico, incluidos en la red de recompensa, motivación y regulación de las emociones.

Los hallazgos de los autores a su vez mostraron que el grupo de enamorados también había aumentado significativamente la conectividad funcional de la red de cognición social, que incluye la unión temporo-parietal, la corteza cingulada posterior, la corteza prefrontal medial, el precuneus y el lóbulo parietal inferior. La red de cognición social contiene áreas del cerebro que se activan durante la interacción social, áreas involucradas en la cognición y la atención en general. También asociadas con tareas sociales, morales y de "teoría de la mente", la confiabilidad social, las expresiones faciales, el juicio moral y la atención a las emociones propias.

Acevedo et al. (2012) estudiaron el sostenimiento del amor romántico intenso y su correlación neuronal, partiendo de dos hipótesis. La primera es que el amor romántico a largo plazo

es similar al amor romántico en su etapa temprana, y la segunda, que los vínculos de pareja a largo plazo comparten circuitos neuronales con los vínculos entre padres e hijos. Aplicaron los mismos procedimientos de Aron et al. (2005) en un grupo de personas sexualmente monógamas y felizmente casadas por un largo tiempo, con un promedio de 21.4 años, que reportaron un intenso amor romántico por su pareja.

Las neuroimágenes se obtuvieron en tres condiciones diferentes, al observar imágenes de su pareja, con un control de una amistad de muchos años y una persona poco familiar. Sus resultados incluyeron efectos específicos de la pareja a largo plazo intensamente amada, con activaciones en las áreas del sistema de ganglios basales y recompensa ricos en dopamina, como el área tegmental ventral y el cuerpo estriado dorsal, similares a los resultados de estudios de amor romántico en las primeras etapas. Por otro lado, hallaron coincidencias en las activaciones con varias regiones cerebrales implicadas en el apego materno, como el globo pálido, la sustancia negra, el núcleo del rafe, el tálamo, la corteza insular, el cíngulo anterior y el cíngulo posterior (Bartels & Zeki, 2004; Strathearn et al., 2008). Los autores sugieren a partir de sus resultados que, para algunas personas, el valor de la recompensa asociado con una pareja a largo plazo puede mantenerse de manera similar al nuevo amor, pero que al mismo tiempo involucra sistemas cerebrales implicados en el apego materno.

Por su parte, Takahashi et al. (2015) investigaron el rol de la dopamina en los primeros estadios del amor romántico (2 a 125 meses), en una población japonesa, evaluando, a través de tomografías por emisión de positrones (PET), la disponibilidad de los receptores de dopamina D2/D3 en el cerebro mientras los sujetos de estudio observaban imágenes de sus parejas y durante la condición de control, mientras miraban imágenes de sus amigos. Todos completaron el Cuestionario de Amor Apasionado (PLS).

Entre sus resultados, en los sujetos que observaron imágenes de sus parejas amorosas, identificaron una activación en el córtex orbitofrontal medial (mOFC) y el córtex prefrontal, el último implicado en las experiencias de recompensa y de amor maternal. Los autores sugieren que la actividad dopaminérgica puede no estar relacionada exclusivamente con el amor romántico, sino que puede estar relacionada con

experiencias gratificantes, en las cuales el amor romántico también estaría incluido.

Además, sostienen que, a pesar de que las neuronas dopaminérgicas se encuentran en el área tegmental ventral (ATV), el núcleo accumbens y otras partes del mesencéfalo y el tallo cerebral, el sistema dopaminérgico tiene conexiones ricas con una serie de terminales subcorticales y corticales, incluida la corteza orbitofrontal (OFC) del cerebro. La experiencia del amor romántico activa no sólo áreas específicas del cerebro del sistema dopaminérgico, sino que también áreas de la corteza frontal pueden utilizar esta liberación intensificada de dopamina de diferentes maneras.

Wang et al. (2020) investigaron mediante Resonancias Magnéticas Funcionales (fRMN) a sujetos de estudio también en estado de reposo, es decir, sin presentar un estímulo. Estudiaron el amor romántico, sumando a la fRMN la exploración de la topología de las redes neuronales mediante métodos de análisis teórico-gráficos. Compararon la topología funcional de las redes neuronales completa de un grupo de mujeres enamoradas, en una relación romántica al momento del estudio y un grupo de mujeres que nunca se enamoró, y que tampoco estaban en una relación en dicho momento. La comparación involucró estudios previos realizados en adicciones a drogas como la heroína y la cocaína, para comprender las posibles similitudes y diferencias con el amor romántico.

Se tomaron en cuenta marcadores potenciales en redes funcionales de recompensa y cognición social, partiendo de la base de que el amor romántico en sus primeros estadios presenta similitudes con respecto a las adicciones tales como la euforia, los pensamientos obsesivos hacia una persona de preferencia, la dependencia emocional y el “craving” por la unión emocional con la persona amada.

Sus resultados demostraron alteraciones en el grado de conectividad en el grupo enamorado y una disminución en la modularidad cerebral, lo que sugiere una disminución en el número de módulos que componen las redes neuronales. Esto es consistente con una disminución en el desempeño cognitivo general, lo cual es similar a lo que ocurre con la adicción a las drogas. Por otro lado, también observaron un incremento de los procesos socioemocionales en el grupo enamorado. Los autores sugieren que su evidencia al comparar el amor romántico con las adicciones presenta ciertas similitudes que incluye una menor integración a

nivel de las redes neuronales en relación con posibles déficits cognitivos. Mientras que los amantes muestran, en cuanto al sistema de procesamiento social, diferencias significativas que reforzaría la hipótesis de que pueden tener optimizadas sus capacidades emocionales y sociales en comparación con el grupo de adicciones.

Acevedo et al. (2019) estudiaron en el amor romántico, el altruismo en las parejas, tomando en cuenta su importancia como mecanismo neurobiológico para responder a las necesidades de los demás incluso en perjuicio de uno mismo y su vinculación con el cuidado de los familiares. La investigación se realizó en matrimonios, con un promedio de 5,8 años de casados en primeras nupcias y sin hijos, enfocándose en neuroimágenes, en aspectos genéticos y en tres escalas, Agape (de amor incondicional), la escala de satisfacción de la relación y la de amor apasionado, que debieron completar los participantes.

Se realizaron escaneos de fRMN mientras que los participantes observaban imágenes de su pareja con una expresión triste o feliz, imágenes de un extraño o de un conocido neutral no familiar. Se repitió el escaneo en un grupo de participantes a los 11 meses, agregando un control adicional de expresión neutra de la pareja (ni triste, ni feliz) y un extraño. Se estudiaron, además a los participantes para detectar dos variantes genéticas, una relacionada con la sensibilidad a la oxitocina (OXTR rs53576) y otra con la sensibilidad a la vasopresina (AVPR1a rs3). Por último, les hicieron responder los cuestionarios específicos. Esto les dio una medida de los niveles generales de empatía y altruismo de cada persona hacia su pareja, además de la satisfacción en la relación, y las manifestaciones cognitivas, emocionales y físicas de amor apasionado. Hallaron en este punto mayor altruismo en parejas establecidas con mayor tiempo, en comparación con parejas recientemente conformadas, lo cual vincularon al apego.

Los resultados que obtuvieron de las neuroimágenes mostraron en ambos momentos una activación significativa en la región del pálido ventral, en el área tegmental ventral, la amígdala y el núcleo caudado, zonas especialmente ricas en receptores de oxitocina y vasopresina, neurohormonas asociadas a la empatía, el altruismo, el apego y el reconocimiento social. Con respecto a la activación de la amígdala, tanto la expresión feliz y triste de la pareja generó un efecto

significativo que correlacionó con los valores de altruismo de la escala Agape y las variantes genéticas para mayor sensibilidad a oxitocina y vasopresina, mostrando variaciones importantes entre individuos portadores de las distintas variantes genéticas. A la vez pudieron detectar una relación entre estas variantes genéticas que predisponen a una mayor sensibilidad a la oxitocina y vasopresina con la respuesta diferenciada del área pálida ventral. Los autores remarcan que estas diferencias genéticas entre individuos contribuyen a que haya una heterogeneidad de comportamientos y distintas estrategias que se reflejan en comportamientos sociales complejos. Arribaron a la conclusión de que las bases neurales y hormonales se asocian a los comportamientos altruistas en las parejas y que estos podrían estar filogenéticamente conservados, es decir, ser similares en distintas especies; pero al mismo tiempo, ser genéticamente variables entre individuos.

Acevedo et al. (2020) investigaron en parejas recién casadas el correlato de neuroimágenes y variantes genéticas de neurotransmisores asociados al amor. Los autores partieron de la hipótesis de que el amor romántico es una forma desarrollada del impulso para encontrar y mantener parejas preferidas; y que su mantenimiento está dirigido por el sistema de recompensa cerebral. Diecinueve recién casados fueron escaneados con resonancias magnéticas funcionales, mientras veían una foto de su pareja y mientras veían una foto de una persona conocida, en una fecha cercana a la boda (T1) y 1 año después (T2).

Los participantes también proporcionaron muestras de saliva para un análisis genético en el cual se tomaron en cuenta genes relacionados al vínculo de parejas AVPR1a rs3 (gen asociado a la sensibilidad a la vasopresina), OXTR rs53576 (gen asociado a la sensibilidad a la oxitocina), COMT rs4680 (gen que codifica un regulador de dopamina) y DRD4-7R (gen que codifica receptores de dopamina). Además, realizaron un autoinforme de la calidad de la relación y la escala Eros (de amor romántico).

Los resultados que obtuvieron mostraron que, en ambos momentos, el mantenimiento del amor se asoció con la activación de la sustancia negra rica en dopamina en respuesta a las imágenes del rostro de la pareja. Encontrando una fuerte activación en el área tegmental ventral en ambos puntos de tiempo (T1 y T2). El

mantenimiento del amor romántico mostró correlaciones en el lóbulo paracentral, asociado a la intimidad sexual, con áreas corticales involucradas en el procesamiento sensorial y cognitivo (occipital, giro angular, corteza insular). A partir de sus hallazgos, los autores sugieren que el amor romántico y su mantenimiento están orquestados por regiones cerebrales ricas en dopamina, vasopresina y oxitocina. Al mismo tiempo sostienen que, de acuerdo con la evidencia genética encontrada, existen polimorfismos genéticos (variaciones genéticas interindividuales) que se asocian con la función de oxitocina, vasopresina y dopamina que afectan la propensión a mantener el amor romántico en matrimonios en etapas tempranas.

Conclusiones

El amor romántico tiene diversas definiciones y ha sido representado ampliamente en nuestras culturas a lo largo de la historia de la humanidad. En la actualidad, es investigado desde la perspectiva de las neurociencias, aplicando técnicas de neuroimágenes, neurohormonas y genéticas, que permiten conocer un poco más acerca del sustrato biológico de este sentimiento tan complejo.

El correlato en neuroimágenes del amor romántico fue investigado por distintos autores. Bartels y Zeki (2000) iniciaron este camino, descubriendo un patrón cerebral único para el amor romántico, con aumentos de la actividad en regiones del cerebro involucradas en el procesamiento de la recompensa, la motivación y la regulación de las emociones, sobre el cual postularon un principio de especialización en una red neural específica responsable de evocar este estado afectivo. Otros estudios coinciden en la activación de áreas que están estrechamente relacionadas con el sistema mesolímbico-dopaminérgico (Aaron et al., 2005, Song et al., 2015, Acevedo et al., 2020).

También se hallaron desactivaciones en la región amigdalina que se relacionaron con una disminución del miedo, la tristeza y la agresión en personas enamoradas. Otros autores coincidieron en el hallazgo de la desactivación de la amígdala en parejas recientemente conformadas (Bartels y Zeki, 2000; Aron et al. 2005; Xu et al. 2011). Sin embargo, en parejas que llevan más tiempo juntas (5.8 años en promedio), a diferencia de las recientemente conformadas, se encuentran activaciones amigdalinas asociadas con el

altruismo por la pareja y con variantes genéticas que aumentan la sensibilidad a la oxitocina y a la vasopresina (Acevedo et al., 2019; Acevedo et al., 2020).

Entonces: ¿El amor romántico puede no perderse con el paso del tiempo, pero si transformarse? En los primeros meses del enamoramiento se generan activaciones cerebrales específicas y limitadas a unas pocas regiones, aunque ricamente conectadas (Aron et al., 2005; Xu et al., 2011), diferentes incluso con respecto a las que se presentan en relaciones un poco más largas, con una media de 2.3 años (Bartels y Zeki, 2000). A pesar de producirse activaciones en el sistema de recompensa, se presentan coincidencias y diferencias en estudios de neuroimágenes a los pocos meses del inicio de una relación con respecto a las de pocos años. Zeki y Romaya (2010) encontraron una disminución en los niveles de las activaciones cerebrales en función del tiempo, sin embargo, entre sus sujetos de estudio, uno que llevaba más de 23 años de relación, mostró niveles de activación cerebral más intensos, lo cual los llevó a hipotetizar sobre efectos neurales específicos en relaciones muy duraderas.

En este sentido, Acevedo et al. (2012) estudiaron personas intensamente enamoradas, con un promedio en pareja de 21.4 años, encontrando coincidencias en las activaciones cerebrales que ocurren en los primeros estadios del amor romántico (Aron et al., 2005; Xu et al., 2011) y además activaciones en áreas cerebrales asociadas al apego materno, lo cual aporta evidencia neurocientífica a lo postulado por Bowlby (1969) y Hazan y Shaver (1987), acerca del desarrollo del apego en adultos. En parejas que resultan ser tan duraderas podría haber una predisposición biológica, por ejemplo, en portadores de determinadas variantes genéticas que incrementan la sensibilidad a las neurohormonas oxitocina (AVPR1a rs3) y vasopresina (OXTR rs53576). A pesar de que aún no hay investigaciones al respecto, si existe evidencia en el caso de parejas estables de menor tiempo (Acevedo et al., 2019; Acevedo et al., 2020).

El amor romántico presenta otra característica notable, el generar cambios a nivel de la organización de las redes neuronales, incrementando la conectividad funcional en regiones subcorticales, en regiones de la red de cognición social y los procesos socioemocionales, optimizando las capacidades emocionales y sociales en las personas enamoradas (Song et al.,

2015; Wang et al., 2020). Otro aspecto destacable es la universalidad de los circuitos neuronales implicados en el amor romántico. Los hallazgos demuestran que no existen diferencias significativas en cuanto a sexo, género u orientación sexual, y entre personas pertenecientes a poblaciones occidentales y orientales en cuanto a las áreas cerebrales involucradas en el amor romántico (Bartels y Zeki, 2000; Zeki y Romaya, 2010; Xu et al., 2011; Burunat, 2016).

El amor romántico involucra distintos aspectos bioquímicos. Los estudios de neuroimágenes muestran activaciones cerebrales en zonas especialmente ricas en receptores de oxitocina, vasopresina y dopamina (Acevedo et al., 2019, Acevedo et al., 2020). La oxitocina y la vasopresina son moléculas asociadas al amor romántico (Carter, 2017; Schneiderman et al., 2012). La dopamina desempeña un papel crucial en los sentimientos románticos. Se presentan activaciones en áreas ricas en dopamina en

diferentes estudios que, además correlacionan con altos puntajes de la escala de amor apasionado, demostrando una asociación entre las neuroimágenes y dicho constructo psicológico (Zeki, 2007; Bartels y Zeki, 2000; Zeki y Romaya, 2010, Song et al., 2015; Xu et al., 2011).

El papel de la dopamina podría sustentar la hipótesis del amor romántico como un tipo de adicción natural, cuya evolución fue favorecida como un mecanismo de formación de parejas, que se sostienen en el tiempo para reproducirse y garantizar la supervivencia de nuestra especie. A pesar de lo cual, el amor romántico ha adquirido un significado más allá de lo puramente biológico, asignándole un componente simbólico y cultura. A pesar de contar con alguna evidencia que hemos tomado en cuenta y presentado, la investigación de la temática es aún muy escasa. El amor romántico sigue siendo un gran enigma, un tema complejo con innumerables aristas, con mucho por estudiar y descubrir.

Referencias

- Acevedo, B. P., Aron, A., Fisher, H. E., & Brown, L. L. (2012). Neural correlates of long-term intense romantic love. *Social cognitive and affective neuroscience*, 7(2), 145–159. <https://doi.org/10.1093/scan/nsq092>
- Acevedo, B. P., Poulin, M. J., & Brown, L. L. (2019). Beyond romance: Neural and genetic correlates of altruism in pair-bonds. *Behavioral Neuroscience*, 133(1), 18–31. <https://doi.org/10.1037/bne0000293>
- Acevedo, B. P., Poulin, M. J., Collins, N. L., and Brown, L. L. (2020). After the honeymoon: neural and genetic correlates of romantic love in newlywed marriages. *Front. Psychol.* 11, 634. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00634>
- Aron, A., Fisher, H., Mashek, D. J., Strong, G., Li, H., & Brown, L. L. (2005). Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love. *Journal of Neurophysiology*, 94, 327–337. <https://doi.org/10.1152/jn.00838.2004>
- Bartels, A. and Zeki, S. (2000). The neural basis of romantic love. *Neuroreport*, 11, 3829–3834. <https://doi.org/10.1097/00001756-200011270-00046>
- Bartels, A. and Zeki, S. (2004). The neural correlates of maternal and romantic love. *NeuroImage*, 21(3), 1155–1166. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.11.003>
- Beets, I., Temmerman, L., Janssen, T. & Schoofs, L. (2013). Ancient neuromodulation by vasopressin/oxytocin-related peptides, *Worm*, 2, 2, <https://doi.org/10.4161/worm.24246>
- Berscheid, E., & Regan, P. (2005). *The psychology of human relationships*. Pearson Education.
- Burunat, E. (2016) El amor no es una emoción. *Psicología*, 7, 1883-1910. <https://doi.org/10.4236/psych.2016.714173>
- Bowlby, J. (2018). The nature of the child's tie to his mother 1. In *Influential Papers from the 1950s* (pp. 222-273). Routledge.
- Bowlby, J. (1969). *Attachment and Loss (Volume 1) Attachment*. Hogarth.
- Brizendine, L. (2010). *El cerebro masculino*. RBA.
- Buss, D.M. (2019). The evolution of love in humans. In Sternberg, R. J. and Sternberg, K. (Ed.).

- The new psychology of love, 2nd Edn. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781108658225.004>.
- Cacioppo, S., Bianchi-Demicheli, F., Hatfield, E., & Rapson, R. L. (2012). Social neuroscience of love. *Clinical Neuropsychiatry*, 9, 3-13.
http://elainehatfield.com/uploads/3/2/2/5/3225640/136_cacioppo_bianchi-demicheli_hatfield_rapson.pdf
- Cacioppo, S. (2018). Neuroimaging of Love in the Twenty-first Century. In: Sternberg RJ, Sternberg K, eds. *The New Psychology of Love*. Cambridge University Press; 64-83.
<https://doi.org/10.1017/9781108658225.005>.
- Castellano, R., Velotti, P., Zavattini, G. C. (2018). What makes us stay together? Attachment and the outcomes of couple relationships. Karnac Books.
- Carter, C. S. y Porges, S.W. (2013). The biochemistry of love: an oxytocin hypothesis. *EMBO Reports*, 14 (1), 12-16.
<https://doi.org/10.1038/embor.2012.191>
- Carter, C. S. (2017). The role of oxytocin and vasopressin in attachment. *Psychodynamic Psychiatry*, 45(4) 499-518.
<https://doi.org/10.1521/pdps.2017.45.4.499>.
- Carter, C.S. (2021). Oxytocin and love: Myths, metaphors and mysteries. *Comprehensive Psychoneuroendocrinology*, 9(2), 100-107.
<https://doi.org/10.1016/j.cpnec.2021.100107>
- Ceberio, M. R., Ungaretti, J., & Agostinelli, J. (2020). Condicionalidad e incondicionalidad amorosa. Condicionalidad e incondicionalidad de las relaciones afectivas parento-filiales en comparación con las conyugales. *Revista de Investigación del Departamento de Humanidades y Ciencias Sociales*, (18), 49-67.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=581964790003>
- Ceberio, M. R. (2015). Trastorno de alienación conyugal. *Revista Redes de Terapia familiar*. 31. 235-267. <https://surl.li/qeudwx>
- Ceberio, M. R., & Maresma, R. (2022). *Cuando duele el amor: Reflexiones e historias de parejas en terapia*. Herder Editorial.
- De Munck, V. C. (1996). Love and marriage in a Sri Lankan Muslim community: Toward a reevaluation of Dravidian marriage practices. *American Ethnologist*, 23(4), 698-716.
<https://doi.org/10.1525/ae.1996.23.4.02a00030>
- Emanuele E., Politi P., Bianchi M., Minoretti P., Bertona M., Geroldi D. (2006). Raised plasma nerve growth factor levels associated with early-stage romantic love. *Psychoneuroendocrinology*, 31, 288-294.
<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2005.09.002>.
- Emanuele, E. (2011). NGF and romantic love. *Archives Italiennes de Biologie*, 149(2), 265-268.
<https://doi.org/10.4449/aib.v149i2.1367>
- Feldman, R. (2017). The Neurobiology of Human Attachments. *Trends Cogn. Sci.* 21, 80-99.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.11.007>
- Fisher, H. E., Xu, X., Aron, A., & Brown, L. L. (2016). Intense, passionate, romantic love: a natural addiction? How the fields that investigate romance and substance abuse can inform each other. *Frontiers in psychology*, 7, 687.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00687>
- Fisher, H., Aron, A. y Brown, L.L. (2005). Amor romántico: un estudio de resonancia magnética de un mecanismo neuronal para la elección de pareja. *J.Comp. Neurol.* 493, 58-62.
<https://doi.org/10.1002/cne.20772>
- Fisher, H.E. (2004). *Por qué amamos: la naturaleza y la química del amor romántico*. Henry Holt.
- Goodson, J. L., & Kingsbury, M. A. (2013). What's in a name? Considerations of homologies and nomenclature for vertebrate social behavior networks. *Hormones and behavior*, 64(1), 103-112.
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2013.05.006>.

- Guerrero, P. H. (2012). Bioquímica del amor. *CIENCIA-UANL*, 15(57), 114-120. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3835412>
- Hazan, C., & Shaver, P. (1987). Romantic love conceptualized as an attachment process. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52,511-524. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.52.3.511>
- Hendrick, S. S., & Hendrick, C. (2002). *Love and sex: The therapeutic relationship*. *Journal of Social and Personal Relationships*, 19(1), 6-24. <https://doi.org/10.1177/0265407502193004>
- Infante, T. D. J. M., Garcés, J. R. N., & Rica, P. (2011). El amor medido por la Escala Triangular de Sternberg. *Psicolatina*, 22, 10 <http://www.ulapsi.org.br/web/default.aspx>
- Insel, M. (2010a). Oxytocin and human bonding: Insights from neuroimaging studies. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(8), 612-622. <https://doi.org/10.1038/nrn2911>
- Kosfeld M *et al.* 2005. *Oxytocin increases trust in humans*. *Nature* 435:673-676. PDF (http://www.iew.unizh.ch/home/kosfeld/papers/ottrust_nature.pdf) PMID15931222
- Levi-Montalcini R., Skaper S.D., Dal Toso R., Petrelli L., Leon A. (1996). Nerve growth factor: from neurotrophin to neurokine. *Trends Neurosci.*, 19, 514-520. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(96\)10058-8](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(96)10058-8).
- Marazziti, D., Akiskal, H. S., Rossi, A., & Cassano, G. B. (1999). Alteration of the platelet serotonin transporter in romantic love. *Psychological Medicine*, 29(3), 741-745. <https://doi.org/10.1017/S0033291798007946>.
- Marazziti, D., & Stahl, S. M. M. (2018). Serotonin and Love: Supporting Evidence From a Patient Suffering From Obsessive-Compulsive Disorder. *Journal of Clinical Psychopharmacology*, 38(1), 99-101. <https://doi.org/10.1097/JCP.00000000000000808>.
- Miranda, O. V. (2007). Psicopatología del amor. *Revista de Psicología (Trujillo)*, 9, 107-112.
- Olivier B. (2015). Serotonin: a never-ending story. *Eur J Pharmacol.* 15; 753:2-18. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2014.10.031>.
- Schneiderman, I., Zagoory-Sharon, O., Leckman, J. F., & Feldman, R. (2012). Oxytocin during the initial stages of romantic attachment: relations to couples' interactive reciprocity. *Psychoneuroendocrinology*, 37(8), 1277-1285. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.12.021>.
- Song, H., Zou, Z., Kou, J., Liu, Y., Yang, L., Zilverstand, A., óleire Uquillas, F., y Zhang, X. (2015). Love-related changes in the brain: a resting-state functional magnetic resonance imaging study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 71. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00071>.
- Stanton, A. 2007. Neural Substrates of Decision-Making in Economic Games. *Scientific Journals International* 1(1):1-64. (<http://www.scientificjournals.org/journals2007/articles/1176.Pdf>)
- Sternberg, R. J. (1986). A triangular theory of love. *Psychological Review*, 93(2), 119-135. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.93.2.119>
- Strathearn, L., Li, J., Fonagy, P., Montague, P. (2008). What's in a smile? Maternal brain responses to infant facial cues. *Pediatrics*, 122(1), 40-51. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-1566>.
- Takahashi, K., Mizuno, K., Sasaki, A.T., Wada, Y., Tanaka, M., Ishii, A., Tajima, K., Tsuyuguchi, N., Watanabe, K., Zeki, S. and Watanabe, Y. (2015). Imaging the passionate stage of romantic love by dopamine dynamics. *Front. Hum. Neurosci.* 9:191. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.0019>.
- Tenorio Tovar, N. (2012). Repensando el amor y la sexualidad: una mirada desde la segunda modernidad. *Sociológica (México)*, 27(76), 07-52.

- http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732012000200001&lng=es&tlng=es.
- Wang, C., Song, S., Uquillas, F. D. O., Zilverstand, A., Song, H., Chen, H., et al. (2020). Altered brain network organization in romantic love as measured with resting-state fMRI and graph theory. *Brain Imaging Behav.* 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11682-019-00226-0>.
- Xu, X., Aron, A., Brown, L., Cao, G., Feng, T., & Weng, X. (2011). Reward and motivation systems: a brain mapping study of early-stage intense romantic love in Chinese participants. *Human brain mapping*, 32(2), 249–257. <https://doi.org/10.1002/hbm.21017>
- Zak, P.J., Stanton, A.A., Ahmadi, A. 2007. Oxytocin increases generosity in humans. *PLoS ONE* 2(11), e1128. <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0001128>
- Zeki, S. (2007). The neurobiology of love. *FEBS letters*, 581(14), 2575-2579. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2007.03.094>.
- Zeki, S., Romaya, J.P. (2010). The brain reaction to viewing faces of opposite- and same-sex romantic partners. *PLoS One.* 31;5(12): e15802. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015802>