

## REVISIÓN

# NEUROBIOLOGÍA DEL AMOR ROMÁNTICO Y LA FIDELIDAD

(Rev GPU 2011; 7; 1: 59-68)

Fernando Maureira<sup>1</sup>

**El amor romántico es la experiencia humana más gratificante en la que nos vemos envueltos. Durante mucho tiempo el amor representó un misterio, siendo tema del arte y la filosofía. Sin embargo, la entrada en escena de la biología nos entregó la posibilidad de comprender procesos cerebrales que están involucrados en esta experiencia. La dopamina, la norepinefrina, la serotonina, la oxitocina y la vasopresina son elementos fundamentales para comprender por qué nos enamoramos. De la misma forma, desde fines del siglo veinte se han ido descubriendo las estructuras neurales relacionadas con el amor de pareja: la corteza prefrontal, el hipotálamo, la amígdala, el núcleo accumbens, el área tegmental frontal, etc. Todo esto nos lleva a entender que el misterio del amor es un proceso biológico que se da desde nuestro sistema nervioso, y es ahí donde se encuentran las claves para comprenderlo.**

## INTRODUCCIÓN

Entre todas las experiencias que vivencian los seres humanos, el amor es quizás más gratificante de todas ellas, razón por la cual ha sido objeto de la atención del hombre desde tiempos muy antiguos (Fisher *et al.* 2002a). Ya en grabados sumerios con una antigüedad de 4.000 años antes de Cristo se pueden observar imágenes y frases románticas dirigidas a una pareja (Fisher *et al.* 2002b). De la misma forma, durante la historia de la civilización la relación de pareja y el amor han sido tema de canciones, poemas, pinturas, esculturas, etc., gran parte del arte está orientada sobre esta

experiencia (Páez, 2006). Por otra parte, la psicología ha estudiado también este fenómeno tratando de establecer el origen y las conductas características del amor. Finalmente, en las últimas décadas del siglo veinte la biología entra en la carrera por explicar esta compleja experiencia del vivir humano, entregándonos las bases neurobiológicas del amor, la monogamia y la fidelidad.

Jankowiak y Fisher (1992) muestran que la atracción romántica está presente en 147 de 166 sociedades, y postulan que a las restantes culturas no fueron hechas las preguntas apropiadas etnográficamente. Conocer sobre el amor es ahondar en la naturaleza biológica misma del hombre; no por nada hoy por hoy

<sup>1</sup> Escuela de Psicología. Universidad de Santiago de Chile. Correspondencia: Prof. Fernando Maureira. Universidad de Santiago. Av. Ecuador 3650. Fono: 7184357. Santiago, Chile. E-mail: maureirafernando@yahoo.es

los dos aspectos más importantes del desarrollo de un individuo son el trabajo y la familia.

*Amor* es una palabra compleja y de difícil conceptualización. Para Yela (2000) cada autor que ha escrito sobre el amor ha generado su propia definición. Por ejemplo, para Gaja (1995) el amor es un sentimiento de agrado hacia otra persona que se manifiesta por la comprensión, la complicidad, el entendimiento, la pasión; en suma, por las habilidades de convivencia.

Debido a que el amor es una de las experiencias más gratificantes de la vida, algunos estudiosos de la psicología (Fromm, 1956; Rubin, 1970; Sternberg, 1986, 1989; Yela, 1996, 1997; etc.) han tratado de entender su naturaleza basándose en conceptos empíricos. Desde la mitad del siglo veinte el tema del amor pasa a ser parte de las áreas de estudio de la psicología, dejando de ser tema exclusivo de filósofos y artistas; así comienza el camino por encontrar las bases conductuales de esta experiencia desde una mirada científica. A esta empresa se suma, desde fines del siglo pasado, la biología, que gracias al avance de las técnicas de neuroimágenes comienza a explicar las bases neurobiológicas del amor, los circuitos cerebrales, las estructuras relacionadas y los neurotransmisores que sustentan el amor romántico que experimentan los seres humanos.

Desde la biología investigadores como H. Fisher, A. Aron, B. Bartels, S. Zeki, T. Esch y G. Stefano han estudiado las estructuras relacionadas y factores neuroquímicos que determinan este comportamiento tan característico del ser humano (Maureira, 2008). El amor está relacionado con ciertas funciones del sistema nervioso central, con núcleos y neurotransmisores determinados (Fisher *et al.*, 2002a). "Diversos estudios neurofisiológicos (Wang *et al.*, 1998; Fisher *et al.*, 2002; Aragona *et al.*, 2003; Young *et al.*, 2004; Aron *et al.*, 2005) sostienen que el amor romántico está relacionado con el sistema de recompensa cerebral, íntimamente relacionado con la motivación y no con las emociones" (Maureira, 2009, p. 85).

Desde un punto de vista biológico, el amor es la necesidad fisiológica de una pareja exclusiva para la cópula, la reproducción y la crianza, y cuya satisfacción genera placer, por lo tanto, toda conducta relacionada con esta experiencia se basa en fuertes conceptos orgánicos, y dentro de ello, con el ámbito de la motivación, donde juega un papel central el sistema neural del placer.

## BASES BIOLÓGICAS DEL AMOR ROMÁNTICO

El amor parece ser un estado químico con raíces genéticas e influencias ambientales (Páez, 2006). Para Fisher *et al.* (2002a, 2002b) los mamíferos y las aves han desarro-

llado tres sistemas cerebrales de motivación-emoción que actúan en serie: el deseo o apetito sexual, con una finalidad de apareamiento con cualquier pareja apropiada; una atracción o amor romántico, con una finalidad reproductiva con una pareja específica, y un apego duradero de pareja con un fin de crianza de la prole.

Fisher *et al.* (2002a) explican que los tres procesos estarían mediados por neurotransmisores específicos: en el deseo sexual, los estrógenos y andrógenos; en el amor romántico, el aumento de dopamina (DA) y de la norepinefrina (NE) y la disminución de la serotonina (5-HT); en el apego de pareja actúan dos neuropéptidos: la oxitocina (OT) y la vasopresina (VTP).

Fisher (2002a) habla de una estimulación básicamente visual en el hombre con deseo sexual constante y de una estimulación más auditiva y con deseo periódico en la mujer. También presenta el amor romántico con igual intensidad y un apego duradero similar en ambos sexos. Siendo la diferencia más notable la mayor atracción por la apariencia física en el hombre y la atracción por el dinero, la educación y la posición social de la pareja en la mujer.

El amor romántico al inicio está asociado a recompensa y más que emoción es motivación que lleva a emociones tales como euforia y ansiedad (Páez, 2006). En el amor romántico ocurre un aumento de DA que provoca un aumento de atención, tendencia a considerar única a la persona amada, euforia, pérdida del apetito, etc. (Fisher *et al.* 2002a). El aumento de NE provoca un aumento de la memoria para nuevos estímulos y la disminución de 5-HT provoca pensamientos obsesivos sobre la persona amada (Fisher *et al.* 2002a, 2002b). Los bajos niveles de 5-HT observados en personas enamoradas son muy similares a los valores presentados en pacientes con desorden obsesivo-compulsivo (Páez, 2006).

El enamoramiento es una experiencia que produce placer, está asociado a los sistemas de recompensas, que son los mismos activados en la adicción a las drogas (Maureira, 2009). Un sustrato neural relacionado con el sistema de recompensa es el sistema de DA mesocorticolímbico, que incluye el Área Tegmental Ventral (AVT), el núcleo accumbens (N. Acc), la corteza prefrontal (CPF), la amígdala y el hipotálamo (Kandel *et al.*, 2001). Además de esas estructuras, Zeki (2007) incluye la ínsula medial, el cíngulo anterior, el hipocampo y partes del striatum como zonas relacionadas con el amor romántico.

Con fMRI se ha observado las áreas subcorticales envueltas en el amor romántico como el AVT y el núcleo accumbens. De la misma forma, el chocolate activa el AVT y la región subcallosa (Small *et al.*, 2001). El trabajo

de Aron *et al.* (2005) muestra que el cerebro cambia con la duración de la relación, más activo el pálido ventral mientras más largo el amor.

Una situación particular es que si bien son similares, hay patrones diferentes de activación en amor romántico y deseo sexual. Páez (2006) explica que el deseo sexual activa regiones diferentes al amor, aunque hay un solapamiento parcial. La evolución del amor romántico parece ir con el desarrollo de la corteza cerebral humana, amar es una forma desarrollada de cortejo que evolucionó para la selección de la pareja (Aron *et al.*, 2005).

Durante el amor romántico hay una activación de áreas subcorticales, recompensa-motivación para enfocarse en un individuo (Páez, 2006). Áreas corticales límbicas, como corteza cingulada y prefrontal, que procesan factores emocionales individuales (Kandel *et al.*, 2001). Y ocurre una desactivación de la amígdala, relacionada con el temor y la agresión (Kandel *et al.*, 1997). El amor reduce respuestas de miedo y emociones negativas (Páez, 2006).

## BASES DE LA MONOGAMIA Y LA FIDELIDAD

Entre las características conductuales que son necesarias para una relación amorosa se encuentra la monogamia, definida como acciones conductuales orientadas a la mantención de una relación de pareja con un solo individuo (Maureira, 2008). Sin embargo, nos damos cuenta que las parejas que establecen fuertes lazos emocionales y sociales duraderos no son la regla. Para Páez (2006) sólo entre el 3 y 5% de los mamíferos son monógamos. Algunos de ellos son las orcas, los roedores de pradera y el hombre; entre las aves encontramos a los pingüinos, los cuervos, las águilas y los loros.

La monogamia está constituida por 5 normas: la cohabitación de macho y hembra y asociación selectiva de la pareja a largo plazo en periodos de crianza o no; agresión dirigida a miembros no familiares de la especie; atención intensa a la cría; regulación social de procesos de reproducción; y prevención de incesto de individuos adultos dentro del grupo familiar (Fisher 2002a).

Para Fisher *et al.* (2002a, 2002b) la primera etapa relacionada con el apareamiento es el deseo sexual, que puede ser definida como la necesidad de gratificación sexual; aquí son los estrógenos y andrógenos los encargados de generar esta conducta. La siguiente etapa es el amor romántico o enamoramiento, que puede definirse como el proceso de atención a una pareja en particular para el apareamiento, existiendo además la necesidad de unión sentimental con dicha pareja; aquí

se observa un aumento de dopamina (DA) y norepinefrina (NE) y disminución de la serotonina (5-HT). Finalmente existe una etapa de apego de pareja con el fin de cuidar las crías, donde se observa la construcción y defensa de una madriguera, se comparten los deberes de la crianza y existe comodidad y unión sentimental; aquí son dos neuropéptidos los encargados de esta conducta: la oxitocina (OT) y la arginina de vasopresina (AVP).

Se han utilizado roedores de la pradera (*Microtus ochrogaster*) y roedores de montaña (*Microtus montane*) para estudiar la monogamia, presentando el primero un gran apego a su pareja (teniendo una de por vida) y el segundo mostrando una conducta promiscua. El estudio comparativo entre ambos se lleva a cabo basado en la homologación genética de ambos que alcanza un 99%, sin embargo, ambos presentan conductas sociales muy diferentes (Shapiro *et al.*, 1990).

La dopamina participa en la preferencia condicionada por sexo (Coria-Avila *et al.*, 2008). Durante el comportamiento sexual en roedores hay un incremento de dopamina en áreas mesolímbicas como el núcleo accumbens (NAc) que recibe estimulación directa de neuronas dopaminérgicas del área tegmental ventral (Coria-Avila *et al.*, 2008).

“Wang *et al.* (1999) demostraron que la administración sistémica de agonistas dopaminérgicos como la apomorfina facilita la formación de preferencia de pareja en ratones de pradera hembras que se exponían a un macho, mientras que los antagonistas como el haloperidol afectaba la formación de preferencia de parejas. Además, las inyecciones de antagonistas de dopamina para D2 afectaba la preferencia de pareja, mientras que agonistas para D2 facilitaban la formación de pareja. Los ratones de pradera machos también forman preferencia de pareja bajos los efectos de inyecciones de apomorfina, y las inyecciones de haloperidol inhiben la preferencia de pareja.” (Coria *et al.*, 2008. p. 215).

“La oxitocina y vasopresina también modulan las preferencias por sexo y parejas. Inyecciones de oxitocina directamente en el NAc de hembras de ratones de pradera produce preferencia de pareja, mientras que inyecciones de antagonistas de oxitocina en el NAc afectan la formación de las mismas. Las inyecciones de vasopresina en ratones de pradera machos facilitan la formación de preferencia de pareja (Cushing *et al.*, 2001). Además, las comparaciones de la distribución de receptores de oxitocina en el cerebro entre ratones de pradera monógamos y polígamos han revelado diferencias importantes. Específicamente, los ratones monógamos expresan más receptores de oxitocina en el NAc que los polígamos (Insel *et al.*, 1992)” (Coria *et al.*, 2008. p. 215).

La AVP está implicada en el control y desarrollo social de muchas especies. Experimentos farmacológicos han demostrado el rol de la AVP en los sistemas de memoria, agresión y apego (Goodson y Bass, 2001). Cuando se administra AVP en el septum del zebrafishes se produce un aumento de la agresión (Goodson y Adkins-Regan, 1999).

Cuando un roedor de pradera realiza su primer encuentro con una pareja se produce un aumento de NE, estrés y aumento del cortisol, luego con la habituación bajan los niveles de estos dos últimos (Páez, 2006).

Con la cópula se observa aumento de la liberación de OT en la hembra, mediante un estímulo vaginal-cervical, y en los machos se produce un aumento del ARNm de AVP en las células que proyectan hacia el septum lateral. Tras esto el macho se vuelve más agresivo frente a los extraños en relación con sus pares vírgenes y se produce una preferencia por su pareja (Coria *et al.*, 2008. p. 215).

Experimentos realizados en roedores monógamos y promiscuos muestran que el emparejamiento del roedor de pradera implicaba la preferencia de una pareja frente a un extraño, que no desaparecía incluso pasadas varias semanas, tanto en machos como hembras (Insel, 1997). El experimento consistía en que una hembra era expuesta 24 horas a un macho que sería su pareja, y luego se medía la preferencia de ella por su pareja o por un extraño. Los machos permanecían atados a sus jaulas, contiguas a la de la hembra, quien se encontraba libre para ir y venir. La hembra de los roedores de pradera permanecía más tiempo con su pareja, en cambio la hembra de los roedores de montaña pasaba la mayor parte del tiempo en su propia jaula.

Para formar estos lazos, lo primero es el reconocimiento de la pareja, que está dado por la OT en la amígdala medial y la AVP en el septum lateral que son necesarias para el reconocimiento social. Young *et al.* (1998) utilizaron ratones KO en genes de OT. Así, observaron que los ratones control mostraban habituación a su pareja, en cambio los ratones KO de OT no.

Al inyectar OT a la hembra facilita la formación de pareja, en cambio inyecciones de antagonistas de OT bloquean la preferencia por la pareja, sin interferir con la cópula, por lo tanto la OT es suficiente para generar la monogamia en las hembras de roedores de pradera (Coria-Avila *et al.*, 2008). En los machos es la AVP la encargada de la preferencia por la pareja, ya que la inyección de su agonista provoca el desapego a la misma (Coria-Avila *et al.*, 2008).

Los circuitos OT y AVP hacen un puente al circuito de recompensa (núcleo accumbens), lo que hace que

se repitan las conductas que producen placer y satisfacción con la misma pareja (Páez, 2006).

Sin embargo, los ratones de pradera y los de montaña presentan la misma cantidad de DA, OT y AVP. Entonces ¿en dónde está la diferencia? Ésta radica en los receptores OT y AVP. La diferencia radica en las neuronas post-sinápticas. Los roedores de pradera y de montaña presentan una distribución neural diferente de estos receptores, por lo tanto, distintas áreas del cerebro van a responder a estos neuropéptidos de manera diferente (Páez, 2006).

En el ratón de pradera los receptores de OT se encuentran en la región prelímbica, septum lateral, núcleo olfatorio anterior y núcleo accumbens, y los de AVP en el bulbo olfatorio, septum lateral, tálamo y colículo superior. En el ratón de montaña los receptores de OT se ubican en el bulbo olfatorio accesorio, septum lateral y núcleo accumbens, mientras que los de AVP se hallan en el bulbo olfatorio accesorio, septum lateral, tálamo y el colículo superior (Insel, 1992, 1997).

En el ratón de pradera los receptores de OT (OTR) presentan una gran cantidad en el núcleo accumbens y en el córtex prelímbico y los receptores AVP (V1aR) en la banda diagonal de Broca. En las mismas zonas del ratón de montaña los receptores son casi inexistentes (Insel, 1997). Estas regiones están relacionadas con la ruta mesocorticolímbica de las DA. De esta forma el ratón de pradera asocia el placer de la cópula a una pareja específica, mientras el ratón de montaña asocia el placer a la cópula misma independiente a la pareja (Páez, 2006).

Un punto importante de aclarar es que no todos los roedores de pradera monógamos son fieles. La fidelidad también está ligada a los receptores de OT y AVP, pero variaciones individuales entre cada individuo de roedores de pradera provocan que algunos siendo monógamos sean infieles y otros siendo monógamos sean fieles. La cantidad de receptores en el núcleo accumbens, septum lateral, pálido ventral, tálamo y región olfatoria está relacionada con la fidelidad.

## MONOGAMIA, FIDELIDAD Y GENES

La relación duradera de pareja depende de la distribución de los receptores de OT y AVP, y esto depende a su vez de los genes. El gen del receptor AVP (V1aR) es diferente entre el roedor de pradera y el de montaña (Young *et al.*, 1998). En el gen V1aR del roedor de pradera hay diferencias a 660 bp arriba del comienzo del sitio de transcripción. Hay 550 bp de secuencias repetidas casi ausentes en el roedor de montaña (Young *et al.*, 1998). La diferencia en la distribución de los receptores de OT y AVP está determinada por diferencias

en las estructuras promotoras del gen V1aR (Nahir y Young, 2006).

Las mutaciones al azar de esas regiones del gen provocan las diferencias en las conductas sociales de los roedores de pradera y montaña (Páez, 2006). La relación entre variaciones individuales en la secuencia promotora y variaciones en patrones de expresión del V1aR tiene relación entre la variabilidad del promotor del gen y la variabilidad de la conducta social (Nahir y Young, 2006).

La sobre-expresión, mediante un virus, de V1aR en el pálido ventral en roedores de montaña promiscuos incrementa la preferencia por una pareja (Lim *et al.*, 2004). Las diferencias individuales entre roedores de pradera en su comportamiento social y en los receptores cerebrales se deben a la expresión de V1aR que debe su variación a microsatélite promotor de V1aR (Hammock y Young, 2005). Phelps y Young (2003) han mostrado la extraordinaria diversidad de regiones donde se expresa V1aR; por ejemplo, algunos roedores de pradera poseen altos niveles de expresión de V1aR en la zona posterior del córtex cingulado-retrosplenial y tálamo dorsal, pero con menos expresión en otras regiones. También existen variaciones individuales de V1aR entre los roedores de la pradera, en el bulbo olfatorio, corteza cingulada, tálamo, corteza, en el cerebro posterior y en el núcleo geniculado lateral del tálamo. (Lim *et al.*, 2004).

Los roedores de pradera con un promotor largo del gen V1aR reconocen a la pareja luego del apareamiento; ellos se vuelven adictos o se enamoran de ella (Páez, 2006). Para Hammock y Young (2005) los promotores son inestables y mutan a gran velocidad; en el caso del gen V1aR mutan rápido *in vitro*, pudiendo las diferencias de este promotor *in vivo* predecir diferencias individuales en la distribución del receptor y de la conducta.

Para Páez (2006), entre los ratones de pradera existe gran variación en el promotor del gen. Así todos ellos son monógamos, sin embargo no todos son fieles. Los roedores monógamos prefieren compartir el nido con una pareja de por vida, pero sólo una fracción del 3 al 5% de los monógamos pasa la vida apareándose con la misma pareja. Por lo tanto, la variación individual de fidelidad en roedores de pradera y los humanos podría estar en las diferencias del promotor del gen V1aR.

Finalmente, para Young *et al.* (2005) existen al menos tres sistemas neurales diferentes e interconectados para establecer lazos de pareja: a) circuitos que llevan información somatosensorial de los genitales al cerebro durante la actividad sexual; b) circuitos de DA mesolímbicos de recompensa y reforzamiento; c) circuitos peptidérgicos implicados en la formación de lazos sociales.

## CONCLUSIONES

Las conductas como el amor romántico y la fidelidad poseen una clara base neurobiológica, en donde los neurotransmisores como la DA, NE, 5-HT y los neuropeptidos AVP y OT se conjugan para generar la experiencia del amor de pareja. Gracias a los adelantos en neuroimagen, biología molecular y genética, es posible determinar las regiones y circuitos cerebrales involucrados en la monogamia y la fidelidad, además de entregarnos las bases genéticas que abren las puertas para entender las conductas de un tipo u otro.

Si bien aún nos encontramos lejos de poder explicar a cabalidad todo el complejo proceso de la atracción romántica y la cooperatividad en la crianza de la prole, la biología ha dado pasos inmensos para esclarecer dichos fenómenos, y creemos que es solo mediante la neurociencia que es posible dar respuesta a los fenómenos de conductas y relaciones sociales que establecemos como sistemas vivos.

Esperamos que los conocimientos entregados por futuras investigaciones puedan ser utilizados en el ámbito humano, como una forma de ayudar a comprender y mejorar las relaciones de parejas, de la misma forma que pueden ayudarnos a mejorar nuestra concepción y práctica familiar.

## REFERENCIAS

1. Aron A, Fisher H, Mashek D, Strong G, Li H, Brown L. (2005). Reward Motivation and emotion system with early-stage intense romantic love. *Journal Neurophysiology* 94: 327-337
2. Coria-Avila G, Pfaus J, Miquel M, Pacheco P, Manzo J. (2008). Preferencias condicionadas por sexo y drogas: comparación de las bases neurales. *Rev Neurología* 46 (4): 213-218
3. Fisher H, Aron A, Mashek D, Li H, Brown L. (2002a). Defining the brain system of lust romantic attraction and attachment. *Archives of Sexual Behavior* 31, 5: 413-419
4. Fisher H, Aron A, Mashek D, Li H, Brown L. (2002b). The neural mechanisms of mate choice: a hypothesis. *Neuroendocrinology Letters* 23: 92-97
5. Fromm E. (1956). *El arte de amar*. Barcelona. Paidós
6. Gaja R. (1995). *El síndrome del amor*. Barcelona. Planeta
7. Goodson J, Adkins-Regan E. (1999). Effect of intraseptal vasotocin and vasoactive intestinal polypeptide infusions on courtship song and aggression in the male zebra finch (*Taeniopygia guttata*). *J. Neuroendocrinology*, 11:19-25
8. Goodson J, Bass A. (2001). Social behavior functions and related anatomical characteristics of vasotocin/vasopressin systems in vertebrates. *Brain Res. Brain Res. Rev.*, 35:246-265
9. Hammock E, Young L. (2005). Microsatellite instability generates diversity in brain and sociobehavioral traits. *Science* 308:1630-1634
10. Insel T. (1992). Oxytocin: a neuropeptide for affiliation – evidence from behavioural, receptor autoradiographic, and comparative studies. *Psychoneuroendocrinology*, 17: 3-33

11. Insel T. (1997). A neurobiological basis of social attachment. *American Journal of Psychiatry*, 154: 726-735
12. Jankowiak, Fisher H. (1992). A cross-cultural perspective of romantic love. *Ethos*, 31: 19-155
13. Kandel E, Schwartz J, Jessel T. (1997). *Neurociencia y conducta*. Madrid: Prentice Hall
14. Kandel E, Schwartz J, Jessel T. (2001). *Principios de neurociencia*. Madrid: McGraw-Hill
15. Lim M, Wang Z, Olazabal D, Ren X, Terwilliger E, Young L. (2004). Enhanced partner preference in a promiscuous species by manipulating the expression of a single gene. *Nature* 429: 754-757
16. Maureira F. (2008). Amor y monogamia como conductas biológicas. *Gaceta de Psiquiatría Universitaria*, 4, 3: 326-330
17. Maureira F. (2009). Amor y adicción: Comparación de las características neurales y conductuales. *Revista Chilena de Neuropsicología* 4, 2: 84-90
18. Nahir H, Young L. (2006). Vasopressin and Pair-Bond Formation: Genes to Brain to Behavior. *Physiology* 21: 146-152
19. Paéz X. (2006). *Neurobiología del amor y sustrato biológico de la monogamia*. Seminarios posgrados multidisciplinarios biología celular. Universidad de Los Andes, Venezuela
20. Phelps S, Young L. (2003). Extraordinary diversity in vasopressin (V1a) receptor distributions among wild prairie voles (*Microtus ochrogaster*): Patterns of variation and covariation. *J Comp Neurol* 466: 564-576
21. Rubin Z. (1970). Measurement of romantic love. *Journal of Personality and Social Psychology* 16: 255-263
22. Shapiro L, Dewsbury D. (1990). Differences in affiliative behavior, pair bonding, and vaginal cytology in two species of vole (*Microtus ochrogaster* and *M. montanus*). *J Comp Psychol* 104: 268-274
23. Small D, Zatorre R, Dagher A, Evans A, Jones-Gotman M. (2001). Changes in brain activity related to eating chocolate: from pleasure to aversion. *Brain*, 124: 1720-1733
24. Sternberg R. (1986). A Triangular Theory of Love. *Psychological Review*, 93, 2, 119-135
25. Sternberg R. (1989). *El triángulo del amor: intimidad, pasión y compromiso*. Barcelona. Paidós
26. Yela C. (1996). Componentes básicos del amor: algunas matizaciones al modelo de Sternberg. *Revista de Psicología Social* 11, 185-201
27. Yela C. (1997). Curso temporal de los componentes básicos del amor a lo largo de la relación de pareja. *Psicothema*, 9, 1: 1-15
28. Yela C. (2000). *El amor desde la psicología social*. Madrid. Pirámide
29. Young L, Wang Z, Insel T. (1998). Neuroendocrine bases of monogamy. *Trends in Neuroscience* 2, 2: 71-75
30. Young L, Murphy A, Hammock E. (2005). Anatomy and neurochemistry of the pair bond. *J Comp Neurol* 493: 51-57
31. Zeki S. (2007). The neurobiology of love. *FEBS Letters* 581: 2575-2579.

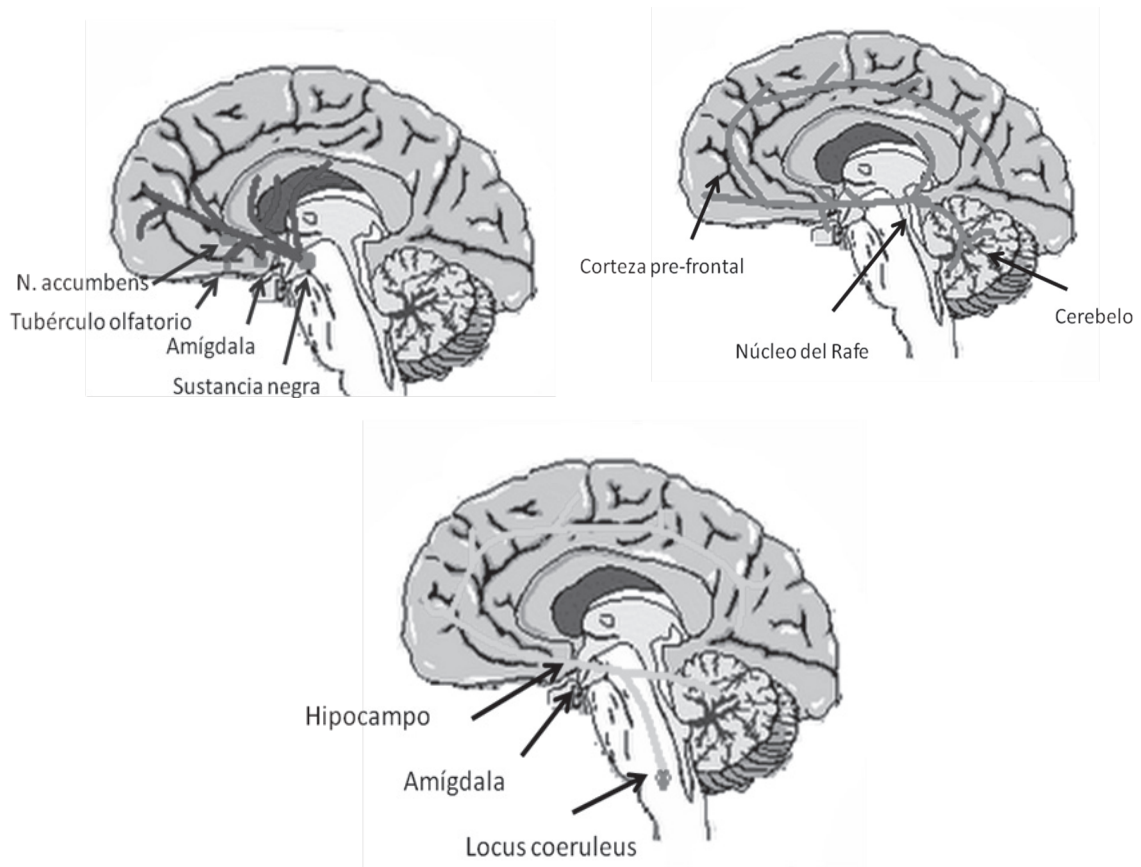


Figura 1. Vías dopaminérgica (arriba izquierda), serotoninérgica (arriba derecha) y noradrenérgica (abajo)

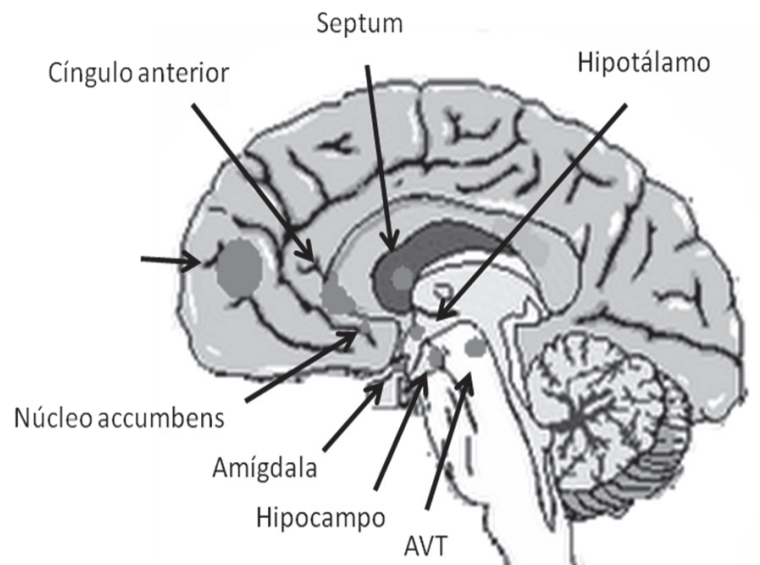


Figura 2. Algunas estructuras cerebrales relacionadas con el amor romántico

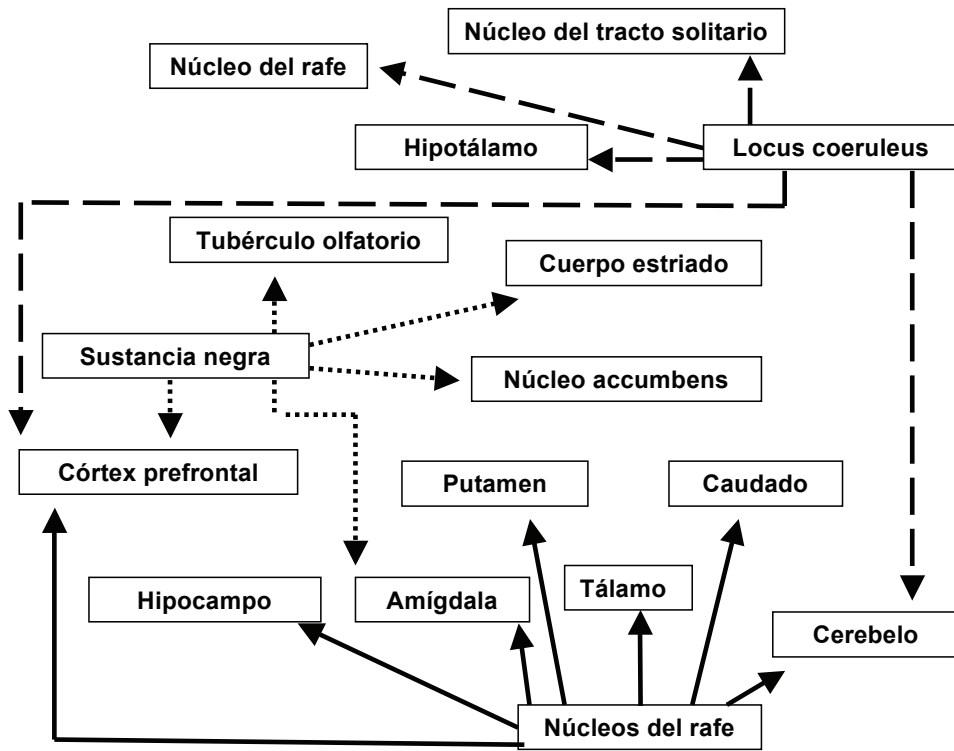


Figura 3. Vías involucradas en la experiencia del amor romántico. En línea continua la serotonina (5-HT), en línea de puntos la dopamina (DA) y en línea discontinua la norepinefrina (NE).

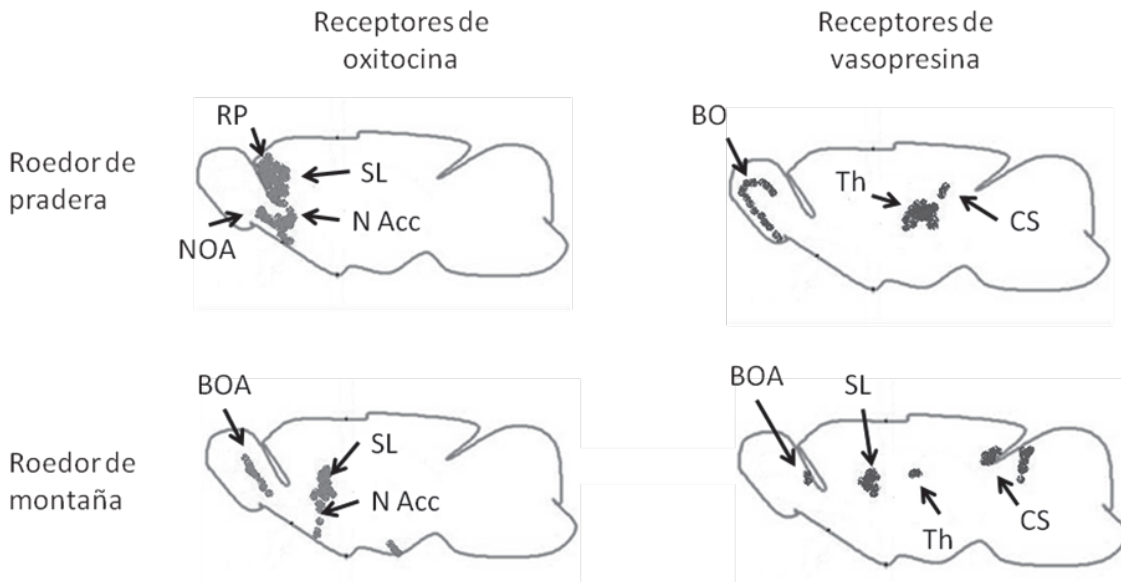


Figura 4. Distribución de los receptores de OT y AVP en roedores de pradera (arriba) y de montaña (abajo). RP: Región pre-límbica; NOA: Núcleo Olfatorio Anterior; SL: Septum lateral; N Acc: Núcleo Accumbens; BO: Bulbo Olfatorio; Th: Tálamo; CS: Calículo Superior; BOA: Bulbo Olfatorio Accesorio. (Modificado de Insel, 1997).



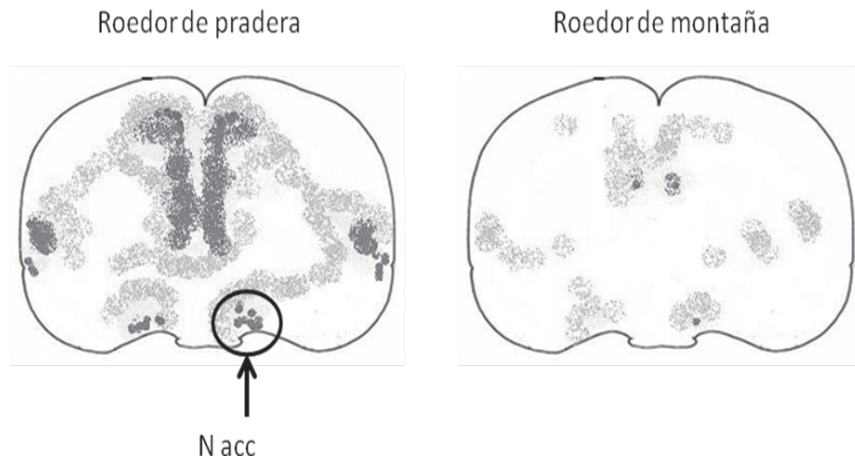


Figura 5. Distribución de los receptores de oxitocina en roedores de pradera y montaña. Nacc: Núcleo accumbens. (Modificado de Young *et al.*, 1998).

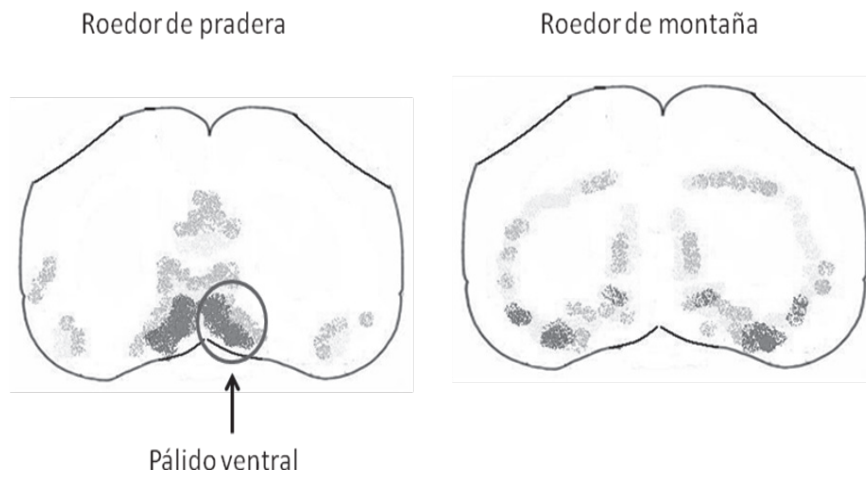


Figura 6. Distribuidor de los receptores de vasopresina en roedores de pradera y montaña (Modificado de Young *et al.*, 1998).

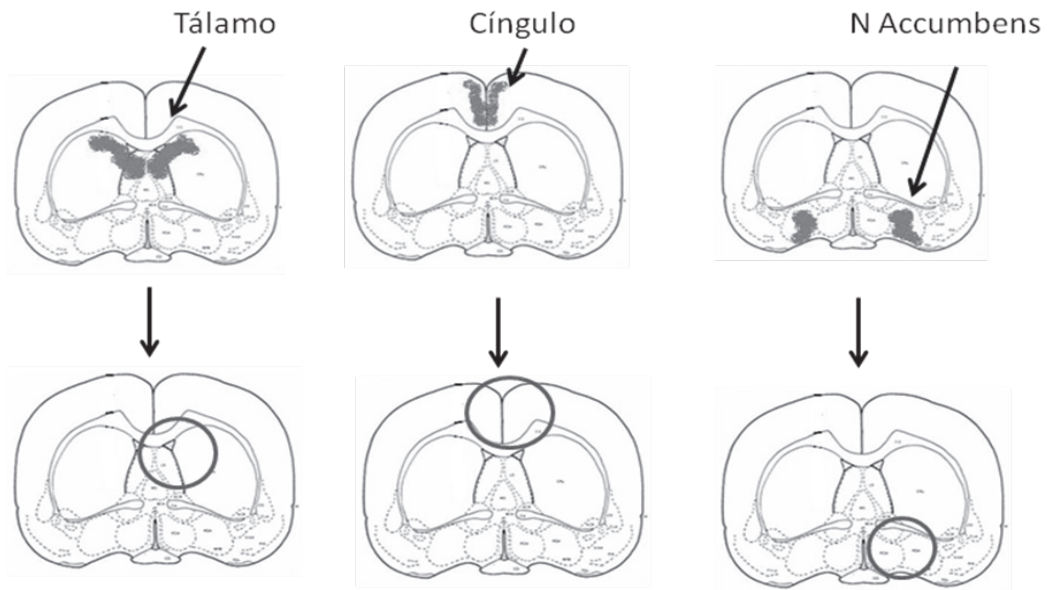


Figura 7. Diferencia en la distribución del receptor V1aR en roedores de pradera monógamos. (Modificado de Lim *et al.*, 2004).

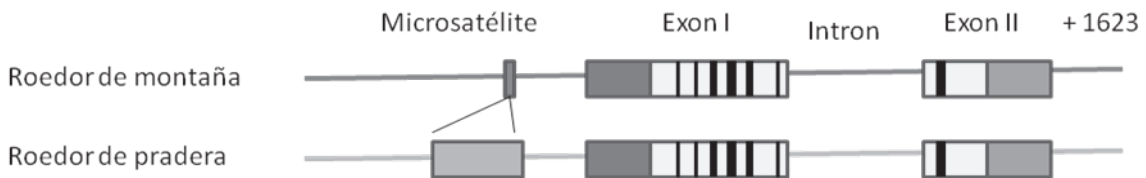


Figura 8. Estructura del gen del receptor de AVP (Modificado de Nahir y Young, 2006).