

EL PODER OCULTO DE LA AMÍGDALA CEREBRAL: EMOCIONES, RECUERDOS Y TRASTORNOS

Marco Antonio Montero-Orozco¹, María de los Ángeles
Camacho-Ruiz¹, Daniel Medina-Aguiñaga², Alvaro Munoz¹,
Rosa Yaveth Ruvalcaba-Delgadillo ^{3,*}

Resumen

Ubicada en la profundidad de cada hemisferio del cerebro humano, una diminuta estructura neuronal con forma de almendra, la amígdala cerebral, ejerce tal influencia que trasciende las respuestas de miedo que comúnmente se le atribuyen. Dicho centro límbico ventral, con su intrincada red de conexiones neuronales, actúa regulando procesos que van desde las reacciones primarias como la agresión y la ansiedad, hasta procesos cognitivos sofisticados como el aprendizaje, la atención, la memoria e incluso las interacciones sociales y la toma de decisiones. La influencia de la amígdala cerebral se extiende a cómo se interpretan las sonrisas, la manera en que el cuerpo reacciona ante una situación de estrés y cuáles recuerdos, de índole placentera o aversiva, se graban en la memoria con mayor intensidad. Más allá de ser un simple activador del miedo, la amígdala es un modulador esencial de la vida emocional y conductual, cuya complejidad apenas se comienza a comprender para

-
- 1 Maestría en Estudios Transdisciplinarios en Ciencia y Tecnología, Centro Universitario del Norte, Universidad de Guadalajara, Colotlán, Jalisco, México.
 - 2 Department of Anatomical Sciences and Neurobiology, University of Louisville, Louisville, Kentucky, USA.
 - 3* Autora de correspondencia. Departamento de Neurociencias, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. yaveth.ruvalcaba@academicos.udg.mx

entender mejor el funcionamiento cerebral humano. De esta manera, en esta revisión, se presenta un análisis sistemático de la literatura actual relacionada con las funciones e importancia de la amígdala cerebral.

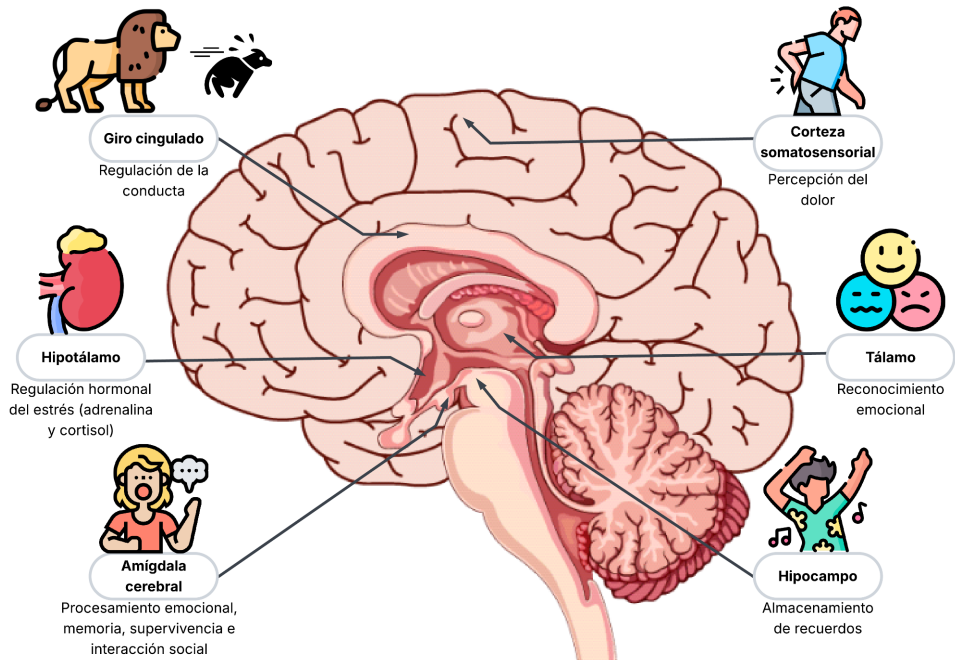
Introducción

La amígdala cerebral es un conjunto de núcleos neuronales con forma de almendra, localizado en el lóbulo temporal medial, justo delante del hipocampo, siendo un centro límbico ventral de gran relevancia. Su extensa conectividad con diversas áreas cerebrales, tanto límbicas como no límbicas, le permite regular múltiples funciones cognitivas y conductuales, incluyendo el miedo, la agresión, la ansiedad, el aprendizaje asociativo, la atención, la memoria, la interacción social, la orientación sexual, la toma de decisiones y el procesamiento emocional y facial (Kamali *et al.*, 2023). Una característica distintiva de la amígdala es su estructura: pequeños grupos de neuronas interconectados con roles diferenciados, lo que contribuye a su compleja influencia en el procesamiento emocional. Sus conexiones, por ejemplo, con el área facial ayudan a interpretar expresiones, y su vínculo con el hipotálamo modula las hormonas del estrés durante experiencias emocionales, lo que afecta la memoria (Inman *et al.*, 2023). Esta modulación hormonal del estrés, a través de la amígdala y su conexión con el hipotálamo, puede consolidar o debilitar la formación de recuerdos emocionales. Gracias a esta extensa red, la amígdala se convierte en un centro que dota de significado emocional a las experiencias cotidianas, desde la alegría de un “te quiero” hasta la ansiedad generada antes de una presentación en público (Inman *et al.*, 2023).

Para comprender la función de la amígdala, se ha de considerar una teoría que relaciona las emociones con las motivaciones, donde la búsqueda de lo gratificante y la evitación de lo dañino son impulsos fundamentales, y las emociones surgen al lograr o no estos objetivos. Se ha propuesto que la amígdala se relaciona más con las reacciones automáticas, como la inmovilización, que con la emoción consciente durante una situación (Rolls, 2023). Es importante destacar que, otras áreas como la corteza orbitofrontal, evalúan recompensas y emociones, mientras que la corteza cingulada anterior ayuda a aprender lo que es gratificante y, a través de la generación de memorias a largo plazo, a recordar esas experiencias (Rolls, 2023).

Las funciones neuronales de la amígdala parecen haber evolucionado para favorecer la supervivencia y la reproducción, impulsando a los individuos a buscar recursos, evitar peligros y, de esta manera, facilitar el aprendizaje de respuestas adaptativas. A pesar de que todos los mamíferos cuentan con amígdalas cerebrales, algunas de las respuestas cognoscitivas en las que participan son propias de los primates, como la preferencia por los alimentos dulces o grasos, la atención a

Figura 1. Se presentan estructuras cerebrales con las que la amígdala cerebral tiene relación, como el hipocampo (memoria), el hipotálamo (respuesta al estrés), el giro cingulado (regulación conductual), el tálamo (reconocimiento emocional) y la corteza somatosensorial (interpretación del dolor), resaltando el papel central de la amígdala en la modulación de las emociones y conductas adaptativas.



los ojos de con quién se estén comunicando y el miedo a las serpientes, incluso sin haber visto una previamente (Murray & Fellows, 2022). Estas respuestas especializadas en primates subrayan la complejidad y diversidad de las funciones de la amígdala a través de las especies.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo es describir el rol multifacético de la amígdala cerebral, detallando su influencia más allá de su asociación primaria con el miedo y la ansiedad. A través de una revisión sistemática de la literatura científica actual, se busca describir su participación en funciones de aprendizaje asociativo, memoria emocional, interacción social y la toma de decisiones. Al analizar la compleja red de conexiones de la amígdala y su impacto en procesos psicológicos, se pretende ofrecer una comprensión clara de su influencia en la conducta humana, destacando su relevancia para la comprensión de la salud mental.

Metodología

Para la búsqueda bibliográfica, se empleó la base de datos PubMed² utilizando los siguientes términos y operadores booleanos: (*amygdala OR “amygdaloid complex” AND (emotion OR “fear response” OR “memory consolidation”) AND (dysfunction OR disorder OR “psychiatric illness”)*). La búsqueda fue refinada para incluir reportes originales publicados en los últimos 5 años, en idioma inglés, cuyo formato fuera revisión, referente a humanos, o estudios en modelos animales que se consideren significativos. La inclusión de referencias se limitó a publicaciones hechas en revistas indexadas, excluyendo aquellas con muestras muy pequeñas, metodologías poco claras, estudios en poblaciones con enfermedades raras y revisiones no evaluadas por pares. Para esto se aplicó la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*), como se muestra en la Figura 2 (Liberati *et al.*, 2009). Las ilustraciones presentes fueron realizadas y adaptadas por Marco Montero (el autor principal de la obra) y su uso se encuentra licenciado a través de Lucidchart.

Resultados

Publicaciones identificadas para inclusión en la revisión

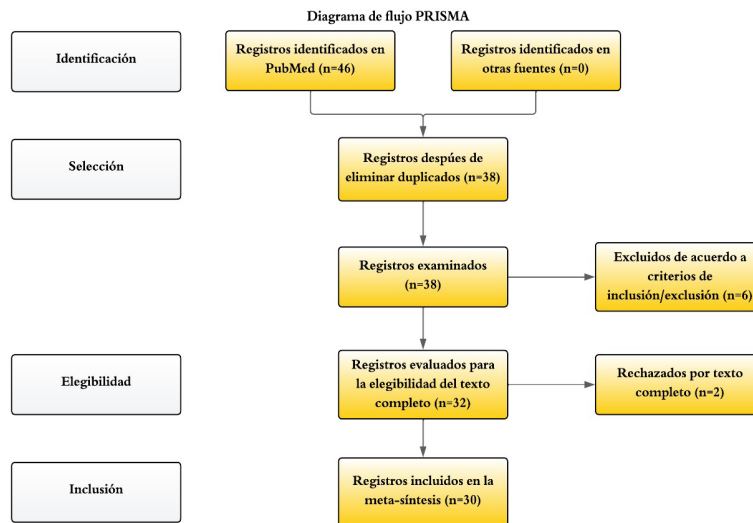
Se identificaron un total de 46 publicaciones en PubMed relacionadas con los términos de búsqueda utilizados. Después de eliminar registros duplicados o aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión, se procedió a evaluar 32 reportes; sin embargo, no se tuvo acceso a 2 de ellos. De esta manera, se incluyó un total de 30 reportes (Figura 2), siguiendo los criterios de PRISMA para una revisión sistemática (Liberati *et al.*, 2009).

Anatomía y conectividad de la amígdala

La amígdala, aunque diminuta, es un centro de operaciones relevante para las emociones y otras funciones cognitivas. Esta se divide en varios sub núcleos, cada uno con sus roles específicos. El complejo basolateral (BLA) actúa como un analista sensorial, con la amígdala lateral (LA) procesando sensaciones individuales y la amígdala basal (BA) interpretando el contexto general y las reacciones habituales (Figura 3). Por otro lado, el núcleo central (CeA), junto al núcleo basal de la estría terminal (BST), parece manejar aspectos más abstractos de las respuestas a la amenaza, como una sensación persistente de peligro (Sladky *et al.*, 2024).

2 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>)

Figura 2. Proceso de inclusión de referencias obtenidas de PubMed a través de la declaración PRISMA. Se realizó una revisión sistemática y metaanálisis (diagrama PRISMA) buscando en PubMed estudios recientes en inglés sobre amígdala, emociones, memoria y disfunción psiquiátrica. Tras la selección por criterios de calidad y relevancia descritos en la sección de metodología, los estudios elegibles (n=30) se incluyeron para una revisión detallada.



No obstante, la amígdala no sólo se encarga de las emociones; también está implicada en cómo se percibe el dolor, gracias a la interacción entre el BLA y el CeA, que, como un centro de comunicaciones, envía señales a diversas áreas del cerebro, incluyendo el tronco encefálico y el hipotálamo (Figura 1). De esta manera, recibe información sobre el dolor tanto de forma indirecta, a través de otras áreas cerebrales, como directamente desde las vías que transmiten las señales de dolor (Neugebauer *et al.*, 2020).

La amígdala es una estructura de conexiones amplias, conectándose con regiones cerebrales relevantes para diversas funciones cognitivas y emocionales, como el hipocampo (esencial para la memoria), la corteza prefrontal (centro de planificación y control) y las cortezas sensoriales (Song, 2023). Además, la amígdala influye en la plasticidad de las conexiones en el hipocampo, fortaleciendo o debilitando los recuerdos (Song, 2023). Un daño en esta área puede alterar respuestas emocionales y de atención, ya que se ha propuesto que la amígdala regula la reactividad emocional comunicándose con la corteza prefrontal, la cingulada, el estriado y el hipocampo, siendo el BLA, en particular, una vía de conexión importante con el hipocampo a través de varias rutas (Song, 2023).

En resumen, la amígdala tiene conexiones con el hipocampo (esencial para la memoria), la corteza prefrontal (centro de planificación y control) y la corteza sensorial. A través de sus conexiones con el hipocampo, particularmente desde el BLA, puede fortalecer o debilitar ciertos recuerdos. Asimismo, participa en la regulación de la reactividad emocional mediante las conexiones que mantiene, además de con el hipocampo, con la corteza prefrontal, la cingulada y el estriado (Song, 2023).

Una de las relaciones más destacadas sucede entre la amígdala y la corteza prefrontal (PFC), trabajando en equipo para equilibrar los instintos de supervivencia con la flexibilidad cognitiva que permite un análisis detallado de lo que sucede alrededor, permitiendo responder de manera más efectiva y adaptativa a nuevas situaciones (Murray & Fellows, 2022). Por ejemplo, una respuesta de “lucha o huida” es vital ante un peligro real, pero inútil, incluso perjudicial, en un contexto inapropiado.

La actividad de la amígdala depende de un equilibrio de mensajeros químicos, denominados neurotransmisores (Hyman, 2005). Se ha sugerido que el estrés, ya sea normal o excesivo, puede disminuir la actividad de las neuronas GABAérgicas que salen del núcleo central de la amígdala (CeA), liberando así la comunicación con el hipotálamo-pituitaria y otras áreas en el tronco encefálico (Šimić *et al.*, 2021). Una baja actividad de las neuronas GABAérgicas inhibitorias, o una hiperactividad de neuronas glutamatérgicas excitatorias, puede llevar a una amígdala hiperexcitable, manifestándose clínicamente como ansiedad (Šimić *et al.*, 2021).

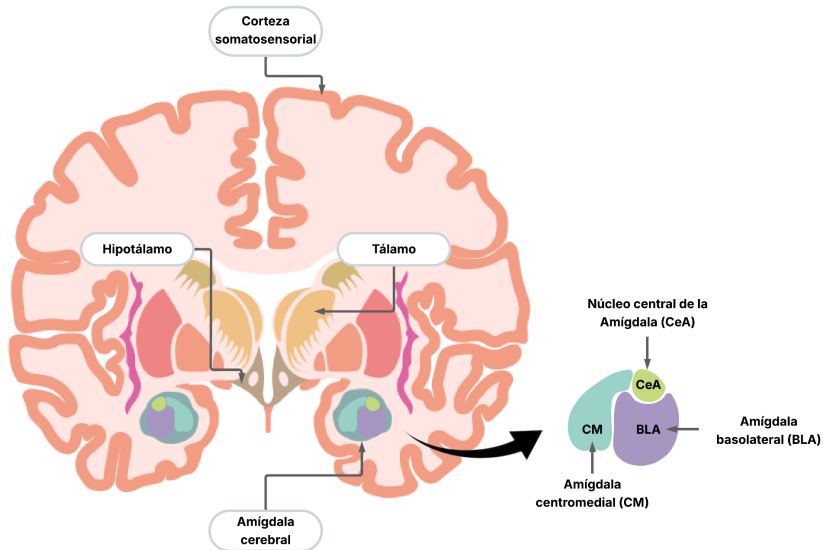
Funciones clave de la amígdala

La amígdala escanea constantemente el entorno, detectando posibles amenazas u oportunidades gratificantes. Recibe información sensorial primaria, lo que le permite evaluar si algo podría resultar conveniente o no según la información disponible y, en consecuencia, impulsar las conductas de adaptación. Por ejemplo, permite integrar lo que se observa y se siente para determinar la naturaleza de posibles resultados, dirigiendo así, las decisiones de acercamiento o evitación (Smith & Torregrossa, 2021).

Aunque aún se investigan a fondo los mecanismos cerebrales sobre cómo las emociones pueden contagiarse en situaciones sociales, se sabe que cuando se observa a alguien en una situación emocional intensa y se intenta ponerse en su lugar (empatía emocional), se activan en el cerebro áreas relacionadas con sentir lo que el otro siente (Eslinger *et al.*, 2021). Esta respuesta empática espontánea puede llevar a compartir esas emociones, a imitar expresiones o comportamientos, e incluso a coordinar acciones en grupo, como cantar juntos o celebrar algo (Eslinger *et al.*, 2021).

Los recuerdos son la base de la identidad, y sin ellos, sería difícil concebir quién se es y cómo se relaciona con el mundo. Además, no todas las vivencias se graban con la misma intensidad, ya que los eventos cargados de emoción tienen más probabilidad de quedar grabados a largo plazo, siendo que aquí es donde la amígdala juega un papel clave, especialmente en cómo interactúa con el hipocampo (Roesler

Figura 3. Se muestra una imagen coronal del cerebro humano revela la amígdala en los lóbulos temporales mediales, detallando su estructura interna compuesta por el Núcleo Central (CeA), el Complejo Basolateral (BLA) y el Núcleo Centromedial (CM), lo cual evidencia su intrincada organización anatómica. (Ipos imagen adaptada de Benarroch, 2015).



et al., 2021). Se ha propuesto que, mientras el hipocampo se encarga de registrar los detalles de un evento, como el tiempo y el lugar, el complejo BLA de la amígdala le añade una “etiqueta” emocional, intensificando de esta manera la fuerza con la que ese recuerdo se almacena (Roesler *et al.*, 2021). Así, los momentos de gran alegría o miedo tienden a ser más vívidos y duraderos en la memoria (Roesler *et al.*, 2021).

Las señales emocionales llegan a través de diferentes vías, por ejemplo, lo que se ve en un rostro, lo que se escucha en un tono de voz e incluso lo que se siente por un toque suave. El cerebro tiene áreas especializadas para procesar cada una de estas pistas. Por ejemplo, al observar expresiones faciales, se activan áreas que analizan los movimientos dinámicos, y la propia amígdala contiene neuronas que evalúan cómo hacen sentir esas expresiones en la cara de una persona feliz o enojada (Corder *et al.*, 2019; Johnson & Grabenhorst, 2025; Roesler *et al.*, 2021). De manera similar, las regiones del cerebro dedicadas a procesar sonidos como la voz, específicamente la corteza auditiva, responden con más fuerza a las vocalizaciones emocionales que a las neutras, permitiendo pasar de una percepción básica a una comprensión más completa de lo que otra persona está experimentando (Wu & Hong, 2022).

Disfunciones de la amígdala y su relación con trastornos psiquiátricos y neurológicos

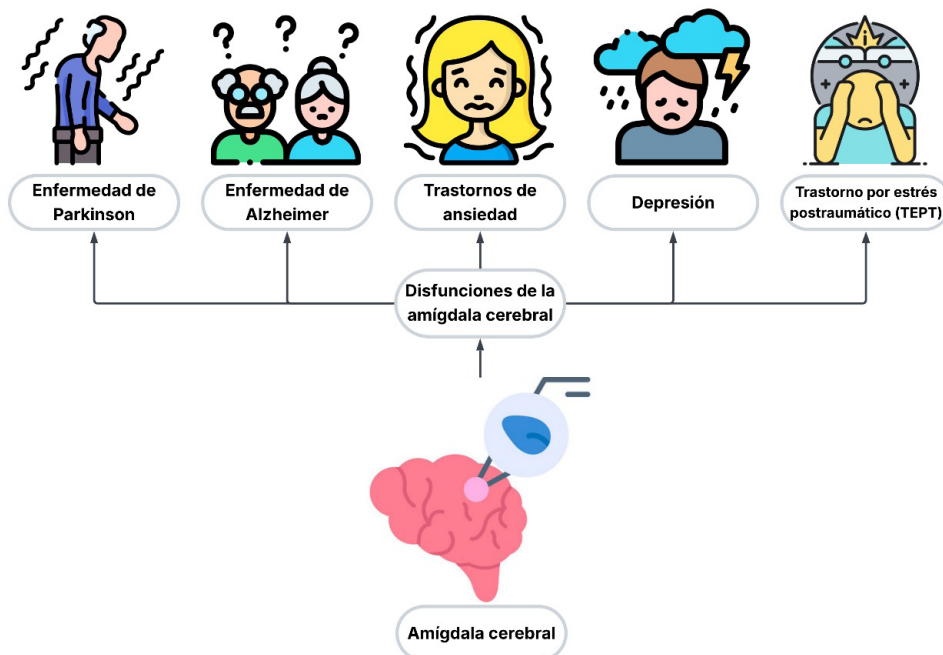
La amígdala está diseñada para activar y comprender situaciones que deberían ser percibidas como peligrosas; sin embargo, un funcionamiento alterado puede predisponer a sufrir de ansiedad, depresión y otros problemas de salud mental aun cuando se vivan situaciones que podrían considerarse cotidianas, o incluso en ausencia de ellas (Fox & Shackman, 2024; Grogans *et al.*, 2022). La comunicación entre la amígdala y la corteza prefrontal, el centro de pensamiento complejo, juega un papel importante en cómo se desarrollan trastornos de ansiedad (Mishra & Varma, 2023). Con base en lo anterior, en algunas ocasiones, la amígdala no puede controlar su reacción ante el miedo, por lo que esta respuesta natural se descontrola, intensificándose y prolongándose hasta convertirse en un trastorno de ansiedad que dificulta su correcto funcionamiento en el día a día (Carey *et al.*, 2021). Es importante recordar que la ansiedad a menudo puede comenzar desde la infancia, volviéndose una respuesta automática y difícil de cambiar con el tiempo debido a alteraciones en la amígdala (Kenwood *et al.*, 2022).

En cuanto a la depresión, trastorno caracterizado por generar una sensación de profunda tristeza con pérdida de interés y de duración extensa, pareciese que la amígdala se comunica de manera diferente con la corteza prefrontal, proponiéndose que una amígdala con interacción de alta intensidad podría aumentar el riesgo de depresión y otras complicaciones emocionales (Grogans *et al.*, 2022). No obstante, aún se siguen realizando estudios para confirmar un papel definitivo de la amígdala en la depresión.

Por otra parte, el experimentar o presenciar una situación traumática puede conducir al desarrollo de trastorno de estrés postraumático (TEPT), considerándose una desregulación sobre cómo el cerebro, y en particular la amígdala, procesa el miedo (Alexandra Kredlow *et al.*, 2022). Se ha sugerido que una disminución en el volumen de la amígdala izquierda de pacientes con TEPT puede alterar la comunicación normal con el hipocampo (memoria) y la corteza prefrontal (centro de control), teniendo como consecuencia un procesamiento anormal de estímulos comunes (Alexandra Kredlow *et al.*, 2022; Starcevic *et al.*, 2014). Las terapias psicológicas exponen gradualmente a los individuos a los recuerdos del trauma, buscando “reprogramar” estos circuitos del miedo afectados por el TEPT. Sin embargo, las personas que sufren de TEPT pueden desarrollar disfunciones mentales y fisiológicas adicionales por el consumo excesivo de drogas, por lo que es necesario impulsar investigaciones con nuevas ideas para su tratamiento (Cruz *et al.*, 2024).

De igual forma, se sabe que, en el caso de ciertas enfermedades neurológicas que dañan progresivamente el cerebro, como la enfermedad de Alzheimer o la enfermedad de Parkinson, la amígdala cerebral también puede verse afectada. Por ejemplo, en el Alzheimer, la proteína precursora amiloide se corta de forma anormal, produciendo la acumulación de pequeñas proteínas llamadas péptidos beta-amiloide. Estos péptidos son

Figura 4. Se destaca el vínculo entre las disfunciones amigdalinas y la Enfermedad de Parkinson, la Enfermedad de Alzheimer, los Trastornos de Ansiedad (a menudo caracterizados por hiperactividad amigdalina), la Depresión (vinculada a desregulaciones en el procesamiento emocional) y el Trastorno por Estrés Postraumático (TEPT), donde las experiencias traumáticas impactan significativamente su funcionamiento.



tóxicos y se pueden aglomerar para formar placas que interfieren con la actividad de las neuronas, incluyendo aquellas localizadas en la amígdala, lo que contribuye a los problemas de memoria y pensamiento característicos de la enfermedad de Alzheimer (Breijyeh & Karaman, 2020; Horsager & Borghammer, 2024). En la enfermedad de Parkinson, el paciente desarrolla problemas de control de movimiento fino o generalizado debido a la neurodegeneración de neuronas productoras de dopamina. Estudios recientes han encontrado que la acumulación excesiva de la proteína sinucleína alfa en la enfermedad de Parkinson también puede afectar la funcionalidad de las neuronas de la amígdala, contribuyendo así a cambios en el estado de ánimo y otros síntomas cognoscitivos no motores (Villar-Conde *et al.*, 2023).

Es importante señalar que gran parte de los conocimientos que se tienen acerca de las funciones y fisiología de la amígdala han sido obtenidos a partir de investigaciones preclínicas utilizando modelos animales, particularmente evaluaciones con-

ductuales asociadas con daños a la amígdala de roedores (Gallagher & Holland, 1994; Leite *et al.*, 2002). Estos estudios iniciales mostraron cambios en el comportamiento social y en cómo los animales aprendían a asociar cosas, incluyendo el miedo o pánico. En seres humanos con daño en la amígdala, se han identificado dificultades que las personas desarrollan para poder entender las emociones de los demás (Gangopadhyay *et al.*, 2021; Meisner *et al.*, 2022).

Discusión

Para poder desentrañar por completo la funcionalidad de la amígdala, se necesita de tecnología avanzada y teorías sólidas que interpreten los datos complejos sobre su papel en diversas funciones cognitivas, por ejemplo, la conducta social (Gothard, 2020). El desarrollo y uso de técnicas como la optogenética o la imagenología de la actividad neuronal en vivo, han permitido estudiar con mayor detalle los circuitos neuronales en la amígdala y su influencia en el estrés, el miedo excesivo y la ansiedad (Zhang *et al.*, 2021). Los resultados de diversos estudios recientes sugieren la implicación de la amígdala en las redes sociales, la satisfacción vital y la modulación de las respuestas emocionales en contextos de soledad (Beadle *et al.*, 2022). Actualmente, se están explorando tratamientos innovadores dirigidos a los circuitos de la amígdala, como por ejemplo el *neurofeedback* (neuroretroalimentación) acoplado a resonancia magnética nuclear funcional para el tratamiento de la depresión (Barreiros *et al.*, 2024). El futuro de la psiquiatría podría depender de terapias basadas en la estimulación, ya sea positiva o negativa, de estos circuitos, y aunque aún se está en etapas tempranas de traducir el conocimiento de la amígdala en herramientas clínicas, los avances en investigación clínica y básica ofrecen nuevas oportunidades para revolucionar el manejo de los trastornos relacionados con el estrés y la amígdala cerebral (Barreiros *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2021).

Cabe destacar que, en el campo de la salud mental contemporánea, la terapia EMDR (*Eye Movement Desensitization and Reprocessing*, o Desensibilización y Reprocesamiento a través del Movimiento Ocular por su traducción en español) ha ganado prominencia en los últimos años, especialmente en el tratamiento del estrés postraumático, la ansiedad y la depresión, al ofrecer una vía para procesar experiencias adversas subyacentes. Su principio se basa en la comprensión de cómo la reviviscencia traumática desequilibra el control emocional, fijando recuerdos inconclusos (Cox & Codd, 2024). Inspirándose en el procesamiento cerebral durante el sueño REM (Rapid Eye Movement, o Movimiento Ocular Rápido), el EMDR utiliza la estimulación bilateral para inducir una actividad cerebral similar al sueño profundo. Este proceso ayuda a modular la respuesta emocional intensa, facilitando el reprocesamiento de los recuerdos traumáticos para que se integren de manera más adaptativa, aliviando así el malestar asociado a estas condiciones (Cox & Codd, 2024).

Por lo tanto, es fundamental considerar que la actividad de la amígdala cerebral podría revelar el origen de vulnerabilidades en comportamientos, particularmente

aquellos guiados por la recompensa y otros problemas de salud mental (Johnson & Grabenhorst, 2025), siendo estas mismas señales dianas para considerar intervenciones conductuales. Dado el papel de la amígdala en la conducta social de muchos mamíferos, incluido el aprendizaje, comprender los mecanismos neurales y conductuales con la ayuda de nuevas tecnologías como la optogenética y la imagenología del calcio, podría ofrecer nuevas terapias para mejorar los efectos positivos de las interacciones sociales o inhibir los estímulos sociales que inducen miedo en trastornos como la ansiedad y el TEPT (Leblanc & Ramirez, 2020).

Conclusión

La amígdala es más que un centro cerebral para el miedo y la ira, pues se trata de un núcleo emocional complejo con una influencia que se extiende a la memoria de eventos importantes, a cómo se relacionan los individuos con otros y hasta a la toma de decisiones. Los hallazgos clave revelan una intrincada red de conexiones con otras áreas cerebrales, lo que le permite modular las respuestas emocionales y conductuales de maneras sorprendentes. Una comprensión profunda sobre las funciones de la amígdala es crucial para abordar los desafíos de la salud mental, donde su hiperactividad o disfunción se asocia con diversos trastornos psicológicos. Además, nuevas investigaciones sobre las implicaciones de la amígdala en enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer y el Parkinson, subraya su relevancia para entender el deterioro cognitivo y los cambios de ánimo en estas condiciones. En última instancia, reconocer la multifacética influencia de la amígdala abre caminos prometedores para desarrollar tratamientos más dirigidos y efectivos, buscando así aliviar el sufrimiento y mejorar la calidad de vida de quienes padecen estas complejas patologías.

Referencias

- Beadle, J. N., Heller, A., Rosenbaum, R. S., Davidson, P. S. R., Tranel, D., & Duff, M. (2022). Amygdala but not hippocampal damage associated with smaller social network size. *Neuropsychologia*, 174, 108311. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2022.108311>
- Breijyeh, Z., & Karaman, R. (2020). Comprehensive review on Alzheimer's disease: Causes and treatment. *Molecules*, 25(24), 5789. <https://doi.org/10.3390/molecules25245789>
- Carey, G., Görmezoğlu, M., de Jong, J. J. A., Hofman, P. A. M., Backes, W. H., Dujardin, K., & Leentjens, A. F. G. (2021). Neuroimaging of anxiety in Parkinson's disease: A systematic review. *Movement Disorders*, 36(2), 327–338. <https://doi.org/10.1002/mds.28404>

- Cox, D. W., & Codd, R. T. (2024). Advocates of research-supported treatments for PTSD are losing in lots of ways: What are we going to do about it? *Research on Social Work Practice*, 34(4), 347–359. <https://doi.org/10.1177/10497315231206754>
- Cruz, B., Vozella, V., Borgonetti, V., Bullard, R., Bianchi, P. C., Kirson, D., Bertotto, L. B., Bajo, M., Vlkolinsky, R., Messing, R. O., Zorrilla, E. P., & Roberto, M. (2024). Chemogenetic inhibition of central amygdala CRF-expressing neurons decreases alcohol intake but not trauma-related behaviors in a rat model of post-traumatic stress and alcohol use disorder. *Molecular Psychiatry*, 29, 2611–2621. <https://doi.org/10.1038/s41380-024-02514-8>
- Eslinger, P. J., Anders, S., Ballarini, T., Boutros, S., Krach, S., Mayer, A. V., Moll, J., Newton, T. L., Schroeter, M. L., de Oliveira-Souza, R., Raber, J., Sullivan, G. B., Swain, J. E., Lowe, L., & Zahn, R. (2021). The neuroscience of social feelings: Mechanisms of adaptive social functioning. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 128, 592–620. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.05.028>
- Fox, A. S., & Shackman, A. J. (2024). An honest reckoning with the amygdala and mental illness. *American Journal of Psychiatry*, 181(12), 1059–1075. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.20240941>
- Gangopadhyay, P., Chawla, M., Dal Monte, O., & Chang, S. W. C. (2021). Prefrontal-amygdala circuits in social decision-making. *Nature Neuroscience*, 24(1), 5–18. <https://doi.org/10.1038/s41593-020-00738-9>
- Gothard, K. M. (2020). Multidimensional processing in the amygdala. *Nature Reviews Neuroscience*, 21(10), 565–575. <https://doi.org/10.1038/s41583-020-0350-y>
- Grogans, S. E., Fox, A. S., & Shackman, A. J. (2022). The amygdala and depression: A sober reconsideration. *American Journal of Psychiatry*, 179(7), 454–457. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.20220412>
- Horsager, J., & Borghammer, P. (2024). Brain-first vs. body-first Parkinson's disease: An update on recent evidence. *Parkinsonism & Related Disorders*, 122, 106101. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2024.106101>
- Inman, C. S., Hollearn, M. K., Augustin, L., Campbell, J. M., Olson, K. L., & Wahlstrom, K. L. (2023). Discovering how the amygdala shapes human behavior: From lesion studies to neuromodulation. *Neuron*, 111(24), 3906–3910. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2023.09.040>
- Johnson, S. T., & Grabenhorst, F. (2025). The amygdala and the pursuit of future rewards. *Frontiers in Neuroscience*, 18, 1517231. <https://doi.org/10.3389/fnins.2024.1517231>
- Kamali, A., Milosavljevic, S., Gandhi, A., Lano, K. R., Shobeiri, P., Sherbaf, F. G., Sair, H. R., Riascos, R. F., & Hasan, K. M. (2023). The cortico-limbo-thalamo-cortical circuits: An update to the original Papez circuit of the human limbic system. *Brain Topography*, 36, 371–389. <https://doi.org/10.1007/s10548-023-00955-y>

- Kenwood, M. M., Kalin, N. H., & Barbas, H. (2022). The prefrontal cortex, pathological anxiety, and anxiety disorders. *Neuropsychopharmacology*, 47, 260–275. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01109-z>
- Kredlow, M. A., Fenster, R. J., Laurent, E. S., Ressler, K. J., & Phelps, E. A. (2022). Prefrontal cortex, amygdala, and threat processing: Implications for PTSD. *Neuropsychopharmacology*, 47, 247–259. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01053-y>
- Leblanc, H., & Ramirez, S. (2020). Linking social cognition to learning and memory. *The Journal of Neuroscience*, 40(46), 8782–8798. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1053-20.2020>
- Meisner, O. C., Nair, A., & Chang, S. W. C. (2022). Amygdala connectivity and implications for social cognition and disorders. In S. W. C. Chang, A. Nair, & O. C. Meisner (Eds.), *Handbook of clinical neurology* (Vol. 187, pp. 381–403). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823493-8.00017-1>
- Mishra, A. K., & Varma, A. R. (2023). A comprehensive review of the generalized anxiety disorder. *Cureus*, 15(9), e46115. <https://doi.org/10.7759/cureus.46115>
- Murray, E. A., & Fellows, L. K. (2022). Prefrontal cortex interactions with the amygdala in primates. *Neuropsychopharmacology*, 47, 163–179. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01128-w>
- Neugebauer, V., Mazzitelli, M., Cragg, B., Ji, G., Navratilova, E., & Porreca, F. (2020). Amygdala, neuropeptides, and chronic pain-related affective behaviors. *Neuropharmacology*, 170, 108052. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2020.108052>
- Roesler, R., Parent, M. B., LaLumiere, R. T., & McIntyre, C. K. (2021). Amygdala-hippocampal interactions in synaptic plasticity and memory formation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 184, 107490. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2021.107490>
- Rolls, E. T. (2023). Emotion, motivation, decision-making, the orbitofrontal cortex, anterior cingulate cortex, and the amygdala. *Brain Structure and Function*, 228(4), 1201–1257. <https://doi.org/10.1007/s00429-023-02644-9>
- Šimić, G., Tkalčić, M., Vukić, V., Mulc, D., Španić, E., Šagud, M., Olucha-Bordonau, F. E., Vukšić, M., & Hof, P. R. (2021). Understanding emotions: Origins and roles of the amygdala. *Biomolecules*, 11(6), 823. <https://doi.org/10.3390/biom11060823>
- Sladky, R., Kargl, D., Haubensak, W., & Lamm, C. (2024). An active inference perspective for the amygdala complex. *Trends in Cognitive Sciences*, 28(3), 223–232. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2023.11.004>
- Smith, D. M., & Torregrossa, M. M. (2021). Valence encoding in the amygdala influences motivated behavior. *Behavioural Brain Research*, 411, 113370. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113370>

- Song, J. (2023). Amygdala activity and amygdala-hippocampus connectivity: Metabolic diseases, dementia, and neuropsychiatric issues. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 162, 114647. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.114647>
- Villar-Conde, S., Astillero-Lopez, V., Gonzalez-Rodriguez, M., Saiz-Sanchez, D., Martinez-Marcos, A., Ubeda-Banon, I., & Flores-Cuadrado, A. (2023). Synaptic involvement of the human amygdala in Parkinson's disease. *Molecular & Cellular Proteomics*, 22(12), 100673. <https://doi.org/10.1016/j.mcpro.2023.100673>
- Wang, S., & Li, X. (2023). A revisit of the amygdala theory of autism: Twenty years after. *Neuropsychologia*, 183, 108519. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2023.108519>
- Wu, Y. E., & Hong, W. (2022). Neural basis of prosocial behavior. *Trends in Neurosciences*, 45(10), 749–762. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2022.06.008>
- Zhang, W.-H., Zhang, J.-Y., Holmes, A., & Pan, B.-X. (2021). Amygdala circuit substrates for stress adaptation and adversity. *Biological Psychiatry*, 89(7), 643–653. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2020.12.026>