

Las raíces químicas de nuestras emociones y comportamiento

Luz María Nicio-Antonio^{1*} y Juan Francisco Rodríguez-Landa¹

¹ Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa

* Dirección para correspondencia: maria.nicio@outlook.com

¿Cuántas veces hemos deseado retroceder en el tiempo y regresar al momento más dichoso, ese que nos hace sentir entusiasmados, como cuando vemos a las plantas florecer en días soleados, observando su belleza y fragilidad? Esa misma experiencia nos recuerda que los momentos placenteros son fugaces, al igual que muchas emociones.

Las emociones y sensaciones se generan a partir de una situación determinada y las interpretamos de una forma profundamente personal, en gran medida de manera no consciente. Sin embargo, suelen manifestarse a través de la expresión facial, la postura corporal y la conducta.

Las emociones no solo influyen en nuestro estado de ánimo, sino también en rasgos del carácter, la personalidad y los patrones de respuesta conductual. De este modo, en cierta medida, regulan la forma en que respondemos ante situaciones que provocan alegría o placer, así como ante aquellas que generan tristeza, irritabilidad o enojo.

Existencia serotoninérgica

En nuestro Sistema Nervioso Central (SNC) existen diversas sustancias químicas y estructuras celulares involucradas en la síntesis, almacenamiento y liberación de neurotransmisores, los cuales regulan la actividad del sistema nervioso. La actividad cerebral resultante de estas interacciones permite dar respuesta a los distintos estímulos a los que estamos expuestos.

Hace casi un siglo, en Italia, los científicos Vittorio Erspamer y Amedeo Viale descubrieron una sustancia hasta entonces desconocida, producida por células del intestino y con la capacidad de estimular la contracción intestinal, a la que denominaron “enteramina”.

En la década de 1940, el científico Irvine Page y su grupo de trabajo identificaron en el plasma sanguíneo una sustancia con efecto vasoconstrictor. A partir de la fusión de las palabras *serum* y *tonic* surgió el término “serotonina”. Posteriormente se demostró que la enteramina y la serotonina correspondían a la misma molécula.

Una década después, la bioquímica Betty Twarog demostró que la serotonina estaba presente en el cerebro de mamíferos y que participaba en la comunicación entre neuronas, es decir, que actuaba como neurotransmisor. Este hallazgo marcó un punto de inflexión en el ámbito científico y dio paso al creciente interés por el estudio de la serotonina en el cerebro.

Una hipótesis temprana

En su búsqueda por comprender cada vez más los mecanismos biológicos implicados en los trastornos del estado de ánimo, los científicos propusieron que la serotonina podría desempeñar un papel central en su regulación. Esta idea fue planteada por investigadores como Alec Coppen, quien resaltó la importancia de las monoaminas y contribuyó a formular la llamada “hipótesis monoaminérgica” de la depresión.

De manera general, esta hipótesis sostenía que alteraciones —en particular disminuciones funcionales— en neurotransmisores como la noradrenalina, la dopamina y, especialmente, la serotonina, estaban asociadas con los trastornos del estado de ánimo. Asimismo, sugería que una menor disponibilidad de serotonina podría observarse en pacientes con depresión y ansiedad, sin establecer una relación causal simple o exclusiva.

Aunque en retrospectiva esta idea resulta simplificada, fue fundamental para abrir la puerta al desarrollo de tratamientos en la medicina psiquiátrica. Un ejemplo de ello son los Inhibidores Selectivos de la Recaptura de Serotonina (ISRS), como la fluoxetina, un fármaco utilizado actualmente en el tratamiento de la depresión y diversos trastornos de ansiedad.

El papel de la serotonina en las últimas décadas ha sido relevante y objeto de amplio debate científico. Pero entonces surge la pregunta: ¿por qué la serotonina?

La raíz química

Aunque el número de neuronas serotoninérgicas es pequeño en comparación con el total de neuronas del SNC, la serotonina participa en la regulación de múltiples funciones, como la conducta social, la digestión, el sueño, la atención, el estado de ánimo y la ansiedad.

La idea inicial, aparentemente sencilla, deja de serlo al considerar que la serotonina cumple diversas funciones y actúa principalmente como un modulador con múltiples roles, más que como un regulador único de la conducta emocional.

Las características del sistema serotoninérgico y muchas de sus funciones se originan en una estructura particular: los núcleos del rafe. Estos núcleos se localizan en el tallo cerebral y, como las raíces de una planta, envían proyecciones que se extienden y conectan con gran parte del SNC (Ren et al., 2018). Entre las principales regiones con las que se conectan se encuentran la corteza prefrontal, asociada con la toma de decisiones; el hipocampo, implicado en la memoria; el tálamo, relacionado con el estado de alerta y la conciencia; y la amígdala, involucrada en las respuestas emocionales, incluida la ansiedad, entre otras.

La serotonina se forma a partir del triptófano, un aminoácido esencial que se obtiene a través de la dieta. Sin embargo, al considerar sus funciones y metabolismo, existen puntos clave que deben destacarse. El triptófano se ingiere mediante alimentos como pavo, pollo, cerdo, carnes rojas, pescado, huevos, leche,

frijoles, nueces y avena. Aunque este aminoácido participa en diversas rutas metabólicas, una de ellas es la síntesis de serotonina (Parajulee y Kim et al., 2023).

Cuando el triptófano se encuentra en las neuronas adecuadas, sufre una serie de transformaciones químicas mediadas por enzimas como la triptófano hidroxilasa (TPH), particularmente la isoforma cerebral TPH2, y la L-aminoácido aromático descarboxilasa. A través de estas reacciones se produce finalmente serotonina en el cerebro (Grifka-Walk et al., 2021).

En el SNC existen receptores localizados en la superficie celular a los cuales se une la serotonina. La activación de estos receptores desencadena cascadas de señalización complejas, lo que explica la diversidad de efectos que este neurotransmisor puede ejercer, en contraste con las interpretaciones iniciales más simples.

Así como en la vida existen decisiones que conducen a múltiples caminos — una analogía quizá exagerada—, algo similar ocurre con los neurotransmisores cuando se activan ante un estímulo. Estos pueden interactuar con distintas estructuras cerebrales de diversas formas y con distintos propósitos, dando lugar a respuestas variadas, algunas incluso con efectos opuestos según el contexto.

¿Bajas concentraciones?

Las raíces de las plantas forman una red compleja que se nutre del suelo y de los nutrientes disponibles; a largo plazo, su objetivo es crecer, florecer y defenderse de

plagas que interfieran con su desarrollo. Sin embargo, pensar que la tierra y los nutrientes son los únicos factores que influyen no explica por completo cómo florece una planta.

Durante décadas, la hipótesis monoaminérgica fue la idea predominante tanto en la investigación científica como en la cultura popular, simplificada en la noción de que menos serotonina equivale a ansiedad o depresión. No obstante, esta visión ha sido ampliamente cuestionada. La ansiedad y la depresión son trastornos complejos que involucran factores genéticos, ambientales, sociales y biológicos, además de alteraciones en neurotransmisores, procesos inflamatorios y estrés oxidativo.

Actualmente se comprende que la serotonina interactúa con múltiples circuitos y no actúa de forma lineal. Funciona como un modulador dentro de un ecosistema químico interdependiente, más que como una “hormona de la felicidad” responsable única de los estados afectivos.

Diversos factores ambientales, psicológicos, sociales y biológicos pueden desencadenar un desequilibrio en este entorno cerebral, exponiéndolo a “plagas” como el estrés, que complican la vida diaria y pueden contribuir al desarrollo de trastornos emocionales como la ansiedad y la depresión (Bremshey et al., 2024).

Aunque la ansiedad es una emoción natural, cuando se presenta de manera persistente, con cambios conductuales y sensaciones como miedo o angustia desproporcionados respecto al estímulo, puede considerarse un trastorno emocional.

A nivel conductual, la información sensorial sigue distintas vías cerebrales, entre ellas la ruta tálamo-corteza-amígdala, que permite evaluar la relevancia emocional de un estímulo y su posible impacto en la supervivencia. En estos procesos participan neurotransmisores como glutamato, GABA y serotonina, así como hormonas como adrenalina y noradrenalina. También intervienen regiones cerebrales como la corteza prefrontal, el hipocampo y los ganglios basales, que modulan la respuesta motora y conductual.

El cerebro recibe la información y el cuerpo actúa: huir, evitar, atacar o permanecer inmóvil. La serotonina no activa ni desactiva directamente estas respuestas, pero modula la reactividad de áreas como la amígdala y la corteza prefrontal, así como la intensidad y duración de la respuesta al estrés.

Por ello, actualmente se acepta que la ansiedad no se explica por una simple falta de serotonina, sino por una desregulación de circuitos interconectados. Un ejemplo de esta interacción es la relación entre la serotonina y el ácido gamma-aminobutírico (GABA). El GABA es un neurotransmisor inhibitorio que contribuye al equilibrio de la actividad neuronal y a estados de relajación (Qian et al., 2023). En los núcleos del rafe, neuronas GABAérgicas influyen en la liberación de serotonina, regulando su actividad.

Las alteraciones en estos sistemas pueden contribuir a cambios fisiológicos, psicológicos y conductuales como taquicardia, temblores, miedo, inquietud, sudoración, dificultad para concentrarse o respirar, entre otros.

Flavonoides

Mientras los neurocientíficos se centran en comprender la complejidad de los trastornos emocionales, de forma paralela ha surgido interés en el estudio de plantas y sus componentes activos. Entre ellos se encuentran los flavonoides, un amplio grupo que incluye flavonas, isoflavonas, flavonoles, flavanonas y chalconas.

Los flavonoides son pigmentos naturales ampliamente distribuidos en las plantas, donde cumplen funciones de protección frente a agresiones ambientales. De manera interesante, algunos estudios sugieren que ciertos flavonoides pueden ejercer efectos biológicos en el cerebro, aunque estos efectos no necesariamente replican de forma directa su función en las plantas.

La estructura química de los flavonoides es determinante para sus propiedades biológicas. Dentro de este grupo destacan las flavonas, a las que se les han atribuido actividades antioxidantes, antiinflamatorias, hepatoprotectoras, antivirales, anticancerígenas y neuroprotectoras. Además, estudios preclínicos han explorado su posible papel en trastornos emocionales como la ansiedad y la depresión (German-Ponciano et al., 2018).

Una de las flavonas más estudiadas es la crisina, un metabolito secundario presente en *Passiflora caerulea* y, en menor cantidad, en *Matricaria chamomilla*. En modelos animales, la crisina ha mostrado influir sobre los sistemas GABAérgico y serotoninérgico, lo que podría relacionarse con efectos ansiolíticos y antidepresivos observados en roedores (Rodríguez-Landa et al., 2022).

Este flavonoide también ha mostrado propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, así como la capacidad de modular niveles del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) y del factor de crecimiento nervioso, proteínas involucradas en la supervivencia y plasticidad neuronal (Filho et al., 2015).

Los estudios sugieren que la crisina puede atravesar la barrera hematoencefálica y actuar mediante múltiples mecanismos, lo que refuerza la idea de que estos compuestos podrían influir en sistemas de regulación complejos. Sin embargo, la mayor parte de esta evidencia proviene de estudios preclínicos.

Existe cierta evidencia que relaciona dietas ricas en flavonoides con efectos positivos sobre el estado de ánimo en estudios en niños y adultos. No obstante, la toxicidad y los posibles efectos adversos rara vez se evalúan de manera exhaustiva, lo que impide garantizar su seguridad en humanos (Khalid et al., 2017). Por ello, no puede asumirse que un compuesto sea seguro únicamente por su origen natural. Estas investigaciones no sugieren que los flavonoides sustituyan los tratamientos actuales, sino que, en todo caso, podrían considerarse como posibles complementos con un papel preventivo o modulador, más que curativo. Así, ciertos componentes de las plantas, como los flavonoides, pueden entenderse metafóricamente como un “abono” potencial para el cerebro, una idea que resulta estimulante, pero que también invita a la cautela.

Conclusión

Los trastornos emocionales representan una raíz compleja en la que convergen múltiples factores aún en estudio. Lo positivo reside en reconocer que el cerebro es un sistema dinámico, sensible a señales ambientales y metabólicas, y quizá, en ese sentido, no somos tan distintos de las plantas.

Referencias

- Bremshey S, Groß J, Renken K and Masseck OA (2024). The role of serotonin in depression-A historical roundup and future directions. *Journal of Neurochemistry* 168(9):1751-1779.
- German-Ponciano LJ, Rosas-Sánchez GU, Rivadeneyra-Domínguez E and Rodríguez-Landa JF (2018). Advances in the Preclinical Study of Some Flavonoids as Potential Antidepressant Agents. *Scientifica*: 2963565.
- Grifka-Walk HM, Jenkins BR and Kominsky DJ (2021). Amino Acid Trp: The Far Out Impacts of Host and Commensal Tryptophan Metabolism. *Frontiers in Immunology* 12:653208.
- Khalid S, Barfoot KL, May G *et al.* (2017). Effects of Acute Blueberry Flavonoids on Mood in Children and Young Adults. *Nutrients* 9(2):158.
- Parajulee A and Kim K (2023). Structural studies of serotonin receptor family. *BMB Reports* 56(10):527–536.
- Qian X, Zhao X, Yu L *et al.* (2023). Current status of GABA receptor subtypes in analgesia. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie* 168:115800.
- Ren J, Friedmann D, Xiong J *et al.* (2018). Anatomically Defined and Functionally Distinct Dorsal Raphe Serotonin Sub-systems. *Cell* 175(2):472-487.

Rodríguez-Landa JF, German-Ponciano LJ, Puga-Olguín A and Olmos-Vázquez OJ (2022). Pharmacological, Neurochemical, and Behavioral Mechanisms Underlying the Anxiolytic- and Antidepressant-like Effects of Flavonoid Chrysin. *Molecules* 27(11):3551.

Manuscrito aceptado