

El rápido viaje del miedo en la amígdala cerebral

Por primera vez, un equipo internacional de científicos ha demostrado que la amígdala cerebral humana es capaz de extraer información de manera ultrarrápida sobre posibles amenazas que aparecen en la escena visual. Con el estudio de amígdalas de pacientes que tenían implantados electrodos en estas regiones para diagnosticar epilepsia, los expertos han conseguido nuevos datos sobre cómo viaja la información entre el circuito visual y el emocional.

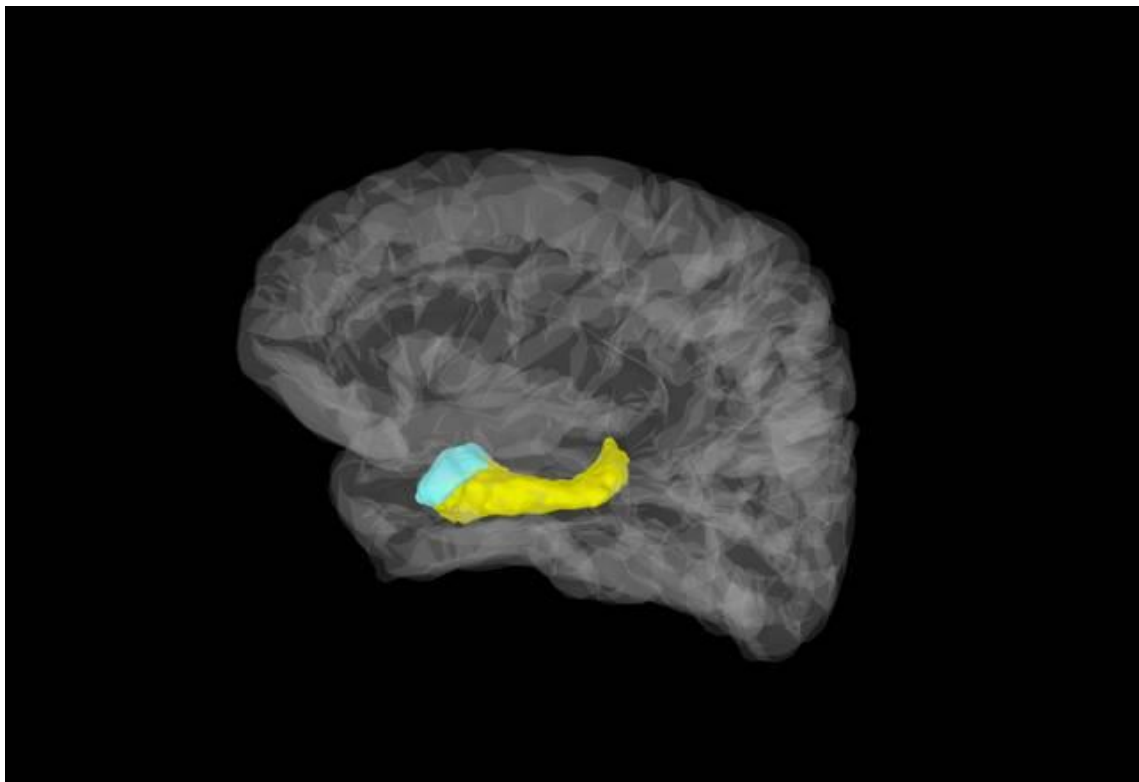


Imagen cerebral en la que aparecen coloreadas la amígdala (azul) y el hipocampo (amarillo). / Stephan Moratti

La amígdala es una estructura clave en el procesamiento de las emociones que forma parte del sistema límbico. A diferencia de la corteza –parte externa que cubre los dos hemisferios y donde se localizan las funciones cognitivas superiores como el procesamiento

visual o el lenguaje-, la amígdala se sitúa en la parte interna del cerebro.

“Su localización es privilegiada; es una de las estructuras más populares, al conectar y recibir conexiones de varias áreas en distintos niveles, y ser capaz de desencadenar cambios fisiológicos o respuestas del sistema nervioso autónomo”

La presencia o ausencia de estrés son indicadores potenciales del bienestar animal. A lo largo de la evolución las especies han desarrollado mecanismos fisiológicos y comportamentales para enfrentarse con el estrés, por lo cual únicamente se amenaza la comodidad y vitalidad del ganado cuando se produce un cambio biológico significativo que pone en riesgo el confort y la salud. Por esta razón, los síntomas del síndrome general de adaptación, lejos de indicar sufrimiento, pueden estar exponiendo que el animal tiene una buena respuesta al medio. Asimismo, las respuestas al estrés no son simples ni constantes sino que dependen de la duración e intensidad del estímulo y de la experiencia de los animales. En los textos académicos se define al estrés haciendo referencia a un estímulo estresor y a la respuesta que genera. Desde este punto de vista, el estrés se puede definir como una respuesta biológica producida cuando un individuo percibe una amenaza a su homeostasis. Este término, definido por Walter Cannon, describe un estado estable de parámetros fisiológicos, al que se puede llegar mediante el equilibrio de los mismos dentro de los límites tolerables por diversos mecanismos. Tal esfuerzo se desarrolla en tres etapas consecutivas denominadas: fase de alarma simpática (breve, fugaz), fase de resistencia (duradera, estrés) y fase de agotamiento (pérdida de la adaptación y ruptura del estado de salud; distrés). Por lo tanto, resulta importante determinar cuándo el estrés se transforma en distrés y cómo medir ambos. Las amenazas o estímulos que alejan al individuo de la homeostasis se conocen como

agentes estresantes o estresores. Estos últimos se pueden dividir en varios grupos según su naturaleza, duración e intensidad. Según la duración de la respuesta generada, se clasifican en agudos (simples y de duración limitada) o crónicos (duración prolongada). Un estresor agudo puede pasar a tener una respuesta de estrés crónico si se presenta en forma repetida o cuando su intensidad es anormalmente alta.

Los estresores pueden ser físicos (daño, sobreexigencia, excesivo calor o frío, ruidos) o psicológicos (eventos inesperados, frustración, aislamiento, separación maternal, hechos traumáticos). Todos estos tipos de estresores inducen diferentes respuestas, tanto conductuales como fisiológicas. La respuesta o defensa biológica contra el agente estresante consiste en alguna combinación de las posibles réplicas generales: la comportamental, la del sistema nervioso autónomo, la neuroendocrina y la inmune. Como resultado se alterará la función biológica, de manera que se producirá un desplazamiento de los recursos lejos de actividades que ocurrían antes de la actuación del estresor, denominándose a este cambio el "costo biológico del estrés". Si éste es prolongado o de gran magnitud, el costo se hace muy elevado y la respuesta supone una carga significativa para el organismo. Las respuestas conductuales pueden disminuir el riesgo y alejar al individuo del peligro, pero también pueden agravar las consecuencias fisiológicas a través de comportamientos autodestructivos. Esta respuesta incluye alteraciones en los umbrales cognitivos y sensoriales, aumento del estado de alerta, estimulación de la memoria selectiva y supresión de conductas reproductivas. La respuesta fisiológica (incremento de la presión arterial, aumento de la frecuencia cardíaca, elevación de los niveles de glucocorticoides, alteraciones metabólicas e impedimento de realización de las funciones cognitivas) comienza con la activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HPA), el sistema nervioso autónomo y el sistema inmune (SI),

cuyos mediadores fisiológicos son los glucocorticoides (GC), catecolaminas y citoquinas respectivamente. Todos inician eventos celulares que promueven cambios adaptativos en las células y en los tejidos, protegiendo al organismo y promoviendo su supervivencia. En la Figura 1 se muestran las principales estructuras anatómicas involucradas y el funcionamiento del eje HPA.

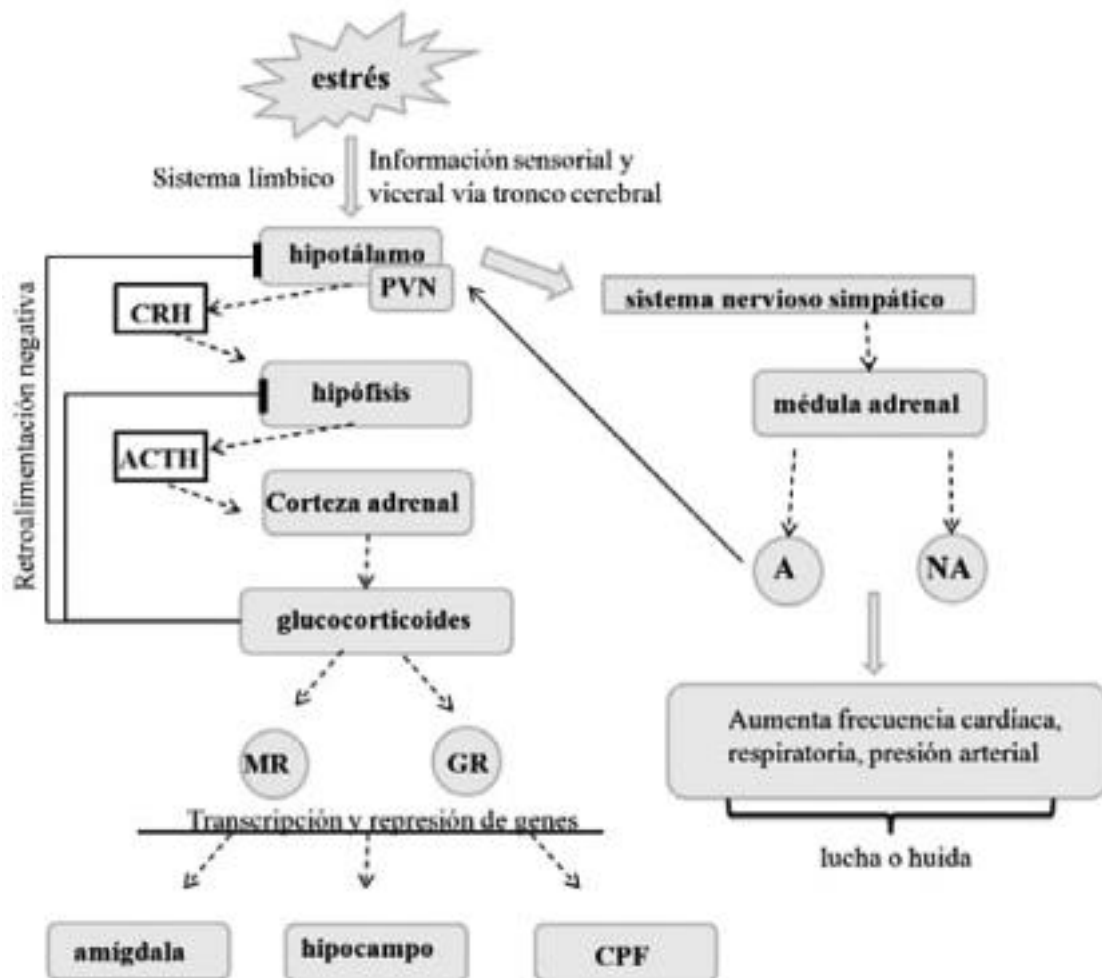


Figura 1. Respuesta al estrés: estructuras anatómicas involucradas en la activación del eje hipotálamo-hipófisisadrenal. A: adrenalina, NA: noradrenalina, PVN: núcleo paraventricular, MR: receptor de mineralocorticoides, GR: receptor de glucocorticoides, CPF: corteza prefrontal.

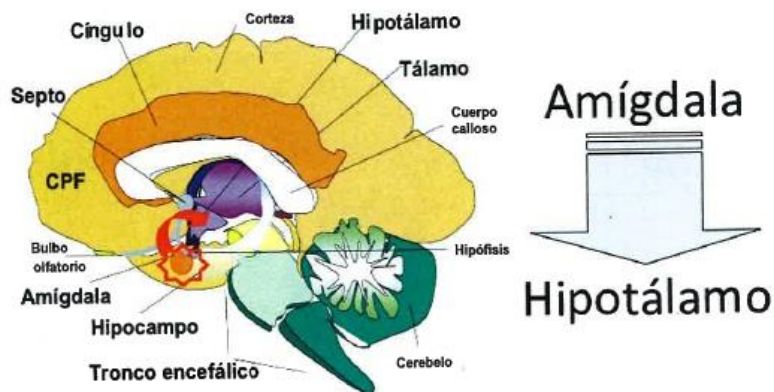
Generalmente, cuando el estímulo estresante cesa, también lo hace la respuesta que éste desencadenó en el organismo, el

cual regresa a su equilibrio original. Por otro lado, si el estresor es muy intenso o de larga duración, lleva al organismo a establecer un nuevo equilibrio, que puede ser beneficioso o perjudicial. El eje HPA es la respuesta neuroendocrina responsable de la regulación de la secreción de GC en la corteza adrenal y de desencadenar las respuestas ante una situación de estrés. Es solamente una parte del gran sistema central que integra las respuestas comportamentales, neuroendocrinas, autonómicas e inmunes frente a alteraciones en la homeostasis. **Una experiencia estresante desencadena la rápida activación del hipotálamo,** que estimula al sistema nervioso simpático, el cual inicia la **reacción de "lucha o huida"** liberando adrenalina y noradrenalina de la médula adrenal, lo que conduce a una respuesta fisiológica. Además, se activa el eje HPA comenzando con la secreción de la hormona liberadora de corticotrofina (CRH) desde el hipotálamo, la cual promueve la liberación de la hormona adrenocorticotropa de la hipófisis, que estimula la liberación de GC en la corteza adrenal. **Los GC se unen a dos tipos de receptores, los de mineralocorticoides y los de glucocorticoides, que se encuentran especialmente en la amígdala, el hipocampo y la corteza prefrontal, además de los órganos periféricos.** De esta manera se regula la transcripción y la represión de genes que conducen a cambios a largo plazo y se inhibe el eje HPA por retroalimentación negativa. Los GC son hormonas esteroideas liberadas por la corteza adrenal. Su principal exponente es el cortisol. Los GC alcanzan todos los órganos a través del sistema circulatorio, estimulan la gluconeogénesis y la glucógeno lisis y aumentan la proteólisis y la lipólisis. Además, movilizan sustratos para el metabolismo energético, para amortiguar la respuesta primaria al estrés y las reacciones inmunes e inflamatorias mediante sus efectos rápidos. El mecanismo subyacente implica una respuesta integrada, que comienza con cambios que llevan a modulaciones más lentas que involucran la transcripción de genes. Actualmente hay evidencias suficientes que demuestran que las consecuencias negativas que un estímulo aversivo

tiene para el animal, no dependen de la naturaleza física de dicho estímulo, sino más bien de la medida en que el animal puede preverlo y controlarlo. Por consiguiente, se ha sugerido que el término "estrés" debería utilizarse sólo cuando la situación a la cual se enfrenta el animal excede la capacidad de regulación del organismo, especialmente cuando dicha **situación implica un cierto grado de imprevisibilidad y falta de control -> Ejemplo: situación en que los bovinos son arreados hacia un camión que nunca han visto en su vida...luego pasan por un transporte y, finalmente llegan a una planta faenadora, donde no solamente la rampa de descarga es algo nuevo, sino también los ruidos (personas, instalaciones), donde son arreadas y esperan en un corral desconocido.**

El trabajo de rutina con la hacienda en un sistema extensivo incluye el arreo, la pasada por corrales y manga para prácticas zootécnicas y luego el retorno al pastoreo en el campo. Durante estas tareas, especialmente si el personal no es idóneo, cuando hay apuro o poco control, los animales están expuestos a sufrir los más variados agentes estresores; heridas, a veces fracturas, latigazos, pinchazos y descargas eléctricas, gritos, ladridos, mordeduras, roturas de cola, es decir una amplia gama de agresiones a las que deben adecuar su conducta de adaptación, reacción y resistencia. Aunque el manejo y la inmovilización no sean dolorosos, pueden inducir niveles muy elevados de cortisol, hecho demostrado tanto en ovinos como en bovinos. El nivel de estrés causado por un procedimiento de manejo -como la inmovilización en una manga de compresión- está determinado por la forma en que el animal percibe los estímulos. El estrés causado por un manejo indoloro depende del nivel de miedo.

activación



El análisis de las amígdalas les ha permitido a los científicos conseguir la primera prueba directa en seres humanos de que esta área, por sí misma, puede ser capaz de extraer información **muy rápido** respecto a posibles amenazas o estímulos biológicamente relevantes en la escena visual, antes de recibir la información visual más fina procesada en el neocórtex.

Lo que los autores han descubierto es que la información gruesa que la amígdala maneja sobre la escena visual **–antes de que le llegue la información desde la corteza– la hace sensible a estímulos biológicamente relevantes, como podría ser la expresión de miedo de una persona que se encuentre cerca, que pone en alerta al individuo para buscar dónde está el peligro.**

“Partíamos de la hipótesis de que, si la **amígdala presenta una respuesta emocional temprana, esta será mayor para la emoción negativa**”.

Esta información nos permite entender mejor por qué el miedo, muchas veces, está fuera de nuestro control voluntario.

FACTORES QUE GENERAN ESTRÉS EN EL GANADO

De manera natural los animales presentan una actitud de alerta y reaccionan ante cualquier estímulo novedoso que observan o escuchan; es un comportamiento innato que le permite sobrevivir en estado libre. **En animales de producción los generadores de estrés pueden ser divididos en factores físicos, sociales (resultantes de las interacciones con los individuos de la misma especie) y las prácticas relacionadas con el manejo.** Son estímulos, internos o externos, que activan involuntariamente el eje HPA generando una respuesta al estrés. Su origen es multifactorial, por lo cual sus causas son difíciles de cuantificar, tipificar y por lo tanto controlar.

El estrés afecta negativamente los procesos de obtención de carne tanto en los rendimientos físicos como en la calidad del producto. El estrés afecta negativamente los procesos de obtención de carne tanto en los rendimientos físicos como en la calidad del producto.

¿Los animales pueden sufrir trastorno de estrés postraumático?

Las experiencias atemorizantes pueden tener efectos duraderos en la vida de los animales (igual que nos sucede a nosotros, los humanos).

En los últimos años, se han hecho algunos descubrimientos sorprendentes sobre los animales que han cambiado nuestra percepción de que sólo el humano puede vivir un estrés postraumático. Aunque hayan evolucionado de manera diferente a nosotros, y carezcan de tecnologías o lenguaje, eso no significa que

muchos de los sentimientos o experiencias que considerábamos exclusivamente nuestras también formen parte de su reino.

El miedo es uno de ellos. En general, es bastante corriente pensar que, aunque el temor es un rasgo evolutivo que nos ayuda a sobrevivir de las amenazas, los complicados sentimientos que vienen con él cuando es extremo son una competencia exclusivamente nuestra. Estrés, depresión u otros trastornos provenientes de un temor que paraliza son algo con lo que muchas personas (desgraciadamente) tienen que convivir.

Las madres más estresadas tienen bebés más pequeños y los niveles elevados de la hormona del estrés también se transmiten de madres a hijas.

El miedo puede alterar el comportamiento y la fisiología de los animales. Las madres más estresadas tienen bebés más pequeños y los niveles elevados de la hormona del estrés también se transmiten de madres a hijas, lo que por ejemplo, ralentizó las tasas de reproducción de las liebres incluso después de que los depredadores hubiesen muerto y hubiese vegetación abundante y disponible para que comieran si sentir peligro. Esto se ha llegado a comparar con el estrés sufrido por aquellas mujeres que vivieron la II Guerra Mundial y cuyo estrés pasó posteriormente a sus hijos que no habían vivido la situación.

No solo sucede con los animales más pequeños y, por tanto, vulnerables. Según informa el ecólogo Graeme Shannon en un reciente artículo publicado en '[BBC](#)', hay paralelismos interesantes entre humanos y elefantes: el trauma en la niñez y la falta de una familia estable son los principales factores de riesgo de trastorno de estrés postraumático en las personas. Y

entre los elefantes que han experimentado traumas han presenciado un cambio radical, tanto en su desarrollo como en su comportamiento a medida que maduran. Pueden permanecer en alerta máxima años después de una experiencia aterradora y reaccionar con mayor agresión.

La mayoría de personas con trastorno de estrés postraumático quedan traumatizadas en combate, ataques criminales o accidentes de coche. Los recuerdos intrusivos del trauma, el estado constante de alarma que puede desgastar las defensas del cuerpo y provocar una enfermedad física surgen de los mismos circuitos cerebrales antiguos que mantienen a la liebre o a la jirafa alerta de lince o leones hambrientos. La amígdala crea recuerdos emocionales y tiene una conexión importante con el hipocampo, que forma recuerdos conscientes de eventos cotidianos y los almacena en diferentes áreas del cerebro. Las personas u otros animales con amígdalas dañadas no pueden recordar la sensación de miedo y, por lo tanto, no evitan el peligro.

Los recuerdos intrusivos del trauma surgen de los mismos circuitos cerebrales antiguos que mantienen a la liebre o a la jirafa alerta de lince o leones hambrientos.

Los estudios de imágenes cerebrales han demostrado que las personas con TEPT tienen menos volumen en el hipocampo, una señal de que la neurogénesis (el crecimiento de nuevas neuronas) está alterada. La neurogénesis es esencial para olvidar o poner los recuerdos en perspectiva. El mismo patrón se ha mostrado en ratones salvajes o peces que viven con altos niveles de amenaza de depredadores.

A pesar de todas estas evidencias de que una amplia gama de animales experimentan impactos a largo plazo debido al estrés extremo, muchos psicólogos todavía ven el TEPT como un problema exclusivamente

humano. Una muestra más de ese antropocentrismo (centrarnos sólo en el humano) del que hablábamos al principio. Por suerte, para nuestras mascotas que sufran estrés hay juguetes con los que podemos calmarlos, aunque también es importante hablarlos de manera relajada, no castigarlos y recompensarlos cuando estén tranquilos para no reforzar su miedo y ayudarles a [gestionar la situación](#). En el fondo, todos buscamos lo mismo, pues no somos tan distintos.

Casos conocidos como Gunner, el perro detector de bombas en Afganistán, o el perro que recibió un disparo por parte de un policía en una persecución, y casos domésticos, que no se difunden pero que son más comunes de lo que piensas, nos dicen que cualquier perro puede sufrir de [trastorno de estrés postraumático \(TEPT\)](#).

¿Qué puede causar estrés postraumático en perros?

Los perros que pasan por situaciones de tensión extrema pueden desarrollar TEPT. Ante un evento terrible, la glándula suprarrenal de un perro libera hormonas catecolaminas en respuesta a la situación.

Factores que pueden causar estrés postraumático en perros son los desastres naturales, [tormentas peligrosas](#), accidentes automovilísticos, accidentes domésticos, trauma físico o emocional por la interacción con personas u otros animales, [cirugías](#), enfermedades, entre otros.