elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

Recordar para decidir: entre el peligro y la recompensa

Óscar Enciso-Pablo[1]* y Francisco Sotres-Bayón[2]

[1] Programa de Doctorado en Ciencias Bioquímicas, Universidad Nacional Autónoma de México

[2] Instituto de Fisiología Celular, Universidad Nacional Autónoma de México

* Dirección para correspondencia: oenciso@ifc.unam.mx

Manuscrito aceptado

Muchas de las decisiones más importantes surgen cuando aquello que queremos también implica un riesgo. Podemos cruzar una avenida para llegar antes, aceptar una oportunidad que requiere dejar una situación conocida o acercarnos a una persona aun sabiendo que existe la posibilidad de rechazo. En todos estos casos hay una recompensa posible, pero también un costo. Decidir implica considerar qué vale más en ese momento: acercarse a lo deseado o mantenerse a salvo.

Aunque este tipo de decisiones parecen exclusivamente humanas, expresan un problema biológico general. De manera similar, los animales deben decidir si abandonar un refugio para buscar alimento aun cuando existe la posibilidad de encontrar un depredador, o si explorar un ambiente desconocido o evitar un lugar asociado con peligro. En ambos casos, la decisión consiste en balancear los beneficios potenciales frente a los posibles costos utilizando experiencias previas (Figura 1. Por eso, estudiar cómo se toman estas decisiones permite acercarse a una pregunta fundamental: ¿cómo usa el cerebro la experiencia para guiar la conducta?

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

Una parte central de esa experiencia está formada por las memorias emocionales. Una calle puede parecernos segura hasta que recordamos un accidente, y un lugar puede resultar atrayente porque alguna vez obtuvimos algo valioso. Estas experiencias no se guardan como información neutra, sino como recuerdos que adquieren un significado y que nos permiten anticipar las posibles consecuencias de nuestras acciones.

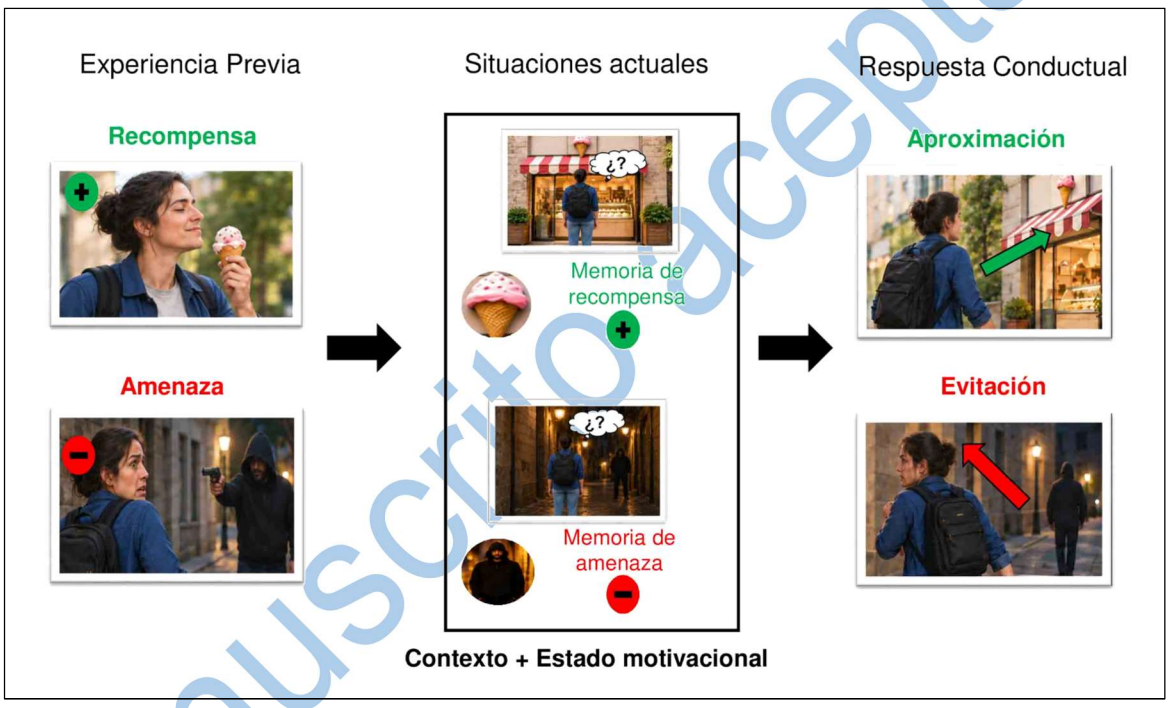


Figura 1. La experiencia previa contribuye a expresar conductas de aproximación y evitación. Una experiencia gratificante o amenazante genera memorias emocionales que pueden recuperarse al encontrar situaciones similares. Estas memorias aportan información para anticipar posibles consecuencias. Estas respuestas también dependen del contexto y del estado motivacional del individuo,

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

El pasado influye en el presente

Las memorias emocionales permiten asignar valor a nuestras experiencias. Un estímulo que al principio no significaba nada puede convertirse en una señal de amenaza si se asocia con una experiencia aversiva, o en una señal de oportunidad si se asocia con una recompensa.

En este artículo usamos el término “memoria emocional” para referirnos a los recuerdos de experiencias que han adquirido un valor biológico, como los ejemplos antes mencionados. Estas memorias pueden influir sobre la conducta futura, pero no la determinan por sí solas, porque interactúan con el contexto, el estado motivacional, la experiencia reciente y las consecuencias esperadas de cada acción. Gracias a estas asociaciones, el cerebro puede anticipar consecuencias antes de que ocurran. Recordar, desde esta perspectiva, no es solo conservar información, sino utilizarla para actuar.

La función predictiva de la memoria es especialmente útil en ambientes cambiantes. Un organismo que recuerda dónde encontró alimento o dónde apareció un peligro no necesita aprenderlo todo desde cero cada vez que se enfrenta al mundo. Sin embargo, la situación se vuelve más compleja cuando una misma escena activa recuerdos con valores opuestos.

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

Cuando dos memorias compiten

Una decisión bajo conflicto puede entenderse como una competencia entre memorias emocionales que favorecen conductas opuestas. Una memoria puede indicar que conviene acercarse, mientras otra advierte que hacerlo implica un posible riesgo. La conducta final depende, en parte, del peso relativo que cada memoria adquiere en ese momento. Cada experiencia aprendida puede variar su importancia según el contexto.

Una parte importante de la neurociencia del aprendizaje ha estudiado por separado los mecanismos relacionados con amenaza y recompensa, aunque existe también una larga tradición experimental sobre conflicto aproximación-evitación y decisiones costo-beneficio. Estos enfoques han permitido entender cómo se asigna valor a distintas alternativas. Por un lado, el condicionamiento del miedo ayudó a comprender cómo una señal neutra adquiere valor aversivo, mientras que los estudios de aprendizaje instrumental mostraron cómo una acción puede repetirse porque produce recompensa. Ambos enfoques fueron fundamentales para comprender las bases de la formación de memorias emocionales, pero dejaron abiertas preguntas importantes: ¿qué ocurre cuando una memoria de amenaza y una de recompensa se recuperan al mismo tiempo? ¿Cómo decide el cerebro cuál de ellas debe guiar la conducta? Estas preguntas requieren estudiar no solo memorias aisladas, sino memorias emocionales en competencia.

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

La competencia no ocurre en una sola región cerebral. Estos procesos dependen de redes cerebrales distribuidas: distintas subregiones dentro de la amígdala, el estriado y la corteza prefrontal participan en componentes del aprendizaje, la valoración, la motivación y el control de la conducta, y sus contribuciones dependen del contexto y de sus conexiones con otras regiones. La decisión surge de la interacción entre estos sistemas, no de una estructura aislada. Además, para abordar estas preguntas se necesitan modelos experimentales que reproduzcan conflictos motivacionales. No basta con presentar amenazas y recompensas aisladas. Es necesario crear una situación en la que ambas opciones sean valiosas y el animal deba resolver cuál de ellas guiará su conducta. Ahí es donde la evitación activa mediada por plataforma ofrece una herramienta especialmente útil.

Del miedo a una elección

Cuando aquí hablamos de decidir o elegir nos referimos a cambios observables en la respuesta conductual entre aproximación y evitación, sin asumir una deliberación consciente equivalente a la humana. La evitación activa mediada por plataforma (Platform-Mediated Avoidance, PMA) fue desarrollada originalmente para estudiar cómo un animal responde de manera activa ante una amenaza. En esta tarea, una rata aprende a presionar una palanca para obtener una recompensa y también aprende que un tono predice una descarga eléctrica leve y que puede evitarla

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

subiendo a una plataforma que funciona como un sitio seguro. De este modo, la tarea combina un componente apetitivo y otro aversivo. Este diseño inicialmente permitió separar mejor la evitación activa de respuestas pasivas como el congelamiento, una respuesta de inmovilidad defensiva que puede dificultar distinguir si el animal no actúa porque está paralizado por la amenaza o porque no ha aprendido qué hacer (Figura 2).

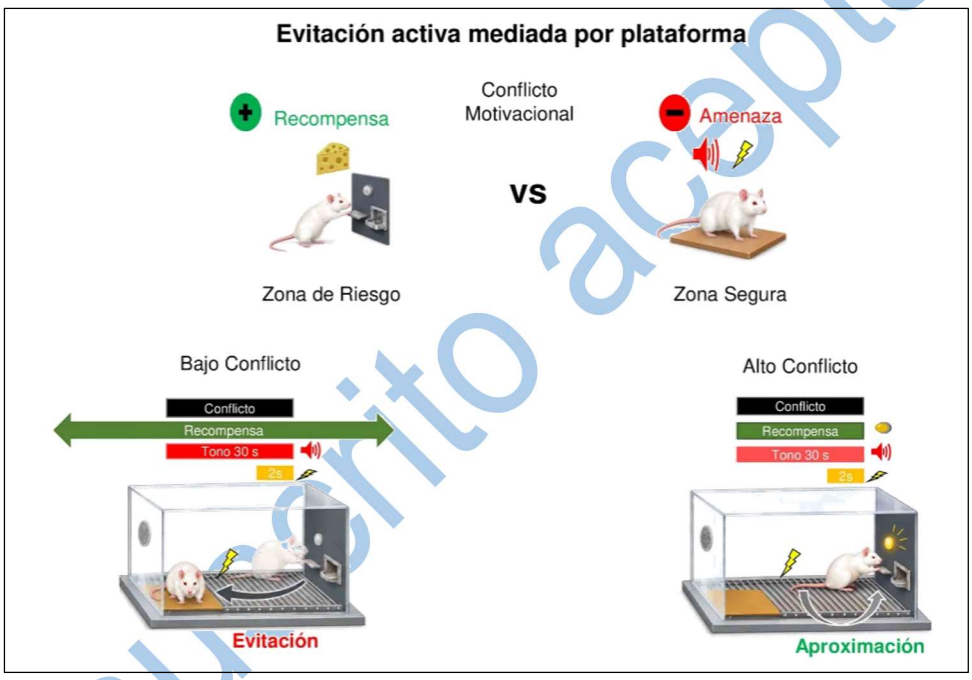


Figura 2. Evitación activa mediada por plataforma. Las ratas aprenden a presionar una palanca para obtener recompensa y a subir a una plataforma segura para evitar una descarga eléctrica, señalada por un tono. **Izquierda, bajo conflicto**: la recompensa está disponible durante la sesión, sin una señal de recompensa concurrente con el tono. Subir a la plataforma interrumpe la búsqueda de recompensa, que puede reanudarse al terminar la señal de amenaza. **Derecha, alto conflicto:** una luz señala la oportunidad de obtener recompensa durante el mismo periodo que el tono de amenaza. Esta coincidencia aumenta la competencia entre aproximarse a la palanca a pesar del riesgo de recibir una descarga.

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

La tarea de PMA mostró que evitar activamente una amenaza no es lo mismo que quedarse inmóvil. Regiones como la corteza prelímbica, el estriado ventral y la amígdala basolateral participan en la expresión de la evitación, pero cada una contribuye de manera distinta, mientras que otras contribuyen a modificar o extinguir esa respuesta. Estos hallazgos mostraron que las conductas defensivas activas y pasivas dependen, al menos en parte, de mecanismos neuronales distintos.

El diseño del PMA también contiene una característica que permite hacer preguntas más amplias. Así, una tarea diseñada para estudiar la evitación activa puede convertirse en una herramienta muy útil para estudiar cómo el cerebro resuelve el conflicto entre aproximarse a una recompensa o evitar una amenaza.

Un paradigma que evolucionó

Con el paso de los años, la tarea de PMA ha evolucionado para responder nuevas preguntas sobre la toma de decisiones. En nuestro laboratorio se han incorporado estas modificaciones, lo que ha permitido estudiar nuevos aspectos del conflicto motivacional y ampliar las preguntas que podemos abordar. Actualmente es posible generar diferentes niveles de conflicto que enfrenta un mismo animal y observar cómo cambia su conducta cuando la amenaza y la recompensa adquieren distinto peso relativo. La palanca y la plataforma de seguridad se encuentran en zonas opuestas de la caja de condicionamiento. Para obtener alimento mediante presiones de palanca, el animal debe permanecer fuera de la plataforma, donde puede recibir

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

la descarga cuando se presenta la amenaza. Subir a la plataforma permite evitarla, pero interrumpe la búsqueda de recompensa. Estas condiciones establecen una competencia entre ambas conductas. En la condición de bajo conflicto, la posibilidad de obtener recompensa se mantiene a lo largo de la sesión. Así, el animal puede subir a la plataforma durante la amenaza y retomar después la búsqueda de alimento, por lo que el costo de evitar es relativamente bajo. En la condición de alto conflicto, en cambio, la amenaza y recompensa están señalizadas y se presentan simultáneamente, de modo que ambas tendencias conductuales tienen mayor competencia durante ese momento. En condiciones de bajo conflicto, la respuesta defensiva suele expresarse de manera más homogénea. En condiciones de alto conflicto, los animales asumen en diferentes medidas riesgos de castigo para obtener el alimento. Aunque PMA no es el único modelo disponible para estudiar conflictos aproximación-evitación, ofrece la ventaja de comparar dentro de un mismo marco experimental diferentes condiciones de conflicto usando los mismos elementos.

La medición detallada de la conducta también ha cambiado la forma de interpretar la tarea. Herramientas de rastreo automatizado, como AnyMaze y DeepLabCut, permiten analizar no solo si el animal sube o no a la plataforma, sino cuánto tiempo pasa en diferentes zonas, cuándo se aproxima a la recompensa, cuándo se retira, cuánto explora y cómo cambia su trayectoria durante la prueba. Esta resolución permite identificar conductas más específicas de evaluación de riesgos que antes podían pasar desapercibidas. Al analizar con mayor precisión

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

podemos observar que la conducta no consiste simplemente en elegir entre dos opciones, sino en un proceso dinámico en el que el animal explora, evalúa la situación y ajusta continuamente su comportamiento antes de decidir.

Esta evolución convierte al PMA en una herramienta para estudiar componentes de elección conductual. La pregunta deja de ser únicamente qué circuito permite expresar evitación y pasa a ser cómo el cerebro integra las memorias de amenaza y recompensa para seleccionar una acción. El comportamiento observable se vuelve una vía para inferir cómo se integran la información emocional, motivacional y contextual. En ese punto, el PMA conecta la neurobiología de la defensa con la neurobiología de la decisión.

No todos resolvemos el conflicto igual

Una de las ventajas de estudiar conflicto motivacional es que permite revelar diferencias entre individuos. Animales expuestos al mismo entrenamiento pueden adoptar distintas estrategias cuando enfrentan el mismo dilema: algunos priorizan la seguridad y otros continúan buscando recompensa. Estas diferencias no necesariamente indican diferencias de aprendizaje. Pueden reflejar distintas maneras de utilizar la información aprendida para decidir.

La variabilidad conductual deja de ser un problema cuando se convierte en parte de la pregunta científica. Si dos animales conocen la misma señal de amenaza y la misma fuente de recompensa, pero se comportan diferente, entonces el punto

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

interesante es entender por qué en el cerebro esas memorias influyen de forma diferente sobre la decisión. Algunas estrategias pueden ser ventajosas en ciertos contextos y perjudiciales en otros. Esta variabilidad permite identificar patrones conductuales y preguntarnos qué factores biológicos o ambientales contribuyen a que individuos sometidos a experiencias similares respondan de manera distinta.

Esta perspectiva también abre la posibilidad de estudiar diferencias entre machos y hembras. Durante mucho tiempo la neurociencia conductual se basó principalmente en animales machos, pero hoy sabemos que muchos procesos relacionados con emociones, motivación y estrés pueden diferir entre sexos. En una tarea como el PMA, estas diferencias pueden aparecer no solo en la cantidad de evitación, sino en la forma de resolver el conflicto, cambiar de estrategia.

Ajustar la conducta después del conflicto

Sin embargo, una decisión adaptativa no termina cuando el animal elige entre evitar o acercarse. Después de una experiencia de conflicto, el entorno puede cambiar y requiere de un ajuste en la respuesta. Esta capacidad de modificar la conducta según la experiencia es una forma de flexibilidad conductual.

Tomando esto en cuenta, la combinación de los distintos niveles de conflicto dentro del PMA permite plantear condiciones que requieran flexibilidad. En nuestro paradigma podemos evaluar si, después de experimentar un conflicto entre señales de amenaza y recompensa, el animal vuelve a expresar la evitación cuando se

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

regresa a un escenario donde la señal de amenaza se presenta sin una señal de recompensa concurrente. Utilizamos este cambio para medir el ajuste en la respuesta conductual como una forma de flexibilidad, sin asumir que sea equivalente a extinción, reversión o aprendizaje de una nueva contingencia.

Usar PMA como un modelo para observar el cambio de estrategia puede ayudar a entender por qué algunas decisiones se vuelven rígidas. Esta pregunta conecta los modelos animales con problemas humanos más amplios.

Fármacos, circuitos y decisiones

Una vez que es posible estudiar cómo cambian las decisiones bajo conflicto, también podemos preguntar si esas decisiones pueden modificarse experimentalmente. Las intervenciones farmacológicas durante tareas como el PMA permiten evaluar cómo distintos fármacos alteran el equilibrio entre aproximación y evitación. Un ansiolítico como el diazepam no necesariamente elimina la capacidad de detectar una amenaza, pero puede cambiar la forma en que el animal evalúa el costo de acercarse a una recompensa bajo condiciones de mayor conflicto. Esta distinción es importante porque permite separar la expresión básica de una respuesta defensiva de decisiones más complejas.

Las manipulaciones de circuitos cerebrales permiten avanzar un paso más. Si una región o una vía específica se inhibe durante una fase particular de la tarea, es posible evaluar si participa en expresar la evitación, buscar una recompensa,

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

cambiar de estrategia. En circuitos prefrontales y subcorticales, como aquellos que conectan la corteza prefrontal con estructuras como la habénula lateral, la pregunta central es cómo el cerebro actualiza el valor de las opciones cuando experiencias previas entran en competencia. Así, el PMA permite pasar de describir una elección observable a estudiar los mecanismos neuronales que la hacen posible. Estas manipulaciones permiten evaluar la contribución causal de un circuito a componentes específicos de la conducta, pero su interpretación requiere considerar posibles efectos alternativos sobre movimiento, motivación, memoria u otros procesos cognitivos.

Por qué importa

Comprender cómo el cerebro balancea peligro y recompensa tiene implicaciones más allá del laboratorio. Muchos problemas de salud mental pueden entenderse como alteraciones en la forma de resolver conflictos entre aproximación y evitación.

Los modelos animales no reproducen por completo la complejidad de la experiencia humana, pero permiten estudiar principios biológicos fundamentales. Al controlar la experiencia previa, medir la conducta con precisión y manipular circuitos específicos, podemos observar cómo el cerebro transforma memorias emocionales en acciones. Esta aproximación no busca reducir la conducta humana a la conducta de una rata, sino identificar mecanismos compartidos que ayudan a explicar cómo los organismos resuelven retos de supervivencia. Desde esta perspectiva, el estudio

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

del PMA contribuye a comprender los principios biológicos que permiten al cerebro transformar experiencias pasadas en decisiones adaptativas. Los procesos de aproximación y evitación estudiados en estos modelos también pueden contribuir a comprender algunos componentes de problemas humanos complejos. La evitación excesiva aparece en diversos trastornos relacionados con ansiedad, mientras que la búsqueda persistente de recompensa puede participar en las adicciones. Sin embargo, estas condiciones son multideterminadas y no pueden explicarse únicamente como un desequilibrio entre memorias de amenaza y recompensa.

El objetivo final no es saber solo qué hace un animal en una caja experimental. La pregunta de fondo es cómo el cerebro usa información aprendida para elegir una acción cuando distintas posibilidades tienen valor y costo al mismo tiempo. Ese problema aparece en la naturaleza, en la vida cotidiana y en múltiples condiciones clínicas. Por eso, estudiar una tarea aparentemente sencilla puede revelar principios generales sobre la organización del comportamiento.

Mirando hacia el futuro

Cada vez que un organismo decide entre acercarse a una recompensa o evitar un peligro, el cerebro recupera información aprendida, estima consecuencias y selecciona una acción. La memoria se convierte así en una herramienta para la supervivencia.

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

Paradigmas como el PMA permiten observar esa competencia con una resolución cada vez mayor. Al combinar el análisis del comportamiento con herramientas para estudiar circuitos cerebrales, esta tarea permite investigar cómo el cerebro decide cuando dos recuerdos empujan en direcciones opuestas. No se trata solo de estudiar miedo o recompensa, sino de entender cómo ambas fuerzas interactúan para guiar la conducta. Esa interacción es el corazón de muchas decisiones adaptativas.

Solemos pensar que recordamos para no olvidar. Sin embargo, desde una perspectiva biológica, recordar tiene un propósito más amplio: aumentar la probabilidad de responder adecuadamente al siguiente desafío. Cada decisión entre acercarse a una recompensa o evitar un peligro representa una competencia silenciosa entre memorias emocionales construidas por experiencias pasadas. Comprender esa competencia es acercarnos a una de las funciones más fundamentales del sistema nervioso: utilizar las experiencias del pasado para orientar las decisiones del futuro.

Manuscrito aceptado

Nota

Durante la preparación del manuscrito se utilizó ChatGPT (OpenAI) como apoyo para la corrección gramatical y la revisión de claridad en la redacción. Adicionalmente, se utilizaron herramientas de inteligencia artificial para la generación y modificación de la Figura 1. El contenido científico, la estructura conceptual, las interpretaciones y las referencias fueron desarrollados y revisados por los autores, quienes asumen plena responsabilidad por el contenido del manuscrito.

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

Referencias

Aupperle RL and Paulus MP (2010). Neural systems underlying approach and avoidance in anxiety disorders. *Dialogues in Clinical Neuroscience* 12:517–531. DOI: https://doi.org/10.31887/DCNS.2010.12.4/raupperle.

Bravo-Rivera C, Roman-Ortiz C, Brignoni-Perez E *et al.* (2014). Neural structures mediating expression and extinction of platform-mediated avoidance. *Journal of Neuroscience* 34:9736-9742. DOI: https://doi.org/10.1523/jneurosci.0191-14.2014.

Bravo-Rivera C and Sotres-Bayón F (2020). From isolated emotional memories to their competition during conflict. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 14:36. DOI: https://doi.org/10.3389/fnbeh.2020.00036.

Enciso-Pablo O, Sierra-Ramírez F and Sotres-Bayón F (2026). Diazepam selectively biases approach during threat-reward conflict while sparing reactive avoidance. *Psychopharmacology*. DOI: https://doi.org/10.1007/s00213-026-07105-9.

Halcomb CJ, Philipp TR, Dhillon PS et al. (2024). Sex divergent behavioral responses in platform-mediated avoidance and glucocorticoid receptor blockade. *Psychoneuroendocrinology* 159:106417. DOI: https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2023.106417.

Rangel A, Camerer C and Montague PR (2008). A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. *Nature Reviews Neuroscience* 9:545–556. DOI: https://doi.org/10.1038/nrn2357.

Sotres-Bayón F (2025). Decidir en conflicto: el cerebro en acción ante dilemas entre recompensa y peligro. ¿Emoción o razón? Un falso dilema. *Gaceta Biomédicas* 30(5).

Sotres-Bayón F (2025). El cerebro en conflicto / The Brain in Trouble. Emociones y decisiones en la encrucijada del riesgo. *UNAM Internacional* 10:78-85.

Sotres-Bayón F and Quirk GJ (2010). Prefrontal control of fear: more than just extinction. *Current Opinion in Neurobiology* 20:231-235. DOI:https://doi.org/10.1016/j.conb.2010.02.005.

Manuscrito aceptado

elementos
Recibido: 13/08/2026
Aceptado: 05/11/2026

Velázquez-Hernández G and Sotres-Bayón F (2021). Lateral habenula mediates defensive responses only when threat and safety memories are in conflict. *eNeuro* 8: ENEURO.0482-20.2021. DOI: https://doi.org/10.1523/eneuro.0482-20.2021.

Manuscrito aceptado