

¿CÓMO MANTENEMOS LA TEMPERATURA C

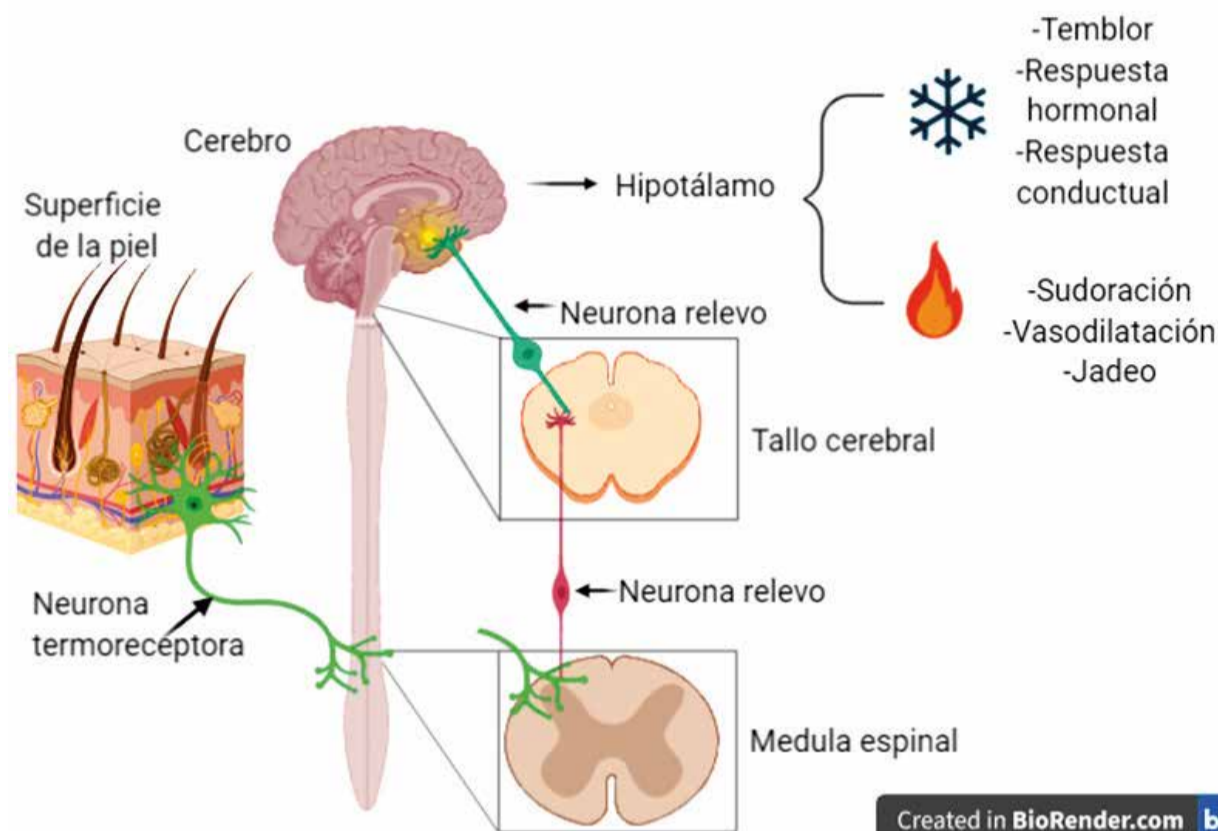


FIGURA 1. LA percepción de la temperatura desde la sensación en la piel, la integración en el cerebro hasta la respuesta.

IVÁN LAZCANO Y NICTÉ LUNA

Iván Lazcano es biólogo de la UNAM, actualmente investigador asociado del Instituto de Neurobiología-UNAM (INB-UNAM). Nicté Luna es Mtra. en Filosofía de la Ciencia en el área de Comunicación de la Ciencia. Actualmente es académica del IER-UNAM ivanlazcano@comunidad.unam.mx, nicte@ier.unam.mx. Esta contribución fue revisada por el comité editorial de la ACMor.

En estas épocas invernales en el hemisferio norte del planeta, las temperaturas bajan a tal grado que pueden llegar a afectar a los organismos vivos. A pesar de todo, la temperatura no ha sido una limitante para que la vida se abra paso. Por ejemplo, en las regiones del Ártico de América se asientan grupos indígenas como los esquimales, que a pesar de las bajas temperaturas del lugar, las cuales pueden llegar a bajar a menos de 0°C, ha sido posible que estos grupos se asienten en dicho territorio gélido y realicen actividades cotidianas. En estas zonas también habita fauna que se ha adaptado a ese clima, como es el caso de los pingüinos y osos polares. Por otro lado, tenemos a comunidades que habitan en zonas desérticas con temperaturas que superan los 40°C. Independientemente del clima, los organismos vivos se adaptan para responder a estas temperaturas extremas, y de manera particular algunos organismos adoptan ciertas estrategias que les permiten vivir en estas regiones. A continuación describiremos algunos de estos mecanismos.

LA PERCEPCIÓN DE FRÍO O CALOR EN EL CUERPO HUMANO

En esta “nueva normalidad” se ha sumado la toma de temperatura de nuestro cuerpo para poder acceder a lugares como el supermercado, oficinas de trabajo o tiendas departamentales. Si el termómetro que apunta a nuestra frente o mano, llega a marcar una cifra por arriba de los 37.5°C, entonces se niega el acceso porque esta temperatura correspondería a tener fiebre, que es uno de los síntomas de COVID-19. En cambio, si presentas temperatura de entre los 36.5°C y 37.5°C pasarás ese filtro ya que ese es el rango de temperatura corporal de las personas “sanas”, independientemente de si estamos en un ambiente frío o caliente. En lugar de cambiar la temperatura de nuestro cuerpo ante los cambios del clima, éste realiza una serie de actividades para mantenerla. Veamos en qué consiste el mecanismo general.

La sensación de frío o calor empieza en nuestra piel. Este órgano está formado por varias capas de tejido y está conectado al sistema nervioso. Es decir, dentro de la piel hay nervios que son los encargados de llevar la información que la piel percibe de nuestro entorno hasta el cerebro. En particular, existen células conocidas como *termorreceptores* y hay de dos tipos: aquellas que reciben información del frío y los que se especializan en el calor. Cuando estas células detectan frío o calor secretan *neurotransmisores*, sustancias que viajan hacia la médula

espinal, y que particularmente llegan a una región denominada *horno dorsal*. Ahí pasan el mensaje a otras células nerviosas (neuronas relevo) que llevarán la información a través de sus proyecciones hacia la base del cerebro o también denominado el tronco cerebral. Aquí, las células nerviosas del horno dorsal ceden el mensaje (los denominados neurotransmisores) a otras neuronas relevo que se activan para posteriormente, liberar otros neurotransmisores y activar otras neuronas que están conectadas con el hipotálamo. En esta secuencia de mensajes, se consideran neuronas de primer orden a las células termorreceptoras de la piel, a las de segundo orden a las neuronas del horno dorsal y a las de tercer orden a las neuronas del tronco cerebral, que son las que terminan el mensaje en el hipotálamo (Figura 1).

Cuando la información que recibe el hipotálamo es calor, éste activa las neuronas que dilatan a los vasos sanguíneos para permitir que el cuerpo pierda calor. Mientras que, si recibe información de frío, ocurren fenómenos como: vasoconstricción; es decir, que los vasos sanguíneos se hacen más delgados, lo cual evita la pérdida de calor; activación neuroendócrina; lo que significa que las neuronas del hipotálamo inducen la secreción de hormonas y; el hipotálamo manda un mensaje al cuerpo para activar el temblor corporal también denominado titiriteo para generar calor a través del movimiento. El frío también activa neuronas del hipotálamo que modifican nuestra conducta para evadir el ambiente frío, y es cuando recurrimos a abrigarnos (Figura 1).

EL METABOLISMO Y SU PAPEL EN LA GENERACIÓN DE CALOR

Cuando hablamos de metabolismo nos referimos a todas las reacciones químicas que ocurren en los organismos vivos. Por ejemplo, todo el tiempo los organismos se encuentran realizando trabajo, como por ejemplo la división de las células que ocurre en algunos órganos. Otros ejemplos de trabajo celular se pueden observar al interior de las células en donde se construyen nuevas proteínas necesarias para la vida, o cuando se crean y se destruyen nuevos componentes químicos. Estas reacciones las llevan a cabo proteínas que se encuentran dentro de nuestras células, dichas proteínas se encargan de realizar muchas funciones entre las que se incluyen cortar metabolitos, ensamblarlos, transformarlos, transportarlos y hasta destruirlos, cuyo trabajo se traduce en calor generado por nuestras células. La respiración también es una actividad que contribuye a generar calor, al inhalar el aire, los pulmones llevan el oxígeno a la sangre, en donde se transporta hacia todas las células. Es en el interior de estas en donde en unas estructuras denominadas mitocondrias realizan el proceso de la respiración celular mediante una serie compleja de reacciones químicas. Este proceso requiere del trabajo de las maquinarias celulares, que por el hecho de realizar reacciones enzimáticas generan trabajo. Todo este conjunto de reacciones y ejemplos que hemos mencionado se denomina “metabolismo basal” y es responsable de generar un poco de calor en los organismos. Sin embargo, este metabolismo basal no es suficiente para mantener la temperatura corporal en condiciones adversas, por lo que participan también hormonas en el proceso, como las que describiremos a continuación.

RESPUESTA HORMONAL EN CONDICIONES DE FRÍO

Como se mencionó anteriormente, el hipotálamo es capaz de responder de diversas maneras ante la detección de frío o calor. Una de ellas es la activación de un mecanismo que tiene como consecuencia la liberación de una serie de hormonas que culminan en la liberación de las hormonas tiroideas. Esta serie de eventos se denomina activación del *eje tiroideo*. Una vez que la piel ha sido capaz de detectar las condiciones de frío en el ambiente y lleva el mensaje al cerebro, se inicia la activación del eje tiroideo en el hipotálamo. En esta zona del cerebro hay una población de neuronas que proyectan sus terminaciones

Referencias

- › Fumagalli M, Moltke I, Grarup N, Racimo F, Bjerregaard P, Jørgensen C, Brandslund I, Jørgensen T, Huerta-Sánchez E, Sørensen R. Greenlandic Inuit show genetic signatures of diet and climate adaptation. *Science*. 2015;351(6271):10.1126/science.aab2319. PMID: 26383953.
- › Iwen KA, Oelkrug R, Brabant G. Effects of thyroid hormones on metabolism. *Thyroid*. 2018 Apr;60(3):R157-R170. doi: 10.1530/JME-17-0319. Epub 2018 Apr 17.
- › Kim HJ, Lee JH, Hur YB, Lee CW, Park SH, Koo BW. Marine An

ESTA PUBLICACIÓN FUE REVISADA POR EL COMITÉ EDITORIAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx
¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS: editorial@acmor.org.mx

CORPORAL CONSTANTE?

nerviosas hacia la base del cerebro y liberan una hormona denominada “hormona liberadora de tirotrópina” (TRH, por sus siglas en inglés). Una vez liberada, esta hormona se transporta al exterior del sistema nervioso a través de los vasos sanguíneos que le permiten salir del cerebro y llegar a la glándula pituitaria. Aquí, la hormona TRH actúa sobre unas células de la pituitaria promoviendo la liberación de otra hormona llamada tirotrópina. Una vez liberada, la tirotrópina viaja en el torrente sanguíneo hasta llegar a la glándula tiroidea, en donde finalmente induce la liberación de las hormonas tiroideas, unas hormonas que tienen la particularidad de contener yodo en su estructura química (Figura 2). Gracias a la liberación de hormonas tiroideas, estas pueden actuar sobre un tejido muy particular de los humanos denominado “tejido adiposo pardo”. Este tejido graso color vino, tiene la particularidad de generar calor en condiciones de frío gracias a que las hormonas tiroideas activan un mecanismo de disipación de calor en esta zona. Esto se debe a que las hormonas tiroideas inducen la expresión de una enzima denominada UCP1, la cual evita que se sintetice ATP -que es el motor energético de nuestras células- y promueve que se disipe la energía en forma de calor. Cabe destacar que los esquimales han evolucionado al grado de tener mayor cantidad de grasa parda, reflejando una adaptación a condiciones en donde el frío es extremo. Finalmente, se sabe que los bebés recién nacidos tienen una mayor cantidad de grasa parda; esto posiblemente se debe también a una adaptación, ya que los infantes son incapaces de generar el titiriteo, por lo tanto, la generación de calor por el tejido adiposo es el mecanismo principal para la generación de calor en esta etapa de la vida. En la vida adulta, por el contrario, podemos generar titiriteo pero no hay más

TEMPERATURA CORPORAL DE LOS ANIMALES

rastros de tejido adiposo pardo. Es así como nuestro organismo trabaja sin parar para mantener la temperatura corporal y poder sobrevivir pese a las condiciones climáticas en la que nos encontremos.

Mantener la temperatura corporal constante no es exclusivo de los humanos. Otros mamíferos como los ratones, los conejos o los gatos, así como la familia de ovíparos como los pájaros, mantienen una temperatura constante, incluso en climas extremadamente fríos, tal como sucede con los animales que viven en los polos árticos. A este tipo de animales se les denomina animales de sangre caliente (Figura 3). En algunos lugares como el Polo Norte, los mecanismos para mantener 37 grados no son suficientes, por lo que algunos animales han desarrollado adaptaciones especiales para mantener su temperatura corporal constante en estos lugares que tienen muy bajas temperaturas. Un ejemplo son las morsas, animales marinos que viven en el norte del planeta. Estos animales tienen debajo de la piel una capa muy gruesa de grasa que le sirve como aislante de las temperaturas frías. Otros ejemplos son animales con grandes pelajes que viven en zonas frías, como el oso polar, el zorro y el lobo del Ártico y una gran variedad de especies que allí se encuentran. El pelaje los protege del frío ya que genera una capa de “aire muerto” la cual funciona como una barrera física para

Animales de sangre caliente



Animales de sangre fría



▲ FIGURA 3. ESPECIES animales de sangre caliente y fría.

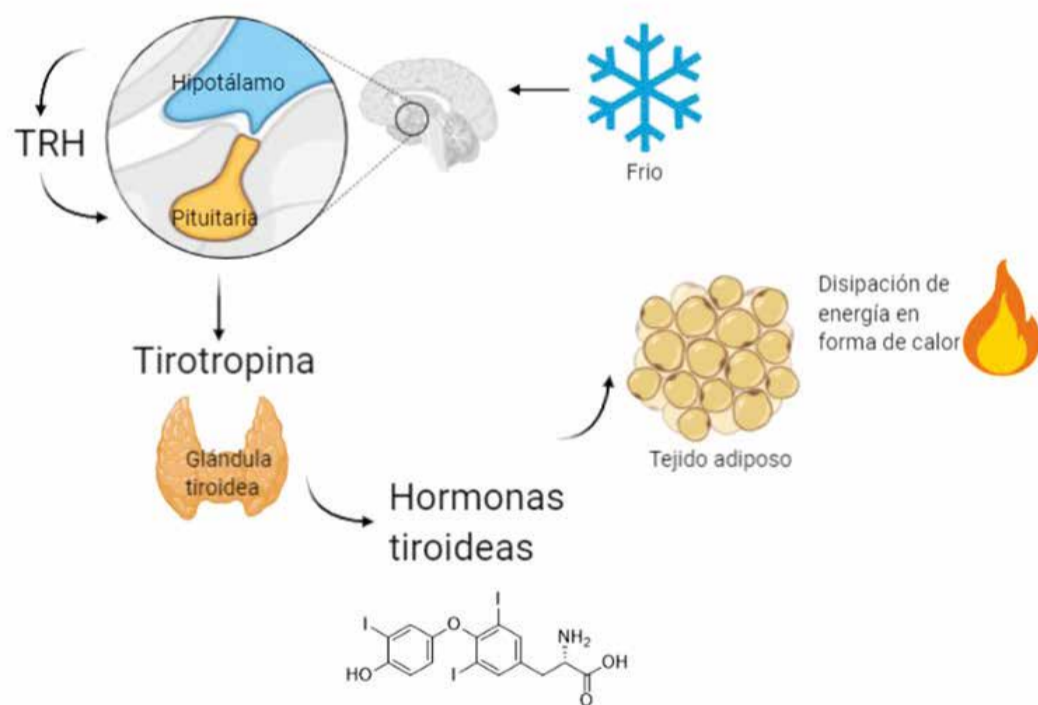
que la temperatura del cuerpo no se disipe rápidamente, pero también que el aire frío del exterior no llegue directamente al cuerpo del animal. En nuestro caso, nos protegemos del frío con suéteres, guantes, bufandas y gorros, según sea el caso, y dichas prendas funcionan de manera similar al pelaje, ya que los tejidos de la ropa también pueden generar estas capas de aire muerto, aunque no de manera tan eficiente como el pelaje. De hecho, cuando se eriza el vello de nuestra piel, lo que se intenta es que estos vellos que son un vestigio de pelaje, se levanten para generar dicha capa de aire muerto. Sin embargo, como en los seres humanos el vello ya no es tan abundante, no nos ayuda mucho para efectos prácticos de regular la temperatura.

En especies como las ranas, los peces y las tortugas la temperatura corporal no es constante, es decir, son incapaces de mantener la temperatura corporal constante, a diferencia de los ejemplos que hemos dado anteriormente. En cambio, la temperatura de estos animales fluctúa y depende directamente de la temperatura del medio ambiente. A este tipo de animales se les denomina animales de sangre fría (Figura 3). Por ello, para tratar de mantener una temperatura constante, han desarrollado estrategias. Por ejemplo, algunas especies de lagartijas se asolean cuando los primeros rayos del Sol comienzan a proyectarse sobre la tierra, esto les permite aumentar la temperatura de su cuerpo para poder moverse libremente. Es por ello que al amanecer es muy fácil encontrar lagartijas que están prácticamente inmóviles, pero una vez que se asolean y generan calor a partir de

los rayos del Sol, pueden moverse libremente. Por la tarde, cuando los rayos solares y la temperatura extrema aumentan, estos animales buscan la sombra para no sobrecalentarse y allí permanecen. Es importante aclarar que solo los mamíferos tienen tejido adiposo pardo y por lo tanto, otros animales tienen otras estrategias para contender con ambientes extremos. Por ejemplo, algunas especies de peces que viven en ambientes de frío extremo han desarrollado estrategias adaptativas para evitar congelarse. Una de las más interesantes es el desarrollo de proteínas anticongelantes, las cuales actúan de manera parecida a los anticongelantes que se utilizan para que los líquidos de un automóvil no se congelen. Estas proteínas tienen la peculiaridad de evitar que se formen cristales de agua en las temperaturas de frío extremo, permitiendo que la vida de los peces pueda llevarse a cabo razonablemente normal. La liberación de estas proteínas anticongelantes depende de la época de año; en los meses del año que la temperatura disminuye, esta sustancia anticoagulante se libera en mayor proporción mientras que en épocas del año donde la temperatura es más cálida, estas proteínas disminuyen su concentración.

En suma, mantener la temperatura corporal constante es crucial para la supervivencia de los organismos vivos. Cada uno ha desarrollado estrategias para poder adaptarse a las condiciones climáticas, así como la capacidad de regular su temperatura de acuerdo a las condiciones que en ese momento se encuentren.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.



▲ FIGURA 2. RESPUESTA hormonal ante el frío.

rgensen ME, Korneliussen TS, Gerbault P, Skotte L, Linneberg Schmidt EB, Pedersen O, Hansen T, Albrechtsen A, Nielsen adaptation. Science. 2015 Sep 18;349(6254):1343-7. doi:

s on thermogenesis and energy partitioning. J Mol Endocrinol. 8 Feb 6. PMID: 29434028.

ntifreeze Proteins: Structure, Function, and Application to

Cryopreservation as a Potential Cryoprotectant. Mar Drugs. 2017;15(2):27. Published 2017 Jan 27. doi:10.3390/md15020027.

> - Madden CJ, Morrison SF. Central nervous system circuits that control body temperature. Neurosci Lett. 2019 Mar 23;696:225-232. doi: 10.1016/j.neulet.2018.11.027. Epub 2018 Dec 23. PMID: 30586638; PMCID: PMC6397692.

> - Ortiga-Carvalho TM, Chiamolera MI, Pazos-Moura CC, Wondisford FE. Hypothalamus-Pituitary-Thyroid Axis. Compr

Physiol. 2016 Jun 13;6(3):1387-428. doi: 10.1002/cphy.c150027. PMID: 27347897.

> Ligas de interés

> Estrategias de regulación de la temperatura: <https://bit.ly/3p5WBja>

> El vuelo de Dumbo de Luis Javier Plata disponible en: <https://bit.ly/38ovl8Z>