



Enfriándose, Calentándose:



Cómo los Animales Pueden Sobrevivir Temperaturas Extremas

By Brian Rohrig

Los animales tienen algunas adaptaciones sorprendentes que los ayudan a vivir aun en los ambientes más hostiles. Por ejemplo, considera los camellos. Ellos pueden vivir en algunos de los lugares más calientes y secos de la Tierra. Sus patas no se queman cuando se arrodillan sobre la arena caliente, debido a gruesos parches de piel en sus rodillas. Ellos pueden sobrevivir durante toda una semana sin agua, pero, al mismo tiempo, pueden beber 32 galones de agua de una vez. Su temperatura corporal oscila entre 93 °F a 107 °F, por tanto no tienen que sudar muy a menudo y de esta manera pueden conservar el agua. Los huesos esponjosos en sus narices absorben el exceso de humedad para mantener cada gota de agua dentro, por lo que el aire que respiran hacia fuera es aire seco. Además de los camellos, las adaptaciones de otros animales son igualmente notables.

¿Cómo lo hacen? La Química los ayuda!

¿De sangre caliente o de sangre fría?

La adaptación más importante es cómo los animales regulan su temperatura corporal. Los animales pueden ser de sangre caliente o de sangre fría.

Animales de sangre caliente, que son en su mayoría aves y mamíferos, necesitan mantener una temperatura corporal relativamente constante. La temperatura corporal de la mayoría de los mamíferos varía desde 97 °F a 103 °F, mientras que las aves tienen una temperatura corporal promedio de 105 °F. Para los seres humanos, la temperatura corporal promedio comúnmente aceptada es 98,6 °C (a pesar de que puede variar entre los individuos).

Animales de sangre fría no mantienen una temperatura corporal constante. Obtienen su calor del ambiente exterior, por lo que su temperatura corporal fluctúa, basada en la temperatura externa. Si es de 50 °F exterior, la temperatura de su cuerpo finalmente baja a 50 °F, también. Si se eleva a 100 °F, la temperatura de su cuerpo va a llegar a 100 °F.

En la mayoría de los casos, el tamaño y la forma de un organismo determinan si será

de sangre caliente o de sangre fría. Piense en algunos animales grandes tales como: elefantes, ballenas y morsas. Su volumen es tan grande que el depender del ambiente exterior para calentarse sería ineficaz y disminuiría sus tiempos de respuesta, poniendo en riesgo su supervivencia. Por esa razón, casi todos los animales grandes son de sangre caliente.

¿Qué acerca de todas las aves y los mamíferos que no son grandes, como los ratones y los gorriones? El otro factor importante es la forma del cuerpo. Animales pequeños de sangre caliente tienden a tener una forma redondeada, lo que garantiza que el interior de un organismo se mantiene caliente el mayor



Los elefantes se echan tierra sobre ellos mismos para refrescarse.

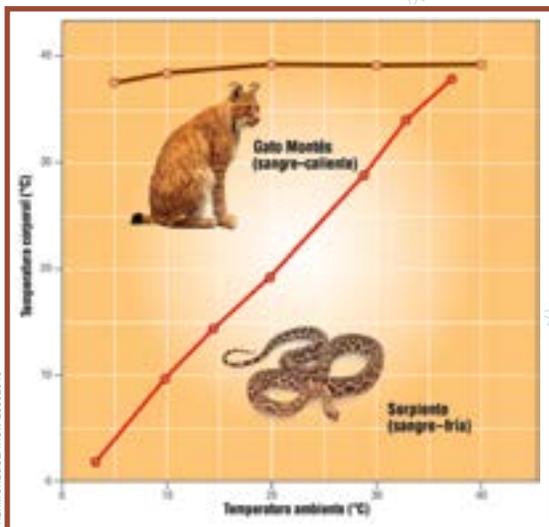


Figura 1. La temperatura del cuerpo vs. la temperatura ambiente para los animales de sangre caliente y para los animales de sangre fría.

tiempo posible. La mayoría de los organismos de sangre fría tienen una forma alargada o plana. Si nos fijamos en un pez típico, sus cuerpos tienden a ser planos cuando se mira desde la parte delantera. Las serpientes, lagartijas y gusanos tienden a ser largos y delgados. Estas formas garantizan que pueden calentarse y enfriarse rápidamente.

animales pierden calor con relativa rapidez y se enfrían más rápido, lo que es más probable que se encuentre en climas más cálidos. Los animales más grandes, por otro lado, tienen menor razón de área de superficie- a-volumen y pierden calor más lentamente, por lo que es más probable que se encuentren en climas más fríos.

Dentro de una misma especie, los animales tienden a ser más grandes en los climas más fríos y más pequeños en climas más cálidos, una observación conocida como la regla de Bergmann. Por ejemplo, el venado de cola blanca en la parte sur de los Estados Unidos tienden a tener un menor tamaño corporal y menos masa total que un venado de cola blanca en los estados más al norte.

Hay excepciones, pero en general, esta regla se mantiene, por el siguiente motivo: A medida que el volumen de un objeto disminuye, la razón de su área de superficie a su volumen, aumenta. En otras palabras, cuanto más pequeño es un animal, mayor es la razón de superficie área-a-volumen. Estos

de sus cuerpos, mientras que el calor que producen es proporcional a su masa. Esto significa que los animales de sangre caliente más grandes pueden generar más calor de lo que pierden y pueden mantener su temperatura corporal estable con más facilidad. Animales de sangre caliente más pequeños pierden calor más rápidamente. Así, que es más fácil mantenerse caliente al ser más grande.

Esta energía producida por animales de sangre caliente proviene principalmente de los alimentos. La comida representa la energía química almacenada (energía potencial), que se convierte en otras formas de energía dentro del cuerpo cuando la comida se metaboliza. El metabolismo se refiere a la totalidad de las reacciones químicas del cuerpo.

El metabolismo de los alimentos dentro del cuerpo se refiere a menudo como combustión interna, ya que en las mismas se generan subproductos—dióxido de carbono y agua—que se generan durante una reacción de combustión típica. Y al igual que las reacciones de combustión, las reacciones metabólicas tienden a ser exotérmicas, produciendo calor.

Para un animal de sangre caliente, la comida no es sólo un lujo, es una cuestión de vida o muerte. Si la comida no está disponible para dar energía, la grasa del cuerpo se quema. Una vez que las reservas de grasa se agotan, la muerte es inminente si no se encuentra una fuente de alimento. Mientras más pequeño es el animal de sangre caliente,

Calentando un Elefante de Sangre Fría

Animales de sangre fría tienen ya sea una forma alargada o plana, lo que les ayuda a tomar el sol y se calientan cuando hace calor afuera. ¿Pero por qué se tarda más tiempo para que un animal grande se caliente? En otras palabras, si un elefante fuera de sangre fría, ¿qué pasaría si el elefante tuviera frío y quiere calentarse? Piénselo de esta manera: Imagínese que usted está tratando de descongelar un filete en el microondas. Después de unos minutos, el exterior está caliente, pero el interior está todavía frío o congelado. Esto sería similar a tratar de calentar un elefante de sangre fría. El exterior de nuestro elefante de sangre fría se calentaría con bastante rapidez, pero tardaría una eternidad en absorber suficiente energía del ambiente para calentar el interior.

—Brian Rohrig

Generando energía

Animales de sangre caliente requieren una gran cantidad de energía para mantener una temperatura corporal constante. Los mamíferos y las aves requieren mucha más comida y energía que los animales de sangre fría del mismo peso. Esto es porque en animales de sangre caliente, el calor que se pierde es proporcional al área de superficie



Estas tortugas acaban de salir de una piscina de agua fría. Mira, qué frías que todavía están.



más tiene que comer—relativo a su tamaño del cuerpo—para mantener su horno interno funcionando. Es por eso que la mayoría de las aves cantoras vuelan hacia el sur para el invierno.

Por otro lado, los animales de sangre fría requieren menos energía para sobrevivir que los animales de sangre caliente, porque gran parte de la energía que impulsa su metabolismo viene de sus medio ambientes. Es común ver a las tortugas tomando el sol en las rocas y en los troncos. Ellas no están tratando de tomar el sol, sino que más bien están acelerando su metabolismo. El sol les da un impulso de energía. La actividad muscular en los animales de sangre fría depende de reacciones químicas, que se ejecutan con rapidez cuando hace calor y lentamente cuando hace frío (debido a que las moléculas que reaccionan se mueven más rápido cuando la temperatura aumenta).

Algunos reptiles, como la pitón, pueden estar un año sin comer, porque no utilizan los alimentos para producir calor corporal. Y si permanecen muy quietos, utilizan poca energía por lo que pueden darse el lujo de comer poco.

Animales de sangre fría tienen una desventaja en comparación con los animales de sangre caliente: Hay una cierta temperatura, que por debajo de ésta, su metabolismo no funcionará. La razón es que todas las reacciones químicas disminuyen a medida que se baja la temperatura, por lo que a bajas temperaturas,

todas las reacciones químicas en un organismo son más lentas.

Usted puede notar que sólo algunos animales de sangre fría son activos en el invierno, y cuanto más al norte se asciende, más escasos son. Por el contrario, los animales de sangre caliente están presentes en una amplia variedad de medio ambientes

y por un periodo más largo del año que los animales de sangre fría.

Hibernación

Para los animales de sangre caliente que no migran, una manera de sobrevivir el invierno es dormir a través de él. La hibernación es una gran estrategia que permite a los animales conservar energía cuando el alimento es escaso. Durante la hibernación, baja la temperatura corporal, la respiración, y la frecuencia cardíaca disminuye, y la mayoría de las funciones metabólicas del cuerpo se reducen.

Es casi como si el animal de sangre caliente se convirtiera en uno de sangre fría, según su temperatura corporal desciende considerablemente. Pero aún están vivos y viven de sus reservas de grasa. La hibernación durante largos periodos de

Hibernación a Corto Plazo

Algunos animales, como los colibríes, se someten a una hibernación de corto plazo conocido como letargo. Su letargo nocturno es un mecanismo de ahorro de energía, ya que sus pequeños cuerpos pierden calor rápidamente. Deben alimentarse constantemente durante el día para mantener la temperatura en su cuerpo y mantener su increíblemente rápido metabolismo. **Se alimentan dos a tres veces su peso corporal cada día! Si ellos no entran en el letargo de la noche, se morirían, porque sus cuerpos perderían demasiado calor debido a su alta relación área de superficie-a-volumen.** También carecen de las plumas aislantes que muchas aves tienen, lo que resulta en la pérdida de calor.

—Brian Rohrig

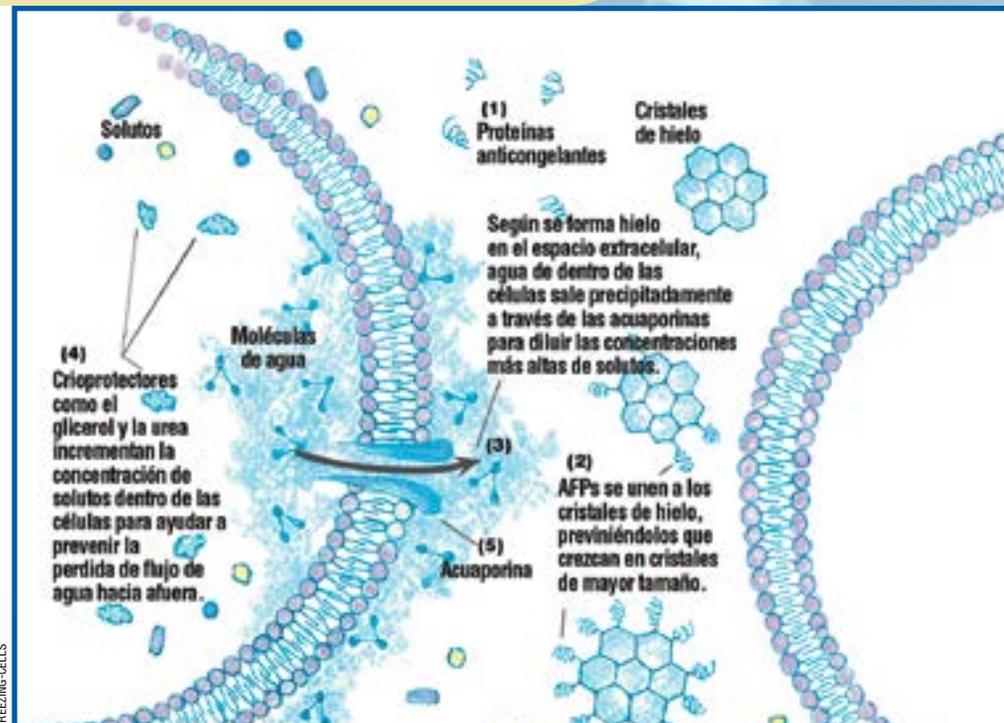


Figura 2. Algunos animales de sangre fría, han encontrado la manera de contrarrestar la formación de hielo, que pueden dañar los tejidos y posiblemente matarlos. Por ejemplo, las proteínas anticongelantes (1) se unen a la superficie de los cristales de hielo fuera de las células para evitar que estos cristales de hielo crezcan (2). Según forman estos cristales de hielo, el agua fluye fuera de las células para compensar el aumento de la concentración de soluto en el agua líquida fuera de las células (3). Dentro de las células, compuestos llamados crioprotectores (4) aumentan la concentración de solutos, la prevención de la pérdida adicional de agua y el daño celular. Las proteínas en las membranas celulares, llamados acuaporinas (5), permiten que el agua y algunos crioprotectores fluyan dentro de las células.

tiempo se lleva a cabo sólo por los animales que pueden almacenar una gran cantidad de grasa en el cuerpo, tales como osos, marmotas, y ardillas. Un oso negro pierde de un 15 % a un 30 % de su peso, mientras está hibernando.

Animales de sangre fría hibernan, también. Pero tienen que almacenar menos grasa que los animales de sangre caliente, ya que requieren menos energía. Las tortugas y las ranas se entierran en el barro bajo los lagos y los estanques por un máximo de seis meses seguidos, y para todos los propósitos prácticos, parece que están muertos. No hay signos externos de la vida.

Cuando muchos de los animales de sangre fría hibernan, algo interesante sucede a nivel celular. El líquido alrededor de las células, pero no dentro de las células, se congela.

Según el agua fuera de la célula se congela, el agua de dentro de la célula se extrae a través de la ósmosis. La ósmosis es un proceso en el que el agua se mueve a través de una membrana semi-permeable—en este caso, la membrana celular—de un área de baja concentración de soluto a un área de alta concentración de soluto.

Según el agua se congela en el exterior de la célula, la concentración de soluto aumenta, porque la cantidad de agua líquida disminuye mientras que la cantidad de soluto permanece igual. Como resultado, el agua fluye hacia afuera de la célula para igualar la solución concentrada fuera de la célula (Fig. 2).

Al mismo tiempo que el agua abandona las células, la glucosa migra hacia

dentro de las células en grandes cantidades. Como resultado, la concentración de solutos disueltos dentro de la célula aumenta mucho. La glucosa actúa como un anticongelante natural, como cualquier soluto baja el punto de congelación de un disolvente, en este caso, de agua. La presencia de altas concentraciones



nes de solutos en las células permite a los animales, tales como ranas, hibernar a temperaturas inferiores a la congelación y aún sobrevivir. Mientras que el agua alrededor de las células se congela, el agua en las células no. Si el agua dentro de una célula se congelara, la membrana de la célula podría romperse, causando la muerte de la célula.



Manteniéndose caliente

Cuando hace frío, se pone más ropa. Su abrigo de invierno no mantiene el frío, sino que mantiene el calor. (El frío no existe—es simplemente la ausencia de calor; vea el artículo titulado “¿Por qué el frío no existe “

en la pág 10) Las aves y los mamíferos también se basan en la aislación para evitar pérdida de calor. El aislamiento más eficaz atrapa aire, ya que el aire es uno de los mejores aislantes. La lana tiende a ser caliente, ya que sus fibras son rizadas, atrapando con eficacia el aire y manteniéndolo a usted (y a las ovejas) caliente. Las aves esponjan

sus plumas cuando quieren mantenerse caliente, ya que el esponjamiento introduce aire.

Para los mamíferos sin pelo, el aislamiento se lleva a cabo por la grasa, una capa gruesa de tejido adiposo ayuda a aislar el cuerpo de un animal, porque la grasa no transfiere calor, así como los músculos y la piel. Esta grasa puede ser de dos metros de espesor en algunas ballenas! Las ballenas, atunes, delfines y otros animales marinos de sangre caliente también se basan en otro ingenioso método para conservar el calor. Para evitar la pérdida de calor excesiva de las extremidades tales como las aletas—que no están bien aisladas—los animales acuáticos dependen de un “método de intercambio de calor a contracorriente”, en la que las arterias que llevan la sangre caliente lejos del corazón se colocan directamente en contra de las venas que llevan la sangre fría hacia el corazón. Por lo tanto, la sangre más caliente que sale del corazón por las arterias calienta la sangre más fría que entra al corazón por las venas.

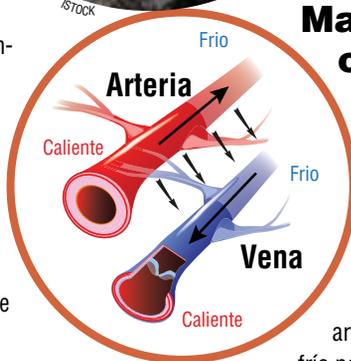
En contraste con las aves y los mamíferos, los lagartos, las ranas, las serpientes y otros animales de sangre fría no necesitan aislamiento—esto sólo retrasaría la transferencia de calor en sus cuerpos.

Manteniéndose fresco

Cuando tienes calor, ¿cuál es la primera cosa que sucede? Usted comienza a sudar. Un adulto promedio tiene 3 millones de glándulas sudoríparas. La evaporación es un cambio de fase endotérmica, lo que significa que debe absorber la energía para que se produzca. Esta energía se extrae de su cuerpo, haciéndole sentirse más fresco.

Cada vez que pierde energía, su cuerpo se sentirá más fresco. La evaporación requiere energía porque las fuerzas de atracción entre las moléculas de agua—llamadas fuerzas intermoleculares—necesitan romperse cuando el agua pasa de líquido a gas. La energía que entra en el rompimiento de estas fuerzas de atracción proviene de su cuerpo.

¿Los animales sudan? La mayoría no, pero algunos sí lo hacen. Los perros sudan principalmente entre las almohadillas en la parte inferior de sus patas. Una excepción notable es el terrier americano



Terriers americanos sin pelo tienen glándulas sudoríparas por todo el cuerpo, pero no tienen pelo.



sin pelo, que tiene glándulas sudoríparas por todo el cuerpo, lo que ilustra el hecho de que la piel tiende a inhibir la sudoración ya que si el sudor no puede evaporarse no ayuda en el proceso de enfriamiento.

Los gatos tienen glándulas sudoríparas no sólo en las almohadillas de sus pies, sino también en sus lenguas! Cuando un gato se lame, puede que no sea sólo para mantenerse limpio, también podría ser para refrescarse, porque la saliva en su piel se evapora. Los canguros se lamen sus antebrazos por la misma razón.

La clave para sobrevivir en climas cálidos no sólo es proteger su cuerpo contra el sobrecalentamiento, sino también evitar la pérdida de agua. Los animales que se han adaptado a la vida del desierto no sudan mucho. Debido a que el agua es escasa, no pueden darse el lujo de perderla por la sudoración. Además, una gran cantidad de agua se pierde a través de la respiración, así es que los animales del desierto expulsan aire seco, reabsorbiendo el agua en la respiración antes de que tenga la oportunidad de ser expulsada.

La capacidad de los animales para adaptarse a ambientes extremos es bastante notable. Ya sea en las áreas de congelación de Siberia o en áreas calientes del desierto del Sahara, los animales siempre encuentran formas de sobrevivir y nunca dejará de sorprendernos cómo lo hacen! *CM*

REFERENCIAS SELECTAS

Denny, M.; McFadzean, A. *Engineering Animals: How Life Works*; Harvard University Press: Cambridge, MA, 2011.

Mone, G. 20 Things You Didn't Know About... Hibernation. *Discover*, March 2013, p 74.

Streever, B. *Cold: Adventures in the World's Coldest Places*; Little, Brown and Company: New York, 2009.

Streever, B. *Heat: Adventures in the World's Fiery Places*; Little, Brown and Company: New York, 2013.

Brian Rohrig teaches chemistry at Metro Early College High School in Columbus, Ohio. His most recent *ChemMatters* article, "Not Milk? Living with Lactose Intolerance," appeared in the April 2013 issue.

Los canguros y leones se mantienen frescos lamiendo sus antebrazos.



"Comparte la diversión y únete a un club de la Sociedad Americana de Química para estudiantes de secundaria"



ChemClub es un programa gratuito de la Sociedad Americana de Química

Para obtener más información, visite el sitio Web ChemClub:
<http://www.acs.org/chemclub>
y la página de Facebook ChemClub:
<http://www.facebook.com/acschemclubs>



AMERICAN CHEMICAL SOCIETY