

CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS

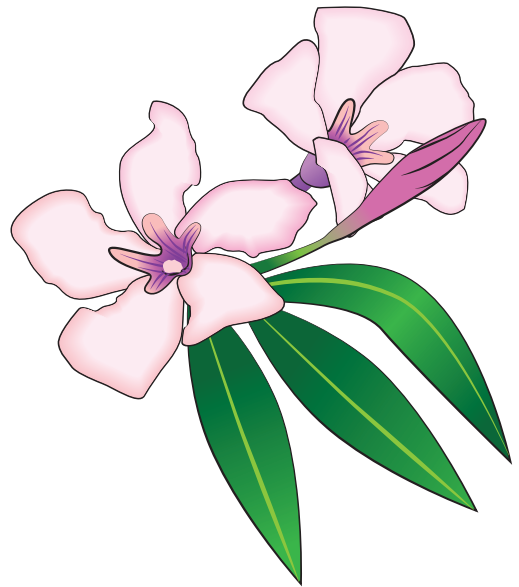
COPIANDO A LA NATURALEZA: ADELFA

La biomimética es la disciplina que se inspira en los diseños, procesos y sistemas naturales para desarrollar soluciones innovadoras.

Cuando empieza la primavera se observa una gran diferencia en el paisaje. ¿Sabes cuál es? En primavera es cuando los árboles y plantas empiezan a florecer, dando lugar a un panorama con muchos más colores que en otras estaciones del año como, por ejemplo, el invierno. Pero, ¿alguna vez te has preguntado por qué florecen los árboles o qué función desempeña una flor? Las flores son los órganos reproductores de las plantas, es decir, en ellas se encuentran sus células sexuales.

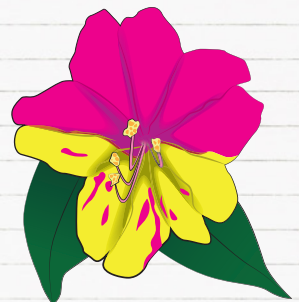
Las plantas tienen que abrir sus flores en el momento oportuno. Si estas se despliegan demasiado pronto, el mal tiempo puede dañarlas tanto que impediría su reproducción e incluso su supervivencia.

Para evitar estos daños, las flores cuentan con diferentes estrategias. La adelfa, por ejemplo, utiliza estructuras desplegadas que puede abrir al llegar la época reproductiva. Cuando las flores están plegadas, los pétalos se encuentran enrollados alrededor de un eje y, una vez que la flor está totalmente madura y formada, estos se despliegan en forma de espiral. Así, la adelfa consigue abrirse únicamente cuando la flor está totalmente desarrollada, pudiendo, de esta forma, llevar a cabo su función correctamente.



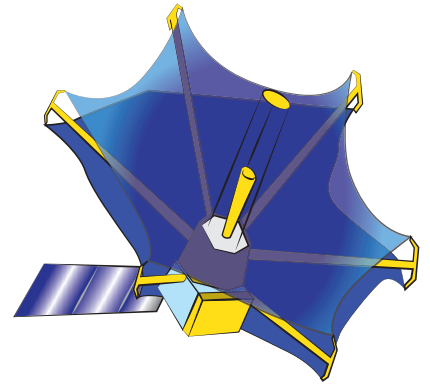
¿Sabías que...

... hay flores que una vez que están abiertas pueden volver a cerrarse? Este es el caso de la planta dondiego de noche. Esta planta florece durante el verano y en climas templados, incluso, hasta en otoño. La flor se abre por la tarde y permanece abierta hasta la mañana siguiente; es decir, está abierta toda la noche y cerrada durante el día. Esta característica es precisamente la que le da otro nombre por el que también es conocida: buenas noches. Además, no es la única característica curiosa. En una misma planta puede haber flores de diferente color e, incluso, flores que combinen dos colores simultáneamente!

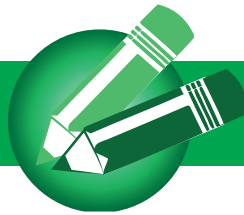


Una aplicación biomimética

¿Para qué nos puede servir conocer la manera en la que las adelfas despliegan sus flores? ¡Para aplicarlo en la carrera espacial! Por mucho que nos pueda sorprender, los ingenieros espaciales se han fijado en su funcionamiento para desarrollar estructuras desplegables, ligeras y de bajo coste. Por ejemplo, estas estructuras pueden emplearse para diseñar grandes paneles solares que se utilizan en satélites artificiales. Estos diseños, ocupan un mínimo espacio cuando están plegadas, lo que abarata mucho las misiones espaciales. Una vez que el satélite se encuentra fuera de la órbita terrestre se despliegan para captar la luz del Sol. Pero hay muchas otras aplicaciones para las que podríamos utilizar este mecanismo: en el diseño de *airbags*, en el transporte y almacenamiento de bolsas de la compra, etc.



ACTIVIDAD



Más es menos

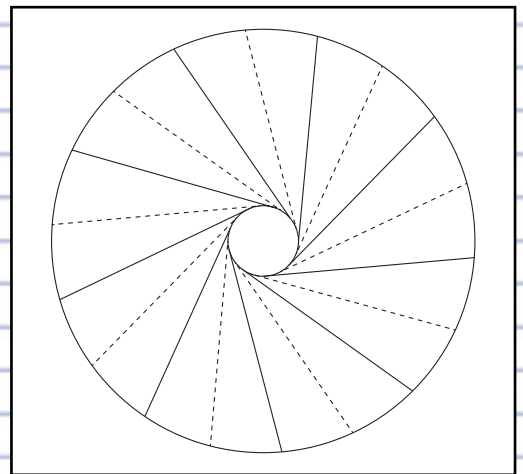
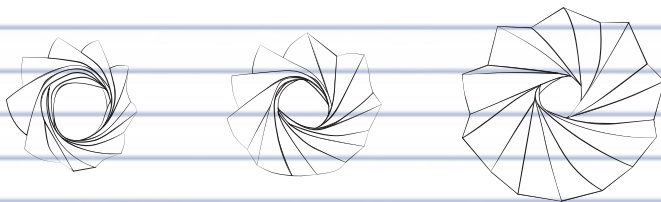
Comprueba cómo se despliega una flor en forma de espiral.

Materiales: un compás, un lápiz y una hoja.

¿Cómo lo hago?

- Realiza con el compás un círculo grande y, dentro de este, otro círculo más pequeño, como se muestra en la figura.
- Divide el círculo grande y el pequeño en 18 partes iguales. Une cada división del círculo grande con el del pequeño de manera que las líneas trazadas sean oblicuas.
- Dobra una de esas uniones hacia arriba y la siguiente hacia abajo y así, sucesivamente, como si fueras a hacer un abanico.

Puedes comprobar cómo podemos abrir y cerrar nuestro papel y cómo, mientras lo realizamos, se va generando una espiral. Esta, es una simulación del mecanismo que utilizan las adelfas para abrirse.



CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS

COPIANDO A LA NATURALEZA: LANTANA

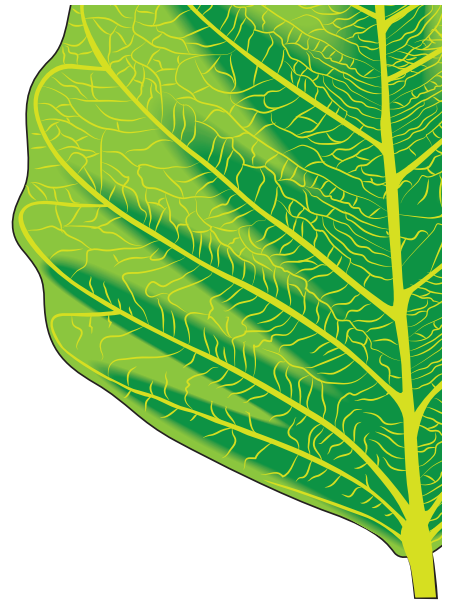
La biomimética es la disciplina que se inspira en los diseños, procesos y sistemas naturales para desarrollar soluciones innovadoras.

¿Para qué sirve una hoja? ¿Qué funciones cumple? La primera respuesta que daríamos sería: para capturar la luz o para hacer la fotosíntesis. Pero no nos quedemos solo en eso, repasad bien la hoja, miradla de arriba a abajo. ¿Hay algo que os llame la atención? ¿Algo en lo que, previamente, no os habíais fijado?

Si miramos la parte trasera de una hoja, podemos encontrar una especie de venas en ella. Dichas venas le sirven para transportar fluidos. Por tanto, además de las funciones anteriores, las hojas también sirven para transportar nutrientes.

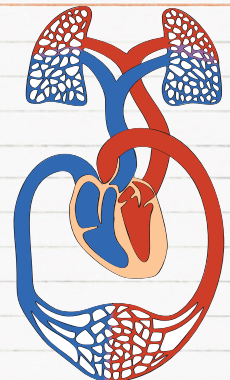
Al observar con más detalle la estructura de estas venas, nos damos cuenta de que siempre empieza por un camino (vaso) central que va subdividiéndose en diferentes caminos, cada vez más pequeños. Pero estas divisiones, ¿son fortuitas o siguen algún patrón? Todas ellas siguen un patrón determinado por la Ley de Murray. Esta ley nos dice que hay una relación entre el diámetro de los vasos centrales y el de los vasos en los que se subdivide.

En los fluidos naturales, nos encontramos con una paradoja: por un lado necesitamos vasos con diámetros pequeños (para una mayor eficiencia del intercambio por difusión) y por otro lado, necesitamos vasos con diámetros grandes (para conseguir una mayor eficiencia en el transporte). Para resolver esta paradoja, la naturaleza aplica la Ley de Murray, realizando un eficiente transporte de fluidos con el menor gasto de energía posible.



¿Sabías que...

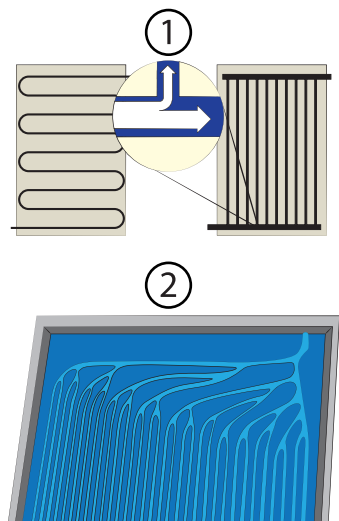
... las hojas no son los únicos mecanismos de transporte de fluidos en la naturaleza? Si pensamos en nuestro cuerpo, nos damos cuenta de que nuestro sistema circulatorio también los transporta, en este caso, sangre. Los ríos también son un mecanismo de transporte de fluidos, transportan agua. Y podemos encontrar muchos más en la naturaleza. Pero es más, todos ellos siguen la Ley de Murray!



Una aplicación biomimética

Actualmente en los tejados de las casas se ponen paneles solares para calentar el agua. Es decir, se hace pasar agua por un circuito colocado en el panel y, mientras va pasando, se va calentando. Pero, ¿qué circuito realizamos? Para diseñarlo nos podemos inspirar en la naturaleza, concretamente, en los mecanismos de transporte de nutrientes. Nosotros queremos trasladar un líquido y eso es, precisamente, lo que hacen las hojas, nuestro sistema circulatorio o los ríos. Por ello, si copiamos su diseño podremos realizar un transporte más eficiente.

Por ejemplo, en la figura 1 tenemos dos circuitos utilizados habitualmente. Pero ambas distribuciones tienen desventajas: pérdida de carga por rozamiento (izquierda) y una distribución no uniforme del líquido (derecha). En cambio, en la figura 2, que reproduce la distribución utilizada en la naturaleza, ambos problemas desaparecen.



ACTIVIDAD



A todos por igual

Comprueba que el circuito diseñado por la naturaleza distribuye uniformemente todo el líquido.

Materiales: 13 tubos (o pajitas) de la misma longitud y diámetro; un tubo más largo con 5 agujeros; celo, agua y 5 vasos.

¿Cómo lo hago?

Vamos a construir dos estructuras:

- Coge 7 tubos y ve juntándolos hasta obtener la disposición 1 (puedes utilizar celo para unirlos).
- Coge el tubo con los agujeros e introduce el resto de los tubos en dichos agujeros hasta obtener la disposición 2.
- Una vez realizadas las estructuras ponemos los vasos vacíos al final de cada camino de la disposición 1 y echamos agua, tal y como indica la flecha. Posteriormente cogemos la estructura con la disposición 2 y realizamos lo mismo. Recuerda colocar los vasos vacíos al final de cada camino.

Podrás comprobar cómo, en la disposición 1, los vasos acaban más o menos con la misma cantidad de agua. Mientras que en la disposición 2, hay una mayor diferencia de la cantidad de agua en cada vaso. Es decir, la disposición 1 (semejante a la utilizada por la naturaleza) distribuye uniformemente el fluido.



CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS

COPIANDO A LA NATURALEZA: MADRESELVA

La biomimética es la disciplina que se inspira en los diseños, procesos y sistemas naturales para desarrollar soluciones innovadoras.

La madreselva es una planta trepadora, es decir, se va enroscando sobre diferentes plantas que tiene a su alrededor mientras crece. Pero, ¿por qué se enrosca? Para acceder a lugares más altos donde la luz es abundante, ya que el número de plantas que se encuentran lejos del suelo, es menor que cerca de él. La forma geométrica que adopta mientras crece es la hélice.

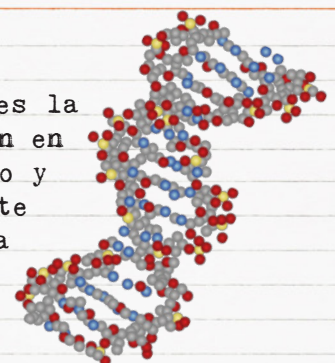
La hélice tiene muchas funciones. Por un lado, es la forma geométrica que nos permite enrollar algo, cubriendo toda su superficie sin dejar ningún hueco y, por otro lado, también realiza la función de amarrar o anclar. En el caso de las madreselvas su tallo forma una hélice alrededor del tronco de las plantas, para aprovechar al máximo la superficie donde se enrosca, permitiéndole anclarse firmemente. La hélice también puede funcionar como amortiguador. Cuando un árbol crece en una pendiente pronunciada, muchas veces podemos ver que su tronco adopta forma de hélice. Al adquirir esta forma, el tronco gana en flexibilidad y aumenta su capacidad de resistir el fuerte viento o el peso de sus propias ramas. Esta propiedad de la hélice la podemos ver también en los muelles, que son capaces de deformarse y, sin embargo, son difíciles de romper.

Ahora bien, ¿la hélice es una forma exclusiva de las plantas trepadoras como las madreselvas? No. La naturaleza está llena de hélices. Por ejemplo, los camaleones y los monos se amarran a los árboles enrollando su cola en las ramas, describiendo una hélice, del mismo modo que hacen las serpientes con todo su cuerpo. También la podemos encontrar en la forma de enroscarse las trompas de los elefantes, en la espiritrompa de las mariposas, o en los tallos jóvenes de las plantas del tomate.



¿Sabías que...

... el ADN tiene una estructura de doble hélice? El ADN es la molécula encargada de guardar y transmitir, de generación en generación, toda la información que permite el desarrollo y el funcionamiento de un organismo vivo. Esta forma permite que la información esté más compactada. Si el ADN estuviera totalmente desplegado su longitud sería de ¡unos 2 metros!



Una aplicación biomimética

¡Las hélices están en todas partes! Si miras a tu alrededor, podrás identificar muchas hélices: en el cable enroscado del teléfono, en tornillos, en sacacorchos, en tapones de rosca o en el gato mecánico que sirve para levantar un coche. Pero, ¿por qué utilizamos esta forma geométrica? La hélice permite que un camino largo ocupe menor espacio. En el caso del tornillo, queremos que recorra el mayor camino al introducirse en la pared para una mayor sujeción, pero a su vez queremos que el tornillo no sea muy largo. Para conseguirlo utilizamos la hélice. Lo mismo ocurre con el cable del teléfono; queremos que sea largo para que podamos llegar lejos pero, por otro lado, no queremos que ocupe mucho. La hélice nos permite obtener ambas propiedades.



ACTIVIDAD



A toda hélice

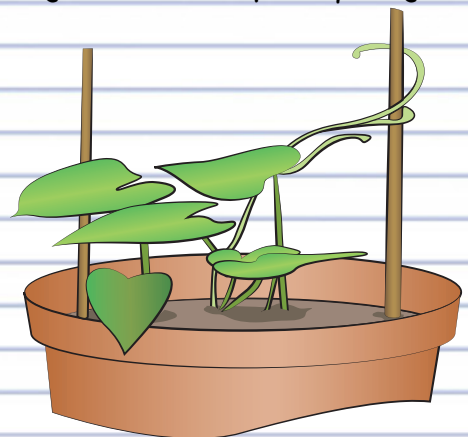
¿Qué forma adopta la madreSelva cuando crece?

Materiales: un tiesto, tierra, esquejes (uno o dos) de madreSelva, dos palos (de unos 30 cm) una cámara de fotos y un ordenador.

¿Cómo lo hago?

- Coloca un poco de tierra en el tiesto y añade los esquejes de la madreSelva. Luego, vierte un poco más de tierra sobre ellos y compáctala ligeramente con tus manos.
- Traslada el tiesto a un lugar donde le pueda dar el sol y riega tu planta.
- Introduce los palos en el tiesto de manera que los esquejes plantados queden en medio de estos.
- Cuando tengas todo listo, deberás sacar cada día una foto desde la misma posición y a la misma hora, aproximadamente.
- Cuando la planta haya crecido lo suficiente como para haberse enganchado a los palos y tengas un número considerable de fotos, deberás hacer un *time-lapse*. Es decir, deberás guardar en el ordenador las imágenes que hayas sacado y realizar una visión secuencial de estas, a una determinada velocidad.

Podrás comprobar cómo efectivamente, la madreSelva, a medida que va creciendo, va adoptando la forma de hélice. Además, una vez que ha conseguido llegar a los palos, se enrosca a estos formando otra hélice!



CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS

COPIANDO A LA NATURALEZA: EL NARANJO AMARGO

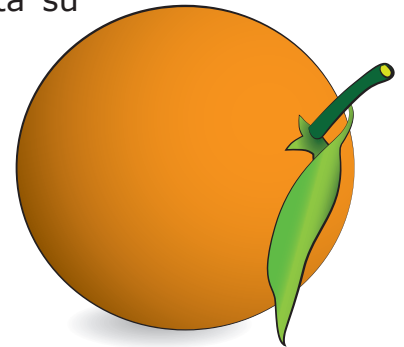
La biomimética es la disciplina que se inspira en los diseños, procesos y sistemas naturales para desarrollar soluciones innovadoras

¿Por qué las naranjas son esféricas?

¿Os habéis preguntado alguna vez por qué las naranjas son esféricas? Y no solo las naranjas, sino muchas de las frutas que comemos tienen esta forma: las manzanas, las cerezas, las sandías, etc. ¿Podrían ser cuadradas o triangulares? ¿Para qué le sirve a una naranja ser esférica?

¿Qué tienen en común las frutas que tienen esta forma? Todas guardan en su interior semillas. Entonces, ¿serviría esta forma para protegerlas? Efectivamente. La esfera es la forma geométrica que tiene la mínima superficie expuesta al exterior conteniendo el mayor volumen. Así, la naranja y todas las frutas esféricas, protegen las semillas minimizando la superficie expuesta por donde los pájaros podrían atacarlas. Además, dicha superficie es más dura que el interior, lo que aumenta su protección.

Pero en la naturaleza no solo las frutas tienen forma esférica. Los erizos, los *bichos bola* y los armadillos adoptan esta forma para protegerse. Nosotros, instintivamente, también utilizamos la esfera para este fin. Por ejemplo, si queremos tener la mayor cantidad de caramelos en nuestras manos, las juntamos y les damos una forma redondeada.



¿Sabías que...

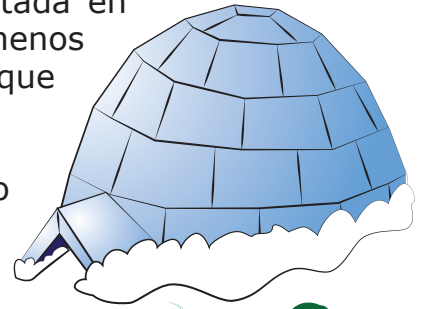
La esfera no solo sirve para proteger sino que también nos permite reducir al mínimo la presión que se soporta en la superficie. Esto ocurre con las pompas de jabón, los huevos de las ranas, o en multitud de organismos.

Además, permite también adaptarse a climas fríos, ya que con esta forma geométrica minimizamos el intercambio térmico. Por ello, para los animales que viven en entornos extremos, cuanto menos superficie tengan expuesta al exterior, menor será el intercambio térmico que experimentarán y, por tanto, se reducirán al mínimo sus pérdidas de calor.

Una aplicación biomimética

Una aplicación biomimética sencilla con estas propiedades es el iglú (en este caso, con forma semiesférica). Esta construcción, empleada desde la antigüedad por las personas que viven en climas extremadamente fríos, está fundamentada en las características de la esfera. Según hemos visto, cuanto menos superficie expuesta al exterior, menos pérdida de calor, algo que resulta prioritario en esos entornos.

Además, adoptar la forma esférica, permite reducir al mínimo el uso de materiales de construcción, poniendo de manifiesto que la esfera es una forma eficiente y económica de embalaje o de protección.



ACTIVIDAD



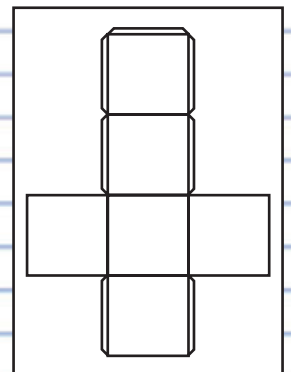
La forma más *capaz*

Comprueba que la esfera es la forma geométrica que permite albergar el mayor volumen con la mínima superficie.

Materiales: un globo, arroz, papel, tijeras, una cinta métrica y una calculadora.

¿Cómo lo hago?

- Coge el globo y llénalo de arroz hasta conseguir una esfera de tamaño medio. Péalo y mide su perímetro (P).
- Utilizando la fórmula del perímetro ($P=2\pi r$), despeja la 'r': $r = P/2\pi$.
- Ahora calcula el valor del área de una esfera ($A=4\pi r^2$).
- Con el área de la esfera, vamos a construir un cubo. Despeja de la siguiente fórmula: $A=6 \cdot l^2$, la 'l' para conocer el lado del cubo.
- Ha llegado el momento de construir el cubo. Utiliza la siguiente plantilla. Ten en cuenta que el lado debe medir el valor 'l' que has hallado antes.
- Finalmente intenta meter la misma cantidad de arroz que has metido en la esfera en el cubo. ¿Lo consigues?



¿Qué compruebo?

Que la cantidad de arroz que puedes meter en la esfera es mayor que la que puedes meter en el cubo. Por eso esta forma geométrica nos permite almacenar más cantidad de arroz que el cubo, aun teniendo ambas la misma superficie. Puedes repetir este experimento con cualquier otra forma geométrica que tenga el mismo área. Observa cómo seguirá siendo en la esfera dónde más arroz cabe.

CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS

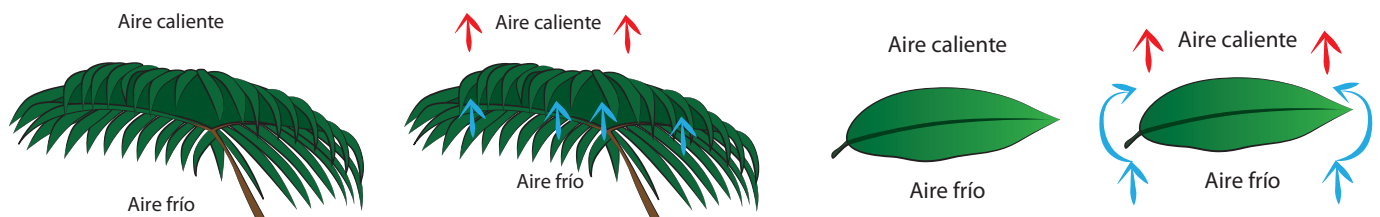
COPIANDO A LA NATURALEZA: LA PALMERA

La biomimética es la disciplina que se inspira en los diseños, procesos y sistemas naturales para desarrollar soluciones innovadoras

¿Por qué la forma de las hojas de las palmeras es diferente a la de otras hojas?

La diferencia más importante es que las hojas de las palmeras están segmentadas. Es decir, están partidas dando lugar a multitud de hojitas.

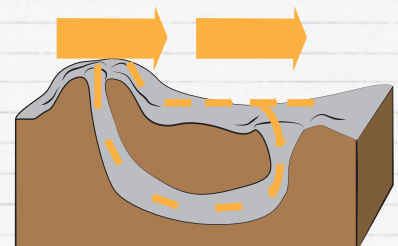
¿Es un capricho de la naturaleza que las hojas de las palmeras estén segmentadas? No. Esta disposición ha sido desarrollada como adaptación al clima cálido de donde provienen. Las plantas, al igual que los humanos, tienen una temperatura de confort. Como las plantas no pueden regular la temperatura por sí mismas, necesitan aprovecharse del entorno para refrigerarse. ¿Cómo lo hacen? El aire que se encuentra encima de la superficie de la hoja de la palmera, está más caliente que el que hay debajo, ya que sobre la hoja inciden los rayos solares. Al calentarse, el aire asciende, dejando un hueco que tiene que ser inmediatamente reemplazado por el aire más frío que está debajo. Si en lugar de estar segmentada, la hoja fuera una superficie continua y única, solo se podría reemplazar el aire frío por el caliente en el borde de la hoja. En cambio, al tener la hoja segmentada en finas hojitas alargadas, la planta reduce la distancia que el aire frío debe recorrer para refrigerar su hoja, y así puede cubrir toda su superficie rápidamente. Con este diseño, la palmera consigue mover el aire sin necesidad de usar un ventilador! Es decir, utiliza un sistema de refrigeración pasivo.



¿Sabías que...

El perrillo de las praderas utiliza este sistema de refrigeración para ventilar su madriguera?

Esta posee dos entradas: una elevada con forma de cono y otra con forma de embudo. La diferencia que existe entre la altura y la forma de las entradas no es casualidad, ya que es lo que le permite generar una diferencia (gradiente) de presiones y, por tanto, ventilarla. Nosotros tenemos que abrir las ventanas para renovar el aire en nuestras casas.



Una aplicación biomimética

Las termitas utilizan este mecanismo para refrigerar su termitero ya que debe mantenerse a una temperatura constante de 30 °C (temperatura de confort). Las termitas renuevan el aire del interior del termitero utilizando una especie de chimeneas muy altas (hasta 2 metros de altura) y unos agujeritos en la base.

El edificio Eastgate Centre fue construido basándose en el sistema de ventilación que utilizan las termitas autóctonas de Zimbabwe. De esta manera, imitando mecanismos de ventilación pasiva, han conseguido un ahorro tanto de energía como de materiales de construcción inada menos que del 10%!



ACTIVIDAD

Y sin embargo, ¡sube!

Comprueba cómo puedes mover un fluido sin tocarlo, simplemente creando una diferencia de presiones

Materiales: una botella de agua con su tapón, un tubo de bolígrafo tipo Bic, un secador y agua.



¿Cómo lo hago?

- Realiza un agujero en el tubo del mismo tamaño que el tubo del bolígrafo. Utiliza el bolígrafo para realizar el agujero.
- Llena de agua tres cuartas partes de la botella y ponle el tapón. Introduce el tubo por el tapón hasta que, una parte del tubo, quede en el agua y la otra fuera del tapón.
- Finalmente pon en marcha el secador muy cerca de la parte exterior del tubo.

¿Qué compruebo?

Fíjate cómo el agua sube por el tubo. Esto se debe a que se crea una diferencia de presiones que permite que el agua ascienda. Es lo mismo que pasa en la madriguera del perrillo de las praderas, solo que en el caso de nuestro experimento se mueve agua en lugar de aire.