IMITANDO A PLANTAS Y ANIMALES

Luis Pardillo Vela 30/03/2023

La biomímesis o biomimética etimológicamente hablando es “imitar la vida”, es una ciencia que estudia la naturaleza como fuente de inspiración, para resolver problemas o realizar mejoras en proyectos o inventos ya realizados, o que directamente fueron la fuente de inspiración para idear un proceso mecánico o químico observando los modelos presentes en el mundo animal o vegetal y que la naturaleza ha desarrollado durante millones de años para solventar o mejorar situaciones específicas.

VAMOS A EMPEZAR CON INVENTOS O MEJORAS OBTENIDAS DEL MUNDO ANIMAL.

El tren bala Japonés 'shinkansen' llegaba a casi 300 kilómetros por hora pero tenía un problema, producía un ruido estridente al salir de un túnel. Este ruido molestaba a la vecindad en un radio de unos 400 metros y hacia vibrar las ventanas.

El ingeniero Eiji Nakatsu, de la Japan Rail West era un aficionado a la observación de aves, y al ver la manera de cómo se zambullía el Martín Pescador sin salpicar agua encontró la solución al problema. La clave estaba en la forma aerodinámica del pico. Se sustituyó el morro del tren bala por uno imitando el pico del Martín Pescador. El ruido bajó de forma notoria hasta niveles aceptables, y además aumentó la velocidad superando los 300 kilómetros por hora y la eficiencia energética mejoró en un 15%.

Las termitas construyen enormes nidos dentro de los cuales cultivan unos hongos que representan su principal fuente de alimentación. Dichos hongos, en el corazón del termitero, deben mantenerse a unos 30ºC, aunque la temperatura exterior varíe entre 2 y 42ºC a lo largo del día. Para mantener la temperatura constante, construyen el termitero con gruesos muros que permiten almacenar el frío nocturno para compensar el calentamiento que sufre el termitero durante el día y a su vez el calor almacenado al final del día evita un fuerte enfriamiento nocturno. Asimismo, construyen galerías de lodo húmedo en la parte inferior de los nidos, de forma que a medida que el aire circula por estas galerías su temperatura disminuye (refrigeración por evaporación). También construyen chimeneas con salida por la parte superior del termitero y conectadas por pequeños poros en toda la estructura, que tapan o abren regulando la circulación del aire por convección. El resultado es una renovación del aire interior en todo el termitero y una temperatura constante de unos 30 ºC en el jardín de hongos, su principal fuente de alimentación.

El arquitecto zimbabuense Mick Pierce (mic piess)(1938), basándose en la estructura de los termiteros de Zimbaue, mediante el escaneo con imágenes tridimensionales de su estructura, construyó el Eastgate Centre (istgueit centar) en 1996, un centro comercial y edificio de oficinas situado en Harare (capital de Zimbabue) ventilado y refrigerado por medios naturales, imitando la ventilación del termitero, lo que abarató la construcción y produce un considerable ahorro anual de energía.

Este sistema de ventilación pasiva, emulando el diseño de termiteros, también se usó en la construcción del edificio Portcullis House (purtcales jaus) de Londres, edificado en 2001 frente al Big Ben o la Casa CH2 del Consejo de Melbourne, abierto en 2006.

Si pensamos en pegamentos muy fuertes nos vienen a la cabeza los cianoacrilatos (SuperGlue o La Gotita), o los epoxis (los de dos tubitos), considerados como los pegamentos más fuertes, pero la realidad es que no son los más fuertes. Los más enérgicos y sorprendentes provienen del reino animal y con dos naturalezas muy distintas en su forma de pegar. Uno es el caso del pegamento de los mejillones, percebes o los balánidos, que los une fuertemente a las rocas por medio de unas proteínas, **y otro es el de las patas de los geckos** (un lagarto familia del perenquén que se usa como mascota por ser muy sociables) capaces de andar por cualquier superficie vertical o por los techos, gracias a que sus patas poseen millones de pequeñas protuberancias que interaccionan con las moléculas de cualquier superficie por las llamadas fuerzas de Van der Waals que son fuerzas de unión intermolecular.
Varias patentes de empresas tecnológicas y universidades han conseguido replicar esas poderosas fuerzas de adhesión de los geckos y lanzado al mercado adhesivos que no utilizan pegamento, es decir no deja residuos, se retira con facilidad, es reutilizable al 100% y su capacidad de adherencia es tal que con el tamaño de una tarjeta de crédito son capaces de soportar, por ejemplo, un televisor de 42 pulgadas.
Vamos ahora con el pegamento que sintetizan los mejillones, **percebes y balánidos** (bellotas de mar) que deben soportar las continuas embestidas del mar. Los tres usan mecanismos físico químicos diferentes pero los tres relacionados con proteínas.
Investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y de la Clínica Mayo han desarrollado una pasta de sellado rápido que puede detener las hemorragias de los órganos y que está inspirada en la sustancia pegajosa de los percebes para adherirse a las rocas o barcos y otros animales marinos aun estando húmedos y sucios. La nueva pasta, según notas del MIT y la Clínica Mayo, puede adherirse a las superficies incluso cuando éstas están cubiertas de sangre y detener la hemorragia en tan solo 15 segundos. Los investigadores demostraron, en pruebas con ratas, que entre 15 y 30 s después de aplicar el pegamento y con una ligera presión, este se fija y detiene la hemorragia. El equipo también hizo pruebas en cerdos y descubrió que el pegamento era capaz de detener rápidamente las hemorragias en el hígado, y que funcionaba mucho más rápido y de forma más eficaz que con los agentes hemostáticos disponibles.
La piel de los tiburones es como una lija en la dirección de cola a cabeza, pero suave de cabeza a cola. Está cubierta por pequeños dentículos dérmicos, como si fueran pequeñas escamas dentadas, cuya estructura varía en función del lugar que ocupan y favorecen la reducción de la resistencia del agua durante su desplazamiento ya que facilitan el flujo del agua sobre su piel mientras avanzan, reduciendo el rozamiento y en consecuencia pueden alcanzar más velocidad y consumir menos energía.
La compañía de origen australiano Speedo, fabricante de bañadores de competición, junto con la compañía italiana Mectex, el Instituto Australiano del Deporte y con la colaboración de la mismísima NASA, diseñaron un bañador basado en esa propiedad de la piel del tiburón. Es el bañador que vimos en las olimpiadas de Sidney 2000 y que

era de cuerpo entero porque la resistencia que ofrecían en el agua era mucho menor que la de la piel humana. Hubo mejoras en Atenas 2004 y ya en Pekín 2008 se batieron 23 records mundiales con otras innovaciones en ese tipo de bañadores.
Pero la piel del tiburón no solo inspiró bañadores de competición. También se investiga para cascos de buques, ya que además de disminuir el rozamiento, en la piel de tiburones no se adhiere nada, ni parásitos ni bacterias, lo que evitaría las incrustaciones en el casco del barco de moluscos, algas, musgo, etc., que disminuyen la velocidad del barco y aumentan el consumo de combustible al crear una fricción adicional. **Y por las razones de que no se adhiere nada, ni parásitos ni bacterias**, se investiga para fabricar prótesis seguras. Hay que señalar que la piel del tiburón cicatriza muy pronto y no suele tener infecciones ni tumores ni cáncer, y todo por la naturaleza física de su estructura.
Los escarabajos *Onymacris unguicularis* también llamados *escarabajos de la niebla*, nativo del desierto de Namibia, tienen un caparazón ceroso e irregular que es hidrófobo (repele el agua). Por las mañanas, el escarabajo sube a las dunas, agacha la cabeza y sube el abdomen esperando a que el rocío condense una gota de agua sobre su caparazón que resbalará hacia su boca. Kitae Pak, estudiante de posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional de Seúl, inventó el Dew (diu = rocío) Bank, un recolector de agua del rocío de forma similar a como lo hace el escarabajo. El Dew Bank es como un exprimidor de acero inoxidable, cuya cúpula por la mañana está más fría que el aire, formando gotas de rocío que se deslizan sobre la cubierta hacia un canal que lo lleva a un depósito base. Puede recolectar al menos lo suficiente para un vaso de agua para saciar la sed. Fue medalla de bronce en los Premios Internacionales de Excelencia en Diseño (IDEA) 2010.
También son consecuencia del estudio de este escarabajo el rediseño mejorado por el MIT de las redes empleadas para obtener agua de la niebla.
Majestuosas son las ballenas jorobadas al nadar, aun siendo cetáceos de gran envergadura, nadan con gran agilidad y pueden hacer piruetas, todo ello gracias a sus particulares **aletas** que contienen protuberancias irregulares en el borde frontal.
Basándose en estas aletas, la compañía de energía eólica WhalePower (welpauar), ha diseñado aspas de aerogeneradores con protuberancias que son mucho más eficientes. Y también ventiladores más eficientes y con menor ruido, p. ej. para ordenadores.
Las aletas que se sitúan en la punta de las alas de los aviones llamadas winglets, mejoran las condiciones de vuelo al evitar la formación de torbellinos en los extremos del ala. La crisis del petróleo de 1973 encareció el combustible y se hizo necesario su ahorro y las compañías aéreas eran de las más afectadas. El ingeniero estadounidense Richard Whitcomb encaró este problema observando como las aves curvaban las puntas de sus alas hacia arriba, y de esa manera ganaban altura y metros recorridos y diseñó los winglets (alitas). Después de años de estudios y ensayos salieron los primeros prototipos y en 1988 ya lo disponían los Boeing 747-400 y a partir de aquí se fue introduciendo en el resto de los aviones con distintos formatos. Por cierto, en Airbus los llaman Sharklets.
VAMOS AHORA CON APLICACIONES INSPIRADAS EN EL MUNDO VEGETAL.
A principios de los años cuarenta, el joven ingeniero suizo Georges de Mestral, aficionado a dar largos paseos con su perro por el bosque, se preguntó por qué demonios

le costaba tanto desprender de su pantalón, de sus calcetines y del pelo de su perro la semilla de cierto tipo de cardos silvestres que se enganchaban durante el paseo. Tras analizarlas al microscopio, observó que estas acababan en múltiples ganchos y que ellos eran precisamente los que se liaban con el tejido de los calcetines o la maraña de pelos de su perro. De inmediato se le ocurrió recrear un sistema de enganche basado en este diseño de la naturaleza. Después de un largo tiempo de pruebas, Mestral creó este sistema de cierre revolucionario que todos hemos usado mucho más de una vez y que consiste en una tira con bucles y otra con ganchos y que fue bautizado a partir de los términos en francés (velour) «bucle» y (crochet) «gancho», es decir VELCRO.

Las hojas de la flor de loto (*nelumbo nucifera*) son superhidrofóbicas, es decir son extraordinariamente repelentes al agua, y en consecuencia, el agua de lluvia adopta la forma de gotas esféricas al entrar en contacto con la superficie de estas hojas, lo cual le permite deslizarse libremente llevándose consigo toda suciedad y manteniendo la hoja limpia, seca, y libre de bacterianas, lo que se conoce como ***efecto loto***. Para explicar este comportamiento, los biólogos tuvieron que estudiar la composición química y la topografía de las hojas, y encontraron que tenían dos niveles de estructuras: un nivel microestructurado consistente en bultos superficiales y sobre ellos un nivel de pelos nanométricos. Ambos sistemas tienen un revestimiento ceroso, lo que en conjunto hace que la superficie de una hoja de Loto repela el agua y no llegue a mojarse.

La empresa alemana Sto AG, basándose en el *efecto loto* patentó en 2000 una pintura para fachadas «*Lotusan*», con la cual las paredes se mantienen totalmente secas y limpias después de una lluvia, que es igualmente aplicable a los bancos de un parque. Pero con el avance de la nanotecnología, el *efecto loto* se ha aplicado ya para multitud de usos, parabrisas, tejidos, recubrimiento de las alas y motores de los aviones para evitar la formación de hielo (si no hay agua no hay hielo).

Polystichum munitum es un helecho con una estructura peculiar: sus hojas, compuestas de formas fractales (estructuras que se autorreplican) tienen la capacidad de almacenar gran almacenamiento de energía y tener una óptima circulación del agua.

Basándose en la estructura fractal de este helecho, un equipo del Instituto Real de Tecnología de Melbourne ha creado un electrodo de grafeno que combinado con supercondensadores aumenta en 30 veces la capacidad de almacenar energía. El electrodo de grafeno, combinado con supercondensadores, creará una nueva generación de células fotovoltaicas capaces de solucionar la recarga de móviles o de los coches híbridos. Por otra parte, las baterías y supercondensadores con electrodos de grafeno tienen características especiales, como su capacidad para ser deformados lo que facilita su integración y miniaturización para dispositivos portátiles.

Pero hay mucho más de imitación de la naturaleza. El coche Mercedes Bionic está inspirado en el pez Cofre. **Ornilux** es un vidrio que se inspira en cómo los hilos de las telas de araña reflejan la luz UV, algo que los pájaros ven y evitan su impacto. Actualmente se estudia cómo sintetizar hilos con las propiedades de la tela de araña o conseguir la fotosíntesis artificialmente.

Y termino con una frase de Gaudí, que en los inicios del siglo XX ya pronosticaba todo lo que hemos comentado hoy*: "El arquitecto del futuro se basará en la imitación de la naturaleza, porque es la forma más racional, duradera y económica de todos los métodos".*