

Biomímesis: Re-Innovando con Humboldt

“Trataré de encontrar cómo actúan las fuerzas de la Naturaleza unas sobre otras, y de qué manera influye el ambiente geográfico en las plantas y en los animales. En otras palabras, deseo encontrar el principio de Unidad de la Naturaleza.”

Autorretrato de Alexander von Humboldt realizado en París en 1814



Eva Batanero



En septiembre de 2019 se organizó en el MNCN un taller educativo que reunía en una misma actividad la Biomímesis y a Alexander von Humboldt. Los más pequeños desarrollaron ideas innovadoras inspirándose en cuatro de las numerosas especies que Humboldt describió en el diario del viaje que realiza por la América española entre 1799 y 1804. Os animamos a descubrir cómo nos inspira la Naturaleza.

Desde finales del siglo XX, la bióloga estadounidense Janine M. Benyus ha impulsado una revolución en el mundo de la ciencia y de la tecnología al publicar libros y desarrollar diferentes programas que tienen por objeto difundir una disciplina: la Biomímesis. En la actualidad, existen numerosos ejemplos de estudio y aplicación de la Biomímesis en áreas de actividades humanas tan dispares como la agricultura, la medicina, la arquitectura, el transporte o la comunicación. Pero ¿qué es la Biomímesis? La Biomímesis es



Janine M. Benyus autora del libro *Biomimicry: Innovation inspired by Nature* y la base de datos AskNature.org.

una nueva disciplina científica que estudia la Naturaleza —estructuras, funciones, procesos y sistemas— como fuente de inspiración para resolver retos y problemas humanos, mediante el desarrollo de nuevos diseños que sean más eficientes y compatibles con el medio ambiente. Así, la Biomímesis implica una observación consciente de la Naturaleza para poder comprenderla y aprender de ella con el fin de imitarla.

¿Y por qué la Biomímesis hoy? La humanidad, como especie, ha llegado a un punto crítico en su evolución: nuestros hábitos de vida no sólo nos alejan cada vez más del contacto con la Naturaleza, sino que no son sostenibles y las consecuencias las sufre el planeta Tierra. Sabemos que las cosas no pueden seguir así y debemos reaccionar porque el futuro de la Tierra es el nuestro. Es tiempo de re-evolución, de reconciliar la Ciencia y la Tecnología con la Naturaleza. ¿Cómo hacerlo? La Biomímesis es una valiosa llave hacia una tecnología inteligente y sostenible. Pero para ello es importante que cambie la sociedad que diseña dicha tecnología.

En esta línea, el día 19 de septiembre tuvo lugar en el Museo Nacional de Ciencias Naturales

(MNCN) el taller *Biomímesis: Re-Innovando con Humboldt*, en el que niños y niñas de entre 7 y 12 años tuvieron la oportunidad de dar sus primeros pasos en el fascinante mundo de la Biomímesis. Lo que más despertó en ellos curiosidad e interés fue aprender cómo se las ingenian los organismos tomados como modelo para realizar una función dada. De esta manera, los niños y las niñas se convirtieron en ingeniosos científicos y crearon sus propios diseños a partir de lo que habían aprendido “de” —y no “sobre”— los organismos modelo que tuvieran utilidad para la sociedad, pero siempre buscando la sostenibilidad. El taller permitió a los niños y las niñas descubrir el sinfín de posibilidades que ofrece la Naturaleza como fuente de inspiración.

Con este taller se quería, además, rendir homenaje a Alexander von Humboldt, un gran científico, expedicionario y humanista alemán de cuyo nacimiento se celebraban los 250 años el 14 de septiembre de 2019. Por ello, los organismos seleccionados para el taller estaban relacionados con el viaje que realizó Humboldt, junto al botánico francés Aimé Bonpland, por las colonias españolas en América entre 1799 y 1804, con el permiso del rey Carlos IV.

Durante los cinco años que dura la expedición científica, Humboldt y Bonpland recorren varios territorios españoles en América recopilando gran cantidad de datos sobre el clima, la astronomía, los recursos naturales, la orografía, la flora, la fauna y las culturas precolombinas. Sin embargo, el verdadero objetivo de la expedición es, según el propio Humboldt, “encontrar el principio de





Anguila eléctrica, *Electrophorus electricus*.

Niños y niñas que participaron en el taller experimentando con la electricidad generada a partir de patatas que emulan los electrocitos de la anguila eléctrica.



Unidad de la Naturaleza”.

Humboldt revolucionó su época por su manera de concebir la Naturaleza como un ‘Todo interconectado’, un concepto que constituyó la base para la creación de nuevas disciplinas como Climatología o Biodiversidad. Su mayor logro fue saber combinar la ciencia y el arte para explicar y comprender la Naturaleza. Además, se le considera el primer científico que describe el cambio climático ocasionado por la actividad del ser humano, al ver las consecuencias de la deforestación causada por las plantaciones coloniales en el lago de Valencia (Venezuela): “Cuando los bosques se destruyen, como han hecho los cultivadores europeos en toda América, con una precipitación imprudente, los manantiales se secan por completo o se vuelven menos abundantes. Los lechos de los ríos, que permanecen

“Los niños y las niñas se convirtieron en ingeniosos científicos y crearon sus propios diseños a partir de lo que habían aprendido “de” –y no “sobre”– los organismos modelo”

secos durante parte del año, se convierten en torrentes cada vez que caen fuertes lluvias en las cumbres. La hierba y el musgo desaparecen de las laderas de las montañas con la maleza, y entonces el agua de lluvia ya no encuentra ningún obstáculo en su camino: y en vez de aumentar poco a poco el nivel de los ríos mediante filtraciones graduales, durante las lluvias abun-

dantes forma surcos en las laderas, arrastra la tierra suelta y forma esas inundaciones que destruyen el país.”

En el taller, los niños y las niñas viajaron de la mano de Humboldt para descubrir algunas de las grandes maravillas de la Naturaleza que encontró en la América española. Y a través de demostraciones, experimentos y otras cosas más, aprendieron por qué y cómo estos ingeniosos organismos han sido y continúan siendo una fuente de inspiración para científicos e ingenieros en el desarrollo de nuevas tecnologías que mejoren nuestra vida, respetando el planeta.

Nuestro recorrido comenzó en el pequeño pueblo de Calabozo, en la región de los Llanos (Venezuela), donde Humboldt encuentra un extraordinario animal que siempre había querido es-



tudiar: la anguila eléctrica, *Electrophorus electricus*, un pez teleosteo que habita en los ríos Amazonas y Orinoco de Sudamérica. Este pez es conocido por su capacidad de producir fuertes descargas eléctricas –¡hasta unos 600 voltios, casi el triple que un enchufe en Europa!– que utiliza para inmovilizar a sus presas y para defenderse de un ataque. Esta electricidad la produce gracias a los electrocitos, unas células excitables con forma de disco que están colocadas en fila en los tres pares de órganos eléctricos abdominales que ocupan el 80% de su cuerpo. Los electrocitos funcionan como pequeñas pilas al generar una diferencia de tensión entre ambos lados de su membrana por el bombeo de iones sodio (Na⁺) y potasio (K⁺).

En el taller del MNCN, los niños y las niñas pudieron comprobar la circulación eléctrica con

“La Biomimesis se inspira en la Naturaleza para resolver retos y problemas humanos mediante el desarrollo de nuevos diseños más eficientes y compatibles con el medio ambiente”

ayuda de patatas (ricas en sal y agua) que emulaban a los electrocitos de la anguila. Vieron que el voltaje generado por una patata aumenta cuando se colocan varias patatas en serie.

Este animal ha inspirado a Thomas BH Schroeder, investigador de la Universidad de Michigan, y sus colaboradores el diseño de una ba-

tería artificial biocompatible y respetuosa con el medio ambiente para impulsar dispositivos eléctricos en el cuerpo humano -como marcapasos-, basada en la generación de gradientes iónicos entre miles de celdas de hidrogeles de poliacrilamida dispuestas en serie.

La siguiente etapa fue el río Temi (Venezuela), donde Humboldt y Bonpland vieron delfines rosados, *Innia geoffrensis*, una de las criaturas más asombrosas de nuestro planeta. Este delfín es un mamífero cetáceo odontoceto que habita en los ríos Amazonas y Orinoco, por debajo de los 400 m sobre el nivel del mar. Este animal puede localizar a sus presas en las aguas oscuras donde la visibilidad es reducida gracias a su sistema sensorial denominado ecolocalizador o biosonar que emite una ráfaga de clics (ondas sonoras de



Delfín rosado, *Innia geoffrensis*.

Los participantes del taller, junto a una de las educadoras, probando el cañón de ondas para comprender cómo funciona el biosonar del delfín.





Tucan brasileño,
Ramphastidae /
Creative Commons
CCO.

Uno de los participantes comprobando la consistencia del cilindro de papel corrugado que emula el pico del tucán.



alta frecuencia) que rebotan en un objeto de su alrededor y retornan al animal en forma de eco, proporcionando información sobre dicho objeto (tamaño, forma, distancia, etc.).

Para comprobar que las ondas sonoras viajan por el medio acuático hasta chocar con un objeto, los pequeños utilizaron un “cañón de ondas” como fuente sonora para derribar figuritas de cartón.

Inspirándose en la ecolocalización de los delfines, la Universidad de Southampton, en colaboración con el University College London y la organización Cobham Technical Services, ha desarrollado un radar de pulso doble invertido (TWIRP) que permite detectar dispositivos explosivos y de espionaje. Recientemente, la empresa alemana *EvoLogic GmbH* ha recurrido a los

sonidos de los delfines para desarrollar y patentar la tecnología Sweep Spread Carrier (S2C) que permite una comunicación subacuática eficiente en las condiciones más desafiantes de los océanos. La tecnología S2C es adecuada para una gran variedad de aplicaciones submarinas, desde guiar un barco hasta detectar la formación de tsunamis. El principio de la ecolocalización también ha sido utilizado por una empresa inglesa para construir un nuevo tipo de bastón blanco, el Ultra bastón, que emplea sensores de ultrasonido para ayudar a las personas con discapacidad visual.

A continuación, nos desplazamos a la misión de San Francisco Solano, en la región del Alto Orinoco (Venezuela). En este lugar, Humboldt y Bonpland compran un hermoso tucán, *Ramphastos tucanus*, a unos indios Pacimoles, aumentan-

do el número de exóticos animales del “zoo ambulante” que transportan en la piragua. El tucán es un ave nativa de América que habita en zonas de clima tropical y subtropical, sobre todo, en selvas húmedas que cuentan con numerosos árboles. Una de las características morfológicas más destacables de este ave es el llamativo color y el gran tamaño de su pico que representa un tercio de la longitud de su cuerpo. Sin embargo, el pico del tucán es realmente ligero y muy resistente y fuerte gracias a su estructura y composición. El pico presenta una capa externa, de unos 0.5 mm, de escamas hexagonales y superpuestas de la proteína β -queratina, unidas mediante un pegamento orgánico. El interior está formado por una red de trabéculas y de celdillas cerradas con aspecto de esponja (denominado hueso trabecular). Las trabéculas están



Pinguicula y las niñas construyendo una trampa para insectos basándose en las propiedades de la planta.

formadas de proteínas ricas en calcio que es el responsable de la dureza. Sin embargo, debido a las celdillas de aire, el pico es muy ligero ya que su interior está prácticamente hueco. La combinación de la cubierta de queratina y la esponja aumenta la dureza del pico.

Los niños y las niñas fabricaron un cilindro de papel corrugado (ondulado) para comprobar cómo la presencia de los pliegues confiere a la estructura una gran resistencia mecánica. ¡El cilindro soportaba el peso de un libro!

La estructura del pico del tucán podría ser imitada por los ingenieros aeronáuticos y automovilísticos en el diseño de nuevos materiales extremadamente ligeros, a la vez que muy resistentes y fuertes. Por ejemplo, para la optimización de la estructura del ala de un avión.

Finalmente, nos trasladamos a Perú. Allí, Humboldt mostró mucho interés por el estudio de los monumentos de las culturas precolombinas, como la Roca de Inti-Guaicu que se encontraba adornada de forma natural por una planta del género *Pinguicula*. Es una planta carnívora distribuida por Colombia y Perú que se alimenta de insectos pequeños. Gran parte de la superficie de las hojas está cubierta de dos tipos de glándulas especiales que secretan sustancias adhesivas y enzimas digestivas para atraer, atrapar y digerir insectos. Esto permite a la planta obtener un aporte extra de nutrientes (como proteínas), al crecer en suelos pobres en estos. Las plantas carnívoras son menos eficientes en la fotosíntesis al haber transformado sus hojas en trampas.

En el taller, los niños y las niñas construyeron

*“La anguila eléctrica, el delfín rosado, el tucán y la planta carnívora del género *Pinguicula* fueron los cuatro organismos modelo elegidos como fuente de inspiración en el taller”*

una trampa pegajosa para capturar insectos de papel para comprender cómo la planta carnívora atrapa a sus presas.

Inspirados en las propiedades adhesivas de las hojas de *Pinguicula* se podría desarrollar una nueva generación de adhesivos que sustituyan a los adhesivos convencionales que contienen disolventes, lo que conlleva riesgos, tanto para la salud como para el medio ambiente.

Con esto finalizó el viaje de los niños y niñas por los territorios españoles en América acompañados por Humboldt, uno de los personajes más inspiradores de su época. Sus obras e ideas influyeron enormemente no solo en científicos y naturalistas, sino también en escritores, paisajistas e incluso políticos. El naturalista John Muir que deseaba ser un Humboldt escribió en su Diario: “¿Por qué debería considerarse el hombre más valioso que una partícula infinitamente pequeña de la gran unidad de la creación?” Es tiempo de sentir, comprender y aprender del gran libro de la Naturaleza. Y, así, biomimetizando... construimos un mundo mejor ■

