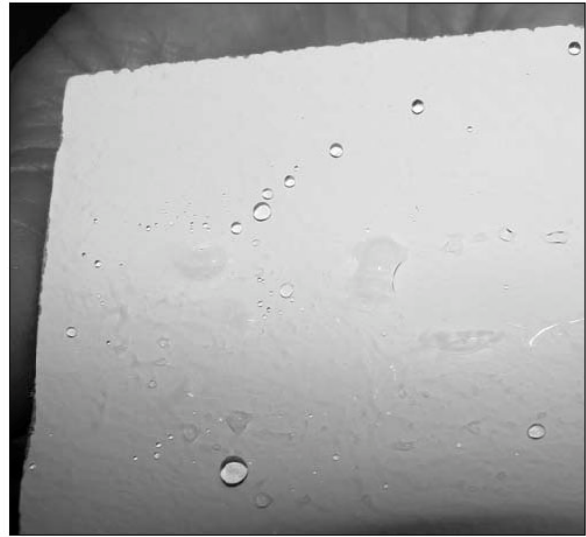
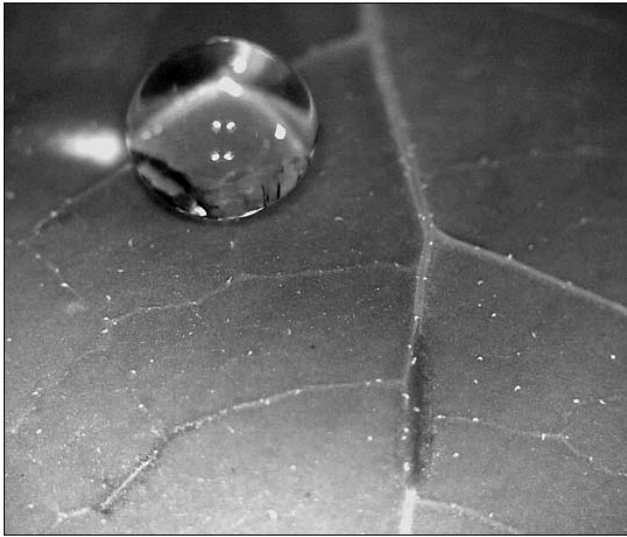


Introducción a la Biomímesis

Inspiración e innovación para los estudiantes de hoy y los trabajadores del mañana.



Izquierda: Una hoja de nasturcio vista con un microscopio digital de alto alcance muestra bultos nanométricos y las propiedades repelentes al agua, similares a las de la hoja de loto, la cual fue la fuente de inspiración de la pintura de auto-limpieza StoCoat Lotusan. Derecha: Cuando el agua toca una superficie pintada con pintura Lotusan, se producen bolitas de agua que resbalan arrastrando consigo las partículas de suciedad.

Por Dorna L. Schroeter
Traducido por Victoria Perlo

¿Estás buscando la forma de llamar la atención de tus alumnos y estimular la creatividad y el pensamiento crítico? Prueba con esto: pídeles que expliquen la conexión que hay entre el ojo de una polilla y la pantalla de un celular, o entre la mariposa Morfo Azul y las telas. Si ni tú sabes las respuestas, entonces bienvenido al asombroso e inspirador mundo de la biomímesis. Ambos son ejemplos de cómo los humanos están mirando diseños y procesos de la naturaleza para encontrar soluciones a muchos problemas que estamos enfrentando. En tiempos en que el exceso de información sobre crisis ambientales a menudo genera miedo y desesperanza, la ciencia de la biomímesis es un faro de luz. En el aula, es un tema que puede embarcar a los alumnos en la solución de problemas, el pensamiento creativo y la colaboración, y presentarles algunas de las tecnologías innovadoras que facilitarán los trabajos del futuro. Además, ¿qué más divertido que aprender cómo los hipopótamos usan el sudor como filtro solar, o cómo edificios inspirados en nidos de termitas pueden ser diseñados para usar un 70 por ciento menos de energía, o cómo un traje de baño que imita la piel del tiburón ha ayudado a romper records mundiales de natación?

La biomímesis (de *bios*, vida y *mimesis*, imitar) es una ciencia relativamente nueva. Sus practicantes estudian las mejores ideas de ingeniería de la naturaleza y las transfieren al diseño de materiales y procesos para resolver problemas humanos. En su libro *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* (*Biomímesis: Innovación inspirada por la naturaleza*), Janine Benyus explica el concepto de biomímesis de la siguiente manera:

“...la idea central es que la naturaleza, imaginativa por necesidad, ya ha resuelto muchos de los problemas con los que estamos lidiando. Los animales, las plantas, los microbios son los ingenieros consumados. Ellos han descubierto qué funciona, qué es apropiado, y lo más importante, qué perdura aquí en la Tierra. Luego de 3.8 billones de años de investigación y desarrollo, los fracasos son fósiles, y lo que nos rodea es el secreto para la subsistencia. La diferencia de la biomímesis es que no se basa en lo que podemos extraer de los organismos y sus ecosistemas, sino en lo que podemos aprender de ellos. La biomímesis les consulta a los organismos y toma prestadas sus ideas”.

Tomemos como ejemplo la humilde lombriz, que nos sólo ara y enriquece el suelo sino que también usa pequeñas cantidades de electricidad para mantener la superficie limpia, una idea que se ahora está aplicando en equipamientos para agricultura y en máquinas excavadoras. Las hojas



Karen Wong

de las plantas le están enseñando a la gente de todo, desde cómo diseñar mejores células solares hasta cómo fabricar telas auto-limpiantes. Actualmente, los investigadores están trabajando con moléculas sintéticas que imitan la clorofila con el afán de desarrollar una célula solar más eficiente.¹

Otros aprenden de la hoja de loto, cuya superficie está cubierta por pequeños bultos, invisibles al ojo humano, que hacen que la lluvia forme bolitas que se deslizan por la superficie, recogiendo la suciedad y dejando la superficie limpia. La pintura Lotusan, ya disponible en el mercado, imita este proceso. Cuando se la aplica a una pared exterior, el agua y la suciedad fluyen y la fachada queda seca y limpia. Finalmente, por supuesto, está el famoso ejemplo del Velcro, inspirado en los abrojos, esos que por lo general encontramos prendidos en la ropa luego de haber caminado por el bosque. Sólo hemos comenzado a descubrir los misterios de nuestro mundo natural. Con alrededor de 270.000 especies de plantas, 100.000 hongos y líquenes, 80.000 protozoos y algas, 75.000 arañas y escorpiones y 70.000 moluscos, ¡todavía nos queda mucho por recorrer!

Biomímesis en el aula

Integrar la biomímesis en el programa de estudio a través de disciplinas múltiples les ayuda a los alumnos a ver la importancia de los temas y las conexiones entre ellos. Les brinda la oportunidad de involucrarse en ejercicios creativos de problema-solución que los desafían a pensar, a preguntar y a crear en un marco colaborativo.

Tom McKeag, en California College of Arts y en la Universidad de California – Berkeley, utiliza la biomímesis como un puente entre la ciencia y el arte en un curso llamado “Cómo la naturaleza haría eso”, y lleva a cabo seminarios para graduados y cursos de estudio en diseño bio-inspirado. Para incluir el diseño y la ciencia bio-inspirados en la

escuela primaria y secundaria, McKeag ha fundado también una organización educativa sin fines de lucro, BioDream-Machine, que ofrece programas después de la escuela para alumnos de cuarto y quinto grado. En el programa Geometría de la Naturaleza, los estudiantes preguntan, ¿Cuáles son las formas básicas que vemos una y otra vez en la naturaleza? ¿Por qué aparecen esos patrones? ¿Qué sistemas numéricos podemos utilizar para darle sentido a la enorme diversidad de formas que hay en el mundo natural? ¿Cómo podemos crear nuestras propias formas hermosas usando la naturaleza como inspiración? Durante todo el programa, los alumnos examinan artefactos, reúnen y registran datos, crean arte basado en matemática, y se los incentiva a inventar.

En otro programa BioDreamMachine llamado Diseño Bio-inspirado, se utiliza la biomímesis como contexto para presentarles a los alumnos una variedad de principios biológicos y parte de la física y la química que subyace esos principios. A través de actividades prácticas, discusiones y proyectos de diseño, los estudiantes exploran tres temas básicos: ¿Cuáles son algunos de los trabajos de los patrones que vemos en la naturaleza?, ¿Cómo las presiones en la naturaleza forman los rasgos de los organismos? Y, ¿cómo la biomímesis y nuestras elecciones de cada día nos ayudan a vivir de manera sustentable en la Tierra? El proyecto final del curso es el diseño y la presentación pública de una “Bio-Dream Machine”, un invento que incorpore diseños exitosos de la naturaleza para resolver un problema particular elegido por la clase.

Actividades para alumnos de escuela primaria

Lo que sigue son actividades simples de BioDreamMachine para introducir los conceptos de biomímesis.

Caza de números por el barrio: Saca a tus alumnos a caminar al aire libre, cada uno equipado con un anotador, un lápiz y una hoja de cartulina con los números del 1 al 10. Hazles identificar y dibujar elementos naturales que exhiban estos números. Discutan por qué algunos números son mejores que otros en ciertas funciones; por qué hay elementos de a cinco o tres, por ejemplo. Michael Schneider, en su libro *The Beginner's Guide to Constructing the Universe*, observa que los números del 1 al 10 son “las diez patentes originales para todos los diseños que se encuentran en la naturaleza, desde las partículas subatómicas más pequeñas hasta las galaxias más gigantescas”. Observa cualquier elemento en el mundo natural y verás que está compuesto por patrones y formas basadas en estos números. Estos patrones son “los componentes básicos y cada forma representa una

estrategia diferente de problema-solución que la naturaleza ha desarrollado”.

Diseñar un mejor ratón: Este es un ejercicio de dibujo de fantasía en el que se emplea mucho papel y marcadores de colores. Puede conducir a un debate sobre las funciones que tienen que realizar los animales, la competición, adaptación y selección natural. Haz que los alumnos dibujen un “súper sobreviviente” que presente las características exitosas de varios animales diferentes. Hazles presentar los dibujos y explicar los desafíos que el animal debe afrontar y cómo estas características le permiten afrontar esos desafíos. Bríndales varias referencias ilustradas sobre animales que los alumnos puedan consultar durante el diseño. Una excelente referencia es *The Encyclopedia of Animals: A Complete Visual Guide* de University of California Press.

Tiempo de suspensión: Esta es una competencia de diseño de ingeniería en la que sólo se usa cartulina, clips, cinta adhesiva y una escalera pequeña. Muéstrales a los alumnos varias semillas llevadas por el aire que hayas recolectado, como por ejemplo semillas de diente de león y sámaras de arces, y haz que la clase observe cómo flotan en el viento. También puedes hablarles sobre animales que obtienen ventajas del aire, como las arañas en líneas de seda y las ardillas voladoras. Haz que los estudiantes diseñen y construyan un planeador usando tres hojas de cartulina de 21.5 por 28 cm, siete clips y una pequeña cantidad de cinta. El diseño ganador será el que se mantenga en el aire durante la mayor cantidad de tiempo cuando sea liberado (no arrojado) desde una altura de tres metros (10 pies). Ubíquense sobre una escalera pequeña para tirar los planeadores, y que un estudiante mida el tiempo con un reloj y otro haga el registro. En Internet se encuentran fácilmente explicaciones simples de la física del vuelo y pueden combinarse con ejemplos del comportamiento animal.

Geometría del jardín: Si tu escuela tiene un jardín de flores o vegetales, ya tienes muchos ejemplos de la geometría de la naturaleza para explorar. Ramificaciones de tres, anillos concéntricos, laberintos, radiación y espirales son las formas básicas que se observan en las plantas del jardín. Por ejemplo, las hojas de muchas plantas crecen con una distribución de espiral en los tallos, y en patrones que reflejan la sucesión de Fibonacci (cada número es la suma de los dos números anteriores). Vean quién puede identificar la mayor cantidad de formas. Es útil tener una hoja preparada con imágenes simples de las formas básicas para guiar las exploraciones de los alumnos. *Fascinating Fibonacci* de Trudy



El color de muchas mariposas, como la Morfo Azul, se produce por estructuras microscópicas en las alas más que por pigmentos. El estudio de mariposas como modelo ha conducido a nuevas formas de crear color en aplicaciones humanas, desde pinturas a pantallas electrónicas que son impulsadas ópticamente por la reflexión de luz solar en lugar de baterías.

Hammel Garland es una buena introducción a los números de Fibonacci.

Actividades para alumnos más grandes

Preguntando a la naturaleza: Para los alumnos más grandes, el sitio web del Instituto de Biomímesis AskNature brinda la oportunidad de explorar el mundo natural como una fuente de ideas para resolver problemas de sustentabilidad. Por ejemplo, dado un problema real, tal como la escasez de agua, los alumnos pueden preguntar, “¿Cómo haría la naturaleza para recolectar agua?” Luego se les presentan ejemplos de recolección y retención de agua en la naturaleza. Después pueden echar un vistazo una taxonomía funcional en “Get,



El lirio impulsor, llamado así por la flor, tiene un eficaz patrón en espiral que se encuentra en la naturaleza.



Dorna Schroeter

Alumnas de la escuela examinan un abrojo de barba, cuya estructura inspiró la invención del Velcro.

store or distribute resources” para buscar ideas sobre cómo las cosas en la naturaleza juntan y almacenan agua. Al combinar estas ideas con sus propias observaciones al aire libre, los alumnos podrían diseñar un mecanismo para recolectar agua.

Hojas auto-limpiantes: Haz que los alumnos miren una hoja de nasturcio con un microscopio de alta resolución y luego la rocíen con agua. ¿Qué conclusión pueden sacar sobre lo que causa que el agua se haga bolitas? (Al igual que las hojas de loto, las hojas de nasturcio parecen tener pequeños bultos en la superficie que repelen el agua).

Análisis del ciclo biológico: Pídeles a tus alumnos que busquen ejemplos de biomímesis en las noticias. Verán titulares como “Nutrias inspiran ropa seca y abrigada que emplea menos químicos, ahorra energía en la producción y puede ser reciclada”, “El automóvil Nissan Eporo evita choques imitando un cardumen de peces”, “Secretos sobre el castillo de arena de un hormiguero podría producir un poderoso adhesivo de uso medicinal”, “Un material basado en la piel de tiburón detiene el brote de bacteria”, “Delfines inspiran vuelos eficientes” y “Almejas inspiran nuevo sistema de acoplamiento”. Estos títulos se refieren a productos reales inspirados en la naturaleza que ya han entrado al mercado o lo harán pronto. Realicen un análisis del ciclo biológico de uno de esos productos y compárenlos con el ciclo de un producto similar que ya esté en el mercado para que los alumnos comprendan el concepto de sustentabilidad.

Entonces, ¿cuál es la conexión entre el ojo de una polilla y la pantalla de un teléfono celular? La superficie multifacética del ojo de una polilla está estructurada con el fin de reducir la reflexión. Ingenieros alemanes utilizaron láseres para esculpir facetas similares en laca fotosensible. Los

aproximadamente 16 millones de puntos por milímetro cuadrado casi pudieron eliminar el brillo de las pantallas de algunos celulares y monitores de computadoras.

¿Y la conexión entre la mariposa Morfo Azul y las telas? La bellísima iridiscencia de las alas de la Morfo Azul no es el resultado de pigmentos o tintas, de hecho, no hay presencia de color en absoluto. Por el contrario, el color es creado a través de capas microscópicas transparentes en las escamas de las alas que eliminan virtualmente todas las ondas de luz reflejadas, mientras refuerzan las azules. Esto se conoce como color estructural y puede encontrarse en toda la naturaleza. Utilizando estructuras en escalas nanométricas que imitan alas de mariposa, los humanos han creado no sólo telas, sino también nuevas pinturas y cosméticos que son libres de metales tóxicos y que requieren menos energía para su fabricación.

A medida que buscamos soluciones a muchos de los problemas apremiantes de hoy, más y más inventores se preguntan ¿Cómo hace eso la naturaleza? Desde autos hasta moda, de la moda a la medicina, diseñadores y científicos emplean principios de biomímesis. Algunas universidades ya están ofreciendo cursos relacionados con la biomímesis, y no pasará mucho tiempo hasta que la biomímesis se convierta en una opción de estudio terciario.² Lo que hoy es una forma nueva de pensar y mirar al mundo natural será el estándar para la siguiente generación que entrará en un mercado que está entrelazado con la biomímesis. Ahora es tu turno: ¿Qué pueden imaginar tú y tus alumnos?

Dorna L. Schroeter es la coordinadora de Putnum/Northern Westchester BOCES Center for Environmental Education en Yorktown Heights, Nueva York, co-fundadora de Children’s Environmental Literacy Foundation, miembro del equipo para el desarrollo del plan de estudios de P/NW BOCES Education for Sustainability K-12 Project, y una consejera educativa en el Instituto de Biomímesis. Le da las gracias a Tom McKeag de BioDreamMachine y a Sam Stier del Instituto de Biomímesis por sus aportes para este artículo.

Victoria Perlo es estudiante de la carrera de Traductorado de Inglés de la Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Notas:

1. Anna Salleh, “Green leaves inspire solar cells”, ABC Science, 4 de septiembre de 2006, online Abril 16, 2010, <www.abc.net.au/science/articles/2006/09/04/1729572.htm>.

2. Para obtener una de instituciones terciarias que ofrecen cursos relacionados con la biomimesis, ingresa a www.biomimicryinstitute.org/education/university/external-programs.html.

Recursos

Libros y CDs

Benyus, Janine. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. William Morrow, 1997.

Martin, Amy. *Ask the Planet* CD. The Biomimicry Institute, 2009. Songs for teaching about biomimicry, supported by downloadable activities. See <http://asktheplanetcd.org>.

McKay, George, et al (Eds.). *The Encyclopedia of Animals: A Complete Visual Guide*, University of California Press, 2004.

Schneider, Michael. *The Beginner's Guide to Constructing the Universe: The Mathematical Archetypes of Nature, Art, and Science*. HarperCollins, 1995.

Sitios web y organizaciones

AskNature, www.asknature.org. Un proyecto del Instituto de Biomimesis, este sitio posee una base de datos online gratis sobre soluciones naturales para las filtraciones de aire, la adherencia de diversas superficies, el movimiento en el agua y cientos de procesos más.

BioDreamMachine <http://biodreammachine.org>: El sitio muestra casos de estudio, consejos educativos, planes de clase, y enlaces al blog GreenerDesign.com, que se trata exclusivamente de diseños bio-inspirados (se puede acceder directamente en www.greenbiz.com/business/engage/blogs/user/Tom%20McKeag). Pronto se agregará una sección sobre "héroes" en donde los visitantes podrán aprender sobre el trabajo en el campo de la investigación, el diseño, la ingeniería y la educación bio-inspirados.

Biomimesis en GreenBiz.com www.greenbiz.com/search/apachesolr_search/biomimicry. El sitio tiene enlaces hacia una variedad de artículos cortos sobre la tecnología y educación de la biomimesis.

El Instituto de Biomimesis www.biomimicryinstitute.org: El sitio presenta programas de estudio que se pueden descargar para introducir la biomimesis a alumnos de primaria y secundaria y presenta además una base de datos de "AskNature" para buscar soluciones de la naturaleza a varios desafíos. Este verano el instituto ofrecerá un curso online de desarrollo profesional para educadores de escuela primaria y secundaria y para educadores no-formales para introducir los fundamentos de la biomimesis y aprender a enseñarlos. En otoño de 2010, el instituto lanzará el Desafío Juvenil de Biomimesis para involucrar a alumnos de escuelas primarias y secundarias en el uso de la biomimesis para resolver desafíos tecnológicos humanos. Biomimicry Institute, PO Box 9216, Missoula, MT 59807, 406-728-4134, Sam Stier, K-12 Education Director sam@biomimicryinstitute.org.