

Puntos	Características
<b>HECHOS</b>	
0	No hay hechos
1	Se identifican hechos documentados
2	Se identifican hechos documentados y algunos conceptos
3	Se identifican hechos documentados, conceptos y algunos aspectos metodológicos
<b>PREGUNTA</b>	
0	No hay pregunta
1	Hay una pregunta basada en los hechos
2	Hay una pregunta basada en los hechos y que incluye conceptos
3	Hay una pregunta basada en los hechos, que incluye conceptos y que sugiere aspectos metodológicos
<b>METODOLOGIA</b>	
0	No hay metodología
1	Hay un procedimiento que permite la recolección de datos
2	Los datos son procesados, ya sea a través de tablas y/o gráficas
4	Con los datos procesados se obtiene una conclusión
<b>CONCEPTOS</b>	
0	No hay conceptos
1	Se identifican las aplicaciones
2	Se identifican las aplicaciones y el lenguaje
4	Se identifican las aplicaciones, el lenguaje y el o los modelos capaces de explicar la pregunta
<b>RESPUESTA EN LUGAR DE RESULTADO</b>	
0	No hay respuesta
1	La respuesta es muy semejante a la conclusión de la parte metodológica
2	La respuesta incorpora además de la conclusión de la parte metodológica, los hechos
3	La respuesta incorpora además de la conclusión de la parte metodológica, los hechos y los conceptos (particularmente el modelo)
<b>RESULTADO EN LUGAR DE RESPUESTA</b>	
0	No hay resultado
1	Se identifican los errores
2	Se identifican y se explican los errores
3	Se identifican y se explican los errores y se propone una alternativa razonable de solución
<b>REFERENCIAS</b>	
0	No hay referencias
1	Hay referencias únicamente de los hechos, o de los conceptos o de la metodología
2	Hay referencias de los hechos, y de los conceptos o de la metodología
3	Hay referencias de los hechos, de los conceptos y de la metodología

Fuente: Chamizo, José Antonio, *Diagramas heurísticos*.

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.

# Estudiar la naturaleza para imitarla



Por: Clara Puchet y  
Rosa María Catalá  
Junio 2010

De: Gertrudis Uruchurtu  
No. 139, p. 10

## Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, como un complemento a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso “broche de oro” para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

## I. Relación con los temarios del Bachillerato UNAM

El artículo se relaciona con las materias del área científica: biología, física, matemáticas y química, y la manera en que se vinculan entre sí, en aras del desarrollo de nuevas tecnologías. La bio-imitación, también llamada biomimetismo (de *bios*, que significa vida, y *mimesis*, imitación), es una disciplina que estudia las soluciones que han encontrado los seres vivos para adaptarse al medio a lo largo de 3500 millones de años de evolución, y la manera de imitar esos diseños y procesos para solucionar problemas humanos. De modo que biólogos, físicos, matemáticos, químicos, ingenieros, informáticos y

otros profesionistas de diferentes campos se han propuesto desentrañar las estrategias exitosas que han hecho posible la adaptación de bacterias, plantas y animales y han cosechado no pocas soluciones tecnológicas inspiradas en la naturaleza.

## II. Los orígenes

La fundadora del biomimetismo es la investigadora estadounidense Janine M. Benyus. Para ella, “a diferencia de la Revolución Industrial, la Revolución Biomimética introduce una era basada no en qué podemos extraer o explotar de la naturaleza, sino en qué podemos aprender de ella”. La idea fundamental es que la naturaleza es un modelo y que imitarla puede transformar nuestra manera de producir alimentos, crear materiales constructivos, gestionar la energía, tratar enfermedades, guardar información y hacer negocios.

Al tratar de desarrollar nuevos materiales y nuevas soluciones para resolver problemas, se investiga la forma en que los seres vivos han resuelto problemas similares, ya sea que se trate de conservar el agua en un clima desértico, como lo hacen las cactáceas, o de desarrollar fibras súper resistentes, como la seda de las arañas (que es más fuerte que el acero y más elástica que el nylon). Las aplicaciones

de estas investigaciones pueden llegar a ser sorprendentes.

### III. Las preguntas

De acuerdo con J. A. Chamizo, el que pregunta tiene que movilizar conocimientos y habilidades que permiten conectar el mundo real (de los objetos y fenómenos observables) y el mundo conceptual (de las ideas). El filósofo de las ciencias Gaston Bachelard, lo expresaba así: “Para un espíritu científico, todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico. Nada es espontáneo. Nada está dado. Todo se construye”.

Las preguntas que nos conducen a una investigación no son las que se contestan con una o dos palabras, y que generalmente comienzan con *qué, cuándo o dónde* (preguntas cerradas), sino las que nos llevan a buscar la respuesta en diferentes fuentes y que generalmente responden a las interrogantes *cómo, por qué, o qué pasaría si ocurriera tal cosa* (preguntas abiertas). La manera en que preguntamos puede llevarnos más o menos lejos en el camino del saber.

Y el conocimiento biomimético se construye preguntando directamente a la naturaleza. La idea es que los seres vivos ya han resuelto muchos de los problemas con los que nos estamos enfrentando hoy en día los seres humanos. Por ejemplo, en torno al tema del agua se ha planteado la necesidad de la desalinización. La biomimética propone que se puede comenzar por investigar cómo lo hacen los manglares.

Otro ejemplo: si se quiere construir un edificio en una zona donde llueve muy poco y se desea almacenar agua de lluvia y humedad atmosférica, lo primero que hay que hacer es preguntarse: ¿cómo hace la naturaleza para...

- ...capturar el agua?
- ...capturar la niebla?
- ...absorber el agua?
- ...mover el agua?
- ...almacenar el agua?

### IV. Las respuestas

Al contestar las preguntas se va construyendo el camino hacia la solución del problema. Tal fue el caso del investigador Yongmei Zheng, de la Universidad de Beijing, quien descubrió que las telarañas del desierto funcionan como trampas para absorber la escasa humedad de la atmósfera, y ello se debe a la estructura de nanofibras

de dos proteínas de diferentes texturas: unas rugosas e irregulares y otras lisas y alineadas. Por su afinidad con el agua los nudos son los primeros en llenarse de gotitas, y al alcanzar cierto volumen hacen que las fibras lisas se estiren, de modo que el agua se deslice hasta otro nudo, quedando libre el anterior para atrapar agua nuevamente; el movimiento del agua se genera por la diferente tensión superficial de las dos estructuras. El objetivo consiste en fabricar materiales con esas mismas propiedades que permitan atrapar la humedad en el desierto.

Podríamos también intentar responder cómo almacenan el agua las cactáceas, considerando que entre sus adaptaciones a la aridez se encuentran, por un lado, las que evitan la evaporación, como por ejemplo:

- Células epidérmicas estrechas, sin espacios intercelulares.
- Engrosamiento de la membrana externa y de la cutícula.
- Secreciones cerosas y resinosas.
- Estomas ubicados en las depresiones de los cladodios (tallos modificados y aplanados con apariencia de hoja, como los nopales) y reducidos en número.
- Estomas abiertos sólo durante la noche, cuando la transpiración es menor y la humedad relativa es mayor, de modo que el dióxido de carbono es asimilado en la noche y almacenado en ácidos orgánicos, los que a su vez son descarboxilados durante el día para que pueda llevarse a cabo la fotosíntesis (este mecanismo de fijación de CO<sub>2</sub> en la oscuridad recibe el nombre de metabolismo ácido de las crasuláceas).

Y también las que favorecen la retención de agua, como:

- Desarrollo de células del parénquima que permanecen distendidas y turgentes.
- Tallos con espinas (hojas modificadas) que favorecen la condensación del agua a partir de la humedad atmosférica.
- Presencia de gran cantidad de ácidos orgánicos con capacidad higroscópica.

A lo que hay que añadir un sistema radicular muy extenso y superficial que les permite aprovechar las lluvias de hasta 12.5 mm y almacenar el agua.

¿Cuáles de entre esas adaptaciones podríamos darnos la clave para resolver nuestro problema?

### V. Metodología: el diagrama heurístico

Como ya lo planteamos en una guía anterior (abril de 2010), el diagrama heurístico es una metodología muy útil para desarrollar proyectos de investigación. Para completarlo hay que anotar el **tema** (por ejemplo, biomimetismo) que se está investigando y posteriormente hay que puntualizar los **hechos** (por ejemplo, las cactáceas almacenan agua). Un hecho es una afirmación acerca del mundo que no contiene juicios de valor y en la que coinciden diversas personas (por ejemplo, la clorofila es verde, las cactáceas almacenan agua o los ácidos queman). Con los hechos se construye una **pregunta abierta** (¿cómo almacenan agua las cactáceas?) que para responderse requiere de una determinada **metodología**. Así, hay que indicar el **procedimiento** escogido para responder la pregunta, **procesar los datos** obtenidos y **obtener una conclusión**. Los **conceptos** nos permiten iniciar el complejo proceso de explicación; comprenden el **lenguaje**, las **aplicaciones** y la proposición de un **modelo**. El modelo es lo que da sustento a la pregunta y debe ser parte de la respuesta. La **respuesta** debe incluir, además de la conclusión de la parte metodológica, los hechos y los conceptos, particularmente del modelo, y no debe

ser igual a las conclusiones. Finalmente, es necesario incluir las **referencias** de los hechos, de los conceptos y de la metodología.

### VI. Actividades

La propuesta didáctica que hoy les hacemos es que los alumnos desarrollen un proyecto de investigación que se plantee a partir del biomimetismo, usando un diagrama heurístico por medio del cual movilicen conocimientos y habilidades, y cuyo formato anexamos.

Para terminar es importante compartir no solamente las respuestas y las conclusiones sino de qué manera llegaron a ellas, así como que los alumnos autoevalúen su desempeño en función de la rejilla de evaluación anexa.

### VII. Bibliografía

- Chamizo, José Antonio, *Diagramas heurísticos*. Ocampo Ruiz, Ernesto, *Biomimetismo y arquitectura*. <http://nanotecnologiayarquitectura.blogspot.com/2008/08>
- Rivas Rossi, Marta, *Catáceas y suculentas del jardín botánico, Lankester*. [books.google.com.mx](http://books.google.com.mx)
- [www.biomimicryinstitute.org](http://www.biomimicryinstitute.org)

Diagrama heurístico sobre:		Puntos
Hechos		
Pregunta		
Conceptos	Metodología	
Aplicaciones	Procedimiento para obtener datos	
Lenguaje	Procesamiento de los datos para obtener un resultado	
Modelo	Análisis y/o conclusión derivado de los datos	
Respuesta o resultado		
REFERENCIAS		
De los hechos:		
De los conceptos:		
De la metodología:		
Autoevaluación (total de puntos)/20 puntos posibles		

Fuente: Chamizo, José Antonio, *Diagramas heurísticos*.