

## Aproximaciones desde la Biomimética al Diseño

*Approaches from Biomimetics to Design*

MSc. CARILYN DE LA VEGA HERNÁNDEZ

MSc. BÁRBARA LÁZARA HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

### RESUMEN

Se presentan las acepciones correspondientes a los términos Biónica y Biomimética, con los criterios de las autoras acerca de los enfoques que prevalecen en cada una y los aspectos comunes que las caracterizan. Se explican los procedimientos y métodos desarrollados por diferentes escuelas y autores para aplicar la Biomimética al Diseño, señalando los aportes de los mismos.

### ABSTRACT

*The meanings corresponding to Bionic and Biomimetics terms are presented, with the considerations of the authors about the focuses that prevail in each one and the common aspects they show. The procedures and methods developed by different schools and authors to apply Biomimetics to Design are explained, pointing out their contributions.*

### Palabras Claves

Biomimética,  
biónica,  
biomímesis,  
diseño

### Keywords

Biomimetics,  
bionics,  
biomimicry,  
design

## INTRODUCCIÓN

ASUMIR LA CONCEPTUALIZACIÓN DE OBJETOS A TENOR de especificaciones satisfechas por soluciones de la naturaleza, se ha convertido en una línea de pensamiento y accionar proyectual en el ámbito del Diseño. El término Biomimética integra justamente ese espacio de conocimiento y actuación donde “la naturaleza sirve de modelo, medida y mentor” (Benyus, 2002), que resulta interdisciplinar, incluyente y consensuado, comprometido con la creación sostenible del entorno artificial en que evoluciona la humanidad.

Aunque las fuentes bibliográficas consultadas refieren teorizaciones, investigaciones y aproximaciones entre Diseño y naturaleza empleando mayormente el término Biónica, como en los últimos tiempos se ha manejado con mayor frecuencia el vocablo Biomimética, se decidió utilizarlos indistintamente en este trabajo según contexto de referencia, independientemente de que se asumió Biomimética para el título del mismo.

Desde sus orígenes, en que el término Biónica fue acuñado por Jack Steele en los albores de la segunda mitad del siglo XX (Steele, 1960), más los antecedentes del estudio de la naturaleza y su directa relación con el Diseño Básico encontrados en los cursos iniciales de la Bauhaus (Droste, 2006) y posteriormente en la Escuela de Ulm (Bistolfi, 1985), ha existido una plétora de autores que han abordado la temática me-

dante ejemplos concretos de su aplicación y/o enfocados en la búsqueda de estrategias genéricas que permitan su incorporación sistemática al Proceso de Diseño. Bombardelli y Di Bartolo del departamento de Biónica del Instituto Europeo de Diseño de Milán; Songel de la Universidad Politécnica de Valencia; Janine Benyus del Instituto de Biomimética (Biomimicry Institute) en Estados Unidos; Milwich y Speck de la Universidad de Friburgo; Vincent de la Universidad de Bath en Reino Unido; Helms del Centro para el Diseño Inspirado Biológicamente (Center for Biologically Inspired Design) del Instituto Tecnológico de Georgia, son exponentes a referir (López Forniés, 2012; Cheong & Shu, 2013). Asimismo, Latinoamérica cuenta con estudios de interés procedentes de la Universidad Autónoma Metropolitana de México (Herrera Batista, 2010) y la Universidad de Palermo en Argentina (Sarmiento, 2015) por citar algunos.

Específicamente en el Proceso de Diseño de Objetos, la aplicación de la Biomimética en la búsqueda de soluciones durante la Conceptualización, presupone imitar y emular –de los seres vivos y sus ecosistemas- sus formas, las cualidades de sus estructuras y materiales, la eficiencia de sus procesos, el aprovechamiento de sus recursos y la optimización de sus funciones, lo cual puede aportar ingeniosas soluciones que ya han sido comprobadas en la naturaleza.

Sin embargo, la contemporaneidad mayoritaria de la actividad de Diseño sigue signada por el manejo

superficial y empírico de la Biomimética durante la Conceptualización de Objetos, donde la solución elegida en la naturaleza se imbrica al proceso de manera generalmente intuitiva y accidental, y ello no contribuye a enriquecer y organizar el despliegue de creatividad que debe centrar la actuación del diseñador en esta etapa. Una solución factible pudiera presuponer la intervención en los espacios académicos para promover la formación de los diseñadores con la adquisición y aplicación de una cultura de la Biomimética no como valor añadido del Diseño, sino como elemento a utilizar dentro del arsenal de técnicas de creatividad con el que deben egresar dotados para su desempeño profesional.

#### ANTECEDENTES

La Biónica, desde sus inicios, presupuso un campo de acción interdisciplinar que involucraba fundamentalmente a las ciencias naturales, exactas y técnicas, siendo privilegiada la Biología. Se relacionó inicialmente con la Cibernética en función de desarrollar modelos que reprodujeran los sistemas de recepción-tratamiento de información, coordinación y autorregulación de los seres vivos, además de destacarse su vinculación con la Medicina, la Mecánica, la Nanotecnología, la Bioingeniería, entre otras, y, por supuesto, con el Diseño, esfera en la cual “su intención es formalizar el uso de analogías biológicas para resolver problemas proyectuales” (Di Bartolo, 2000).

Hoy día la Biomimética aplicada al Diseño se explora principalmente en dos realidades: a nivel institucional no universitario -con entidades consagradas a este fin donde coexiste la atención al Diseño con otras disciplinas como las Ingenierías y la Arquitectura- y a nivel académico a través de departamentos y cátedras en universidades de disciplinas proyectuales. En el primer caso se encuentran BIONIS en el Reino Unido y BIONIKON Bionics Competence Network en Alemania, que ofrecen servicios de consultoría a empresas de proyecto en Europa. En el segundo caso aparecen el Centro de Investigaciones de Estructuras Naturales del Instituto Europeo de Diseño de Milán, el Instituto de Estructuras Ligeras de la Universidad de Stuttgart, el Centro de Ingeniería Bio-inspirada en Harvard, entre otros. Además está el Biomimicry Institute en Estados Unidos, donde se ofrece consultoría a empresas y se desarrollan programas educacionales (Martínez Ruíz & Mendoza Vélez, 2012).

“La postura proyectual propuesta por la Biónica, en definitiva, aparece cada vez más actual si consideramos la atención a los recursos y a la economía general de las soluciones que ella incorpora inevitablemente consigo, resultando una premisa preciosa para la sostenibilidad ambiental, fruto obvio de un pensar automáticamente en coincidencia con la naturaleza y con la correcta gestión del ambiente” (López Forníes & Berges Muro, 2014).

## CONTEXTO CUBANO

La aplicación de la Biónica al Diseño es una tendencia muy socorrida ante coyunturas sociales que demandan soluciones proyectuales comprometidas con el desarrollo sostenible; asimismo la Biónica resulta una interesante herramienta de creatividad durante el Proceso de Diseño. Como no se concibe al diseñador cubano desligado del compromiso con el desarrollo sostenible ni del ejercicio de su creatividad, es lógico que maneje este campo de conocimientos en su desempeño profesional para garantizar su pertinencia social.

El Instituto Superior de Diseño (ISDi) es la única institución de educación superior que en Cuba se dedica a la formación de profesionales en las carreras de Diseño. La instauración de una Universidad de Diseño en el seno de la sociedad revolucionaria cubana ha representado para la profesión y para la institución un desafío político, ético y académico. La diferenciación conceptual y procedimental que ha distinguido a la economía nacional en sus diversas etapas, trajo consigo la realización de extraordinarios y continuos esfuerzos para impartir una docencia competente y comprometida con cada momento. “No basta con insertar la universidad en la realidad, hay que diseñar en la realidad, con una nueva forma de enfrentar los retos de cada momento (...) Esa misión demanda diseñadores formados para nuestra realidad, con un elevado compromiso

social, sensibilidad con las personas, responsabilidad, integralidad, vocación de cooperación y postura sustentable” (Peña Martínez, 2014).

En el X Congreso Internacional Universidad 2016 que se desarrolló presidido por el lema: Universidad innovadora por un desarrollo humano sostenible, el Rector del ISDi planteó que “ser innovador en una universidad a veces es difícil porque las universidades son instituciones que se consolidan a partir de sus propias tradiciones, lo cual es una antítesis de la innovación”; sin embargo, reiteró que dicha institución “tiene el reto de formar estudiantes creativos e innovadores” (Guerra Moré, 2016), a lo cual puede contribuir el estudio de la Biomímesis y su aplicación en el Proceso de Diseño tanto en los currículos de las carreras que allí se estudian como en los programas de postgrado que en ella se imparten.

## DESARROLLO

Desde su surgimiento, los términos Biónica y Biomimética han sido definidos a partir de múltiples enfoques, muchas veces particularizados por los campos de acción de sus autores; sin embargo, existe un grupo de características invariantes en todos ellos que pueden considerarse el núcleo de sus definiciones. Para arribar a la identificación de esas características comunes, se recorrerá cronológicamente una selección de las definiciones más representativas.

## BIÓNICA Y BIOMIMÉTICA

Etimológicamente, la palabra Biónica proviene de la raíz griega bios que significa vida y el sufijo -ico que significa relativo a; su homólogo Biomímesis (de *bio*, vida; y *mimesis*, imitar) también se conoce como Biomimética o Biomimetismo en la literatura referente al tema (Smith, 2007).

Los autores fundacionales de estos términos expresaron visiones diferentes del concepto que encerraban los mismos. En 1957, Otto Herbert Schmitt, que pudiera considerarse precursor de la Biónica, preconiza el papel de la biofísica al plantear que se trata de “una aproximación a los problemas de la ciencia biológica utilizando la teoría y la tecnología de las ciencias físicas” (Harkness, 2002). Por su parte, Jack Steele -pionero de estos particulares- señala que “la Biónica es la ciencia de los sistemas que tienen un funcionamiento copiado del de los sistemas naturales, o que representan las características específicas de los sistemas naturales o que son análogos a ellos” (Steele, 1960).

Finalizando la década del sesenta, se destaca un enunciado muy claro y abarcador: “la Biónica es el arte de aplicar, a la solución de problemas técnicos, el conocimiento que poseemos sobre los sistemas vivos” (Gerardin, 1968).

La idea anterior se formaliza y en los años setenta, en el diccionario Webster, aparece la definición de

Biónica como el “estudio de la formación, estructura o función de las sustancias y materiales de origen biológico (como enzimas o seda) y los mecanismos y procesos biológicos (como la síntesis de proteínas o la fotosíntesis), sobre todo con el fin de sintetizar productos similares por mecanismos artificiales que imitan a los naturales” (Webster, 1974).

No obstante, los decenios setenta y ochenta estuvieron signados por definiciones más abocadas al aspecto procedimental-tecnológico, posición que perduró en épocas posteriores entre muchos autores dedicados al tema. Es de referir aquella que plantea que la Biónica es el “estudio de los sistemas vivos con el objetivo de descubrir nuevos principios, técnicas y procesos que puedan encontrar aplicaciones técnicas (...); analiza, desde un punto de vista cualitativo, los sistemas biológicos, sus principios y sus características funcionales, buscando una fuente de inspiración para desarrollar nuevas orientaciones en la concepción de sistemas técnicos que tengan características análogas” (Offner, 1974). “Es el estudio de sistemas vivos para aplicar a las tecnologías sus principios técnicos y procedimientos, siendo particularmente apta para estimular la capacidad de captar los detalles tridimensionales y los principios formales que los estructuran, así como para incrementar la capacidad de transformación (...)” (Bonsiepe, 1978). Este autor también valora el papel de la Biónica en la estimulación de la creatividad.

Menos afán tecnológico tiene la definición de Papanek que declara que “la Biónica es la utilización de prototipos biológicos en el diseño de sistemas sintéticos creados por el hombre; (...) se trata de estudiar los principios fundamentales de la naturaleza y llegar a la aplicación de principios y procesos a la satisfacción de las necesidades humanas” (Papanek, 1977).

Con perfil técnico, el italiano Bruno Munari refiere que la Biónica “estudia los sistemas vivientes y tiende a descubrir procesos, técnicas y nuevos principios aplicables a la tecnología. Examina los principios, las características y los sistemas con transposición de materia, con extensión de mandos, con transferencia de energía y de información. Se toma como punto de partida un fenómeno natural y a partir de ahí se puede desarrollar una solución proyectual” (Munari, 1983).

Sin embargo, la tónica abarcadora se retoma con Di Bartolo cuando expresa que “bajo el término Biónica se estudian generalmente dos tipos de trabajos científicos, dentro de los cuales hay uno más relacionado con el diseño, que estudia la naturaleza en su equilibrio entre forma-materiales-funciones, tratando de encontrar soluciones utilizables por el hombre para su medio ambiente...” (Di Bartolo, 1985). Este autor hace mención explícita del Diseño en su definición.

A finales del siglo XX e inicios del XXI no dejan de coexistir enfoques con mayor y menor intención tecnológica. De la primera corriente es ejemplo el enuncia-

do que plantea que “la Biónica es la ciencia que busca entre los seres vivos, animales y vegetales, modelos de sistemas en vista a realizaciones técnicas” (Coinneau & Kresling, 1994); también aquel que refiere que la Biónica es la “asimilación de principios de ingeniería que se utilizan en sistemas naturales, y la aplicación de estos principios al diseño o mejora de sistemas tecnológicos o materiales” (Lodato, 2000). Muestra de la segunda es la acepción que se refiere a la Biónica como una “nueva ciencia que estudia ejemplos de la naturaleza y posteriormente imita o se inspira en estos diseños y procesos para solucionar problemas del hombre” (Benyus, 2002). En la misma bibliografía la autora -usando el término homólogo- expresa que “... los hombres y mujeres exploran las obras maestras de la naturaleza y después copian sus diseños y procesos de producción para resolver nuestros propios problemas, esa búsqueda es la Biomimética, la consciente emulación de la genialidad de la vida, la innovación inspirada en la naturaleza” (Benyus, 2002).

Criterios más recientes refieren que la Biónica “es el uso práctico de mecanismos y funciones de las ciencias biológicas en ingeniería, diseño, química, electrónica...” (Vincent et al., 2007). En su tesis doctoral, el autor Ignacio López Forniés plantea que “hay una relación entre la biología e ingeniería o diseño demostrada históricamente, y que esta relación se ha basado en el estudio y análisis de las formas vivas para sintetizar soluciones (...) estos análisis se han fundamentado en varios niveles desde lo micro hasta lo macro, desde el

orden celular hasta el ecosistema, desde los sistemas o productos complejos hasta la investigación actual en el orden de las nano escalas”, y precisa que “la observación se ha planteado en principios, sistemas, estructuras, materiales, funciones, formas, colores y texturas, tratando de obtener conocimientos aplicables en la síntesis de los nuevos resultados” (López Forniés, 2014). La autora argentina Mariluz Sarmiento sentencia que “el Diseño puede encontrar soluciones innovadoras y óptimas a través de una observación detallada de la naturaleza.” (Sarmiento, 2015).

Analizando las definiciones expuestas en el recuento realizado, las autoras de este trabajo consideran que todas tienen en común los siguientes aspectos:

- Estudio de los sistemas vivientes: principios, procesos y mecanismos, así como características inherentes funcionales, estructurales, formales y de los materiales.
- Extrapolación de las características de los sistemas vivientes en función de desarrollar nuevos sistemas técnicos.
- Utilización del método de análisis y síntesis.

#### APLICACIÓN DE LA BIOMIMÉTICA AL DISEÑO

A continuación se presentan algunos procedimientos y métodos desarrollados por diversos autores pa-

ra aplicar la Biomimética al Proceso de Diseño. El principal elemento que distingue a unos de otros es el modo de imbricarse Diseño e investigación de la naturaleza, o sea, qué precede o condiciona a qué en cada propuesta.

#### VANDEN BROECK

Vanden Broeck, profesor de la Universidad Autónoma Metropolitana de México en la Unidad Académica de Azcapotzalco, plantea “...dos actividades a través de las cuales ocurre la aplicación de la Biónica al Diseño. Las mismas exigen del diseñador modos de actuación de mayor o menor complejidad, con orientaciones que se debaten principalmente entre el proyecto y la investigación” (Vanden Broeck, 2000).

- La investigación y experimentación básicas: “observación de fenómenos naturales sin necesariamente tener presentes aplicaciones inmediatas” (Vanden Broeck, 2000). Esta actividad presupone crear un banco de datos innovadores, potencialmente utilizables a posteriori en proyectos de Diseño. Dichos datos no se circunscriben solo a soluciones técnicas, sino que también pueden estar relacionados con aspectos conceptuales y metodológicos del Diseño.
- La investigación aplicada: “búsqueda de soluciones a un proyecto específico por analogía” (Vanden Broeck, 2000). Esta actividad demanda tener un

banco de datos previo, así como un modo de aproximarse desde el Diseño al sujeto o proceso natural.

Analizando la división anterior, la investigación y experimentación básicas presuponen buscar información, analizar y procesar datos, todo ello relacionado con el modo de actuación del diseñador como investigador, independientemente de que demanden trabajo interdisciplinario con otros especialistas como biólogos, por ejemplo. Por su parte, la investigación aplicada se imbrica dentro de las prácticas del diseñador como proyectista, así que se incluye dentro del modo de actuación de Proyecto.

### BOMBARDELLI

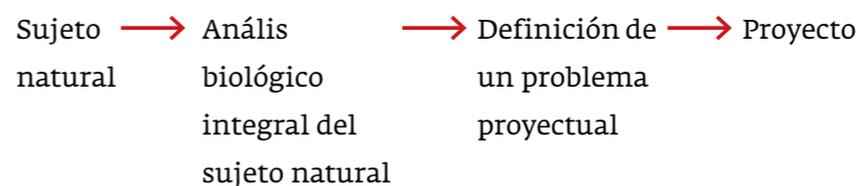
Los aportes realizados por Bombardelli en el estudio de los métodos y casos aplicativos experimentados en el Centro de Investigaciones de Estructuras Naturales del Instituto Europeo de Diseño de Milán (CRSN de Milán) revisten trascendental importancia para comprender las posibles formas de acceder a la Biónica desde el Diseño.

A continuación se exponen los diversos métodos que este autor propone (Bombardelli, 1985; Songel, 1994; Lozano Crespo, 1994).

#### Método 1

Se parte de analizar un sujeto en función de encontrar luego la aplicación de estos conocimientos a la

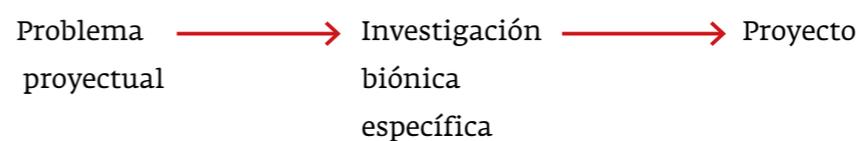
solución de un problema proyectual. No puede aplicarse a un encargo real pues iría en contra de la secuencia lógica del Proceso de Diseño. Sin embargo, es un buen método para generar un banco de información de posibles aplicaciones de la Biónica a proyectos de Diseño (Figura 1).



**Figura 1.** Método 1 del CRSN de Milán (Bombardelli, 1985)

#### Método 2

Se parte de un problema proyectual y a continuación se lleva a cabo la investigación biónica en función de encontrar en la naturaleza posibles principios de trabajo que resuelvan problemas similares. Es muy difícil en la fase de investigación biónica lograr un análisis completo donde no se excluyan seres vivos que pueden ofrecer información valiosa; para hacerlo se requeriría demasiado tiempo que operativamente no procede en un contexto proyectual productivo (Figura 2).



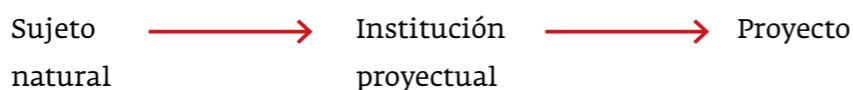
**Figura 2.** Método 2 del CRSN de Milán (Bombardelli, 1985)

#### Método 3

Este método es bastante fortuito, pues a partir de la observación del sujeto natural, el diseñador intuye

un problema proyectual. No es operativo ante un encargo real pues iría en contra de la secuencia lógica del Proceso de Diseño (Figura 3).

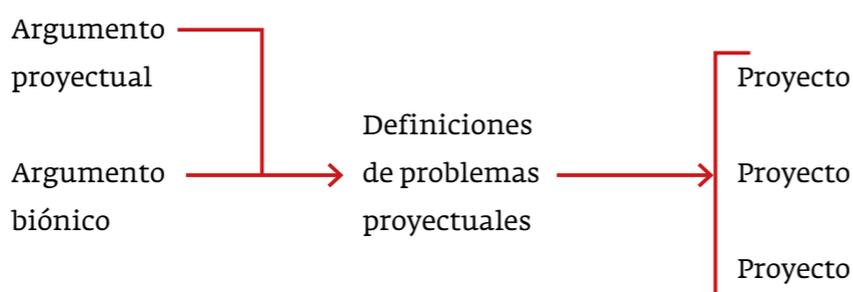
**Figura 3.** Método 3 del CRSN de Milán (Bombardelli, 1985)



#### Método 4

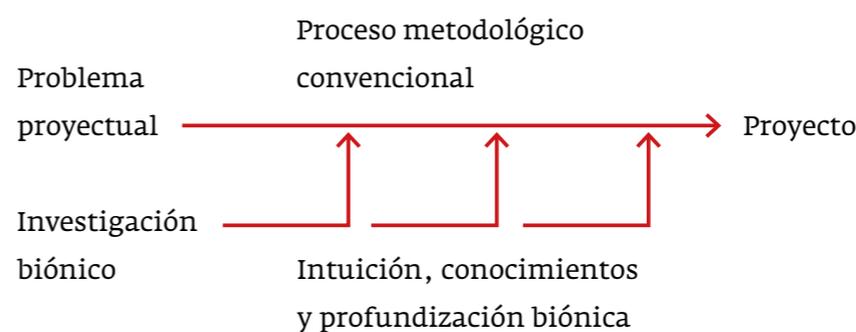
Para este método, la definición del argumento proyectual condiciona sucesivamente el argumento biónico. Deviene casi directamente en la búsqueda de analogías mediante la investigación biónica, que a su vez puede condicionar varias propuestas proyectuales. Es un método efectivo para la creación de un banco documental con posteriores usos, pero no es operativo ante un encargo real porque demandaría mucho tiempo la recopilación de información suficiente para enfrentar el mismo (Figura 4).

**Figura 4.** Método 4 del CRSN de Milán (Bombardelli, 1985)



#### Método 5

En este método la investigación se integra como complemento de un Proceso Convencional de Diseño. Los resultados de dicha investigación pueden provenir



**Figura 5.** Método 5 del CRSN de Milán (Bombardelli, 1985)

de investigaciones anteriores o ser parte de las propias del proyecto (Figura 5).

Según criterio de las autoras de este trabajo, el método 5 del CRSN de Milán es un referente importante para el presente estudio porque concibe la Biónica como elemento de apoyo a un Proceso convencional de Diseño y no como pie forzado para desarrollar el mismo. La sitúa como parte de las técnicas de creatividad, particularmente de la Sinéctica.

En este punto del discurso y para facilitar su comprensión, sería conveniente hacer un breve aparte para la Sinéctica, técnica desarrollada por el psicólogo William Gordon en la Universidad de Harvard, que se basa en el uso de analogías para resolver un problema. En vez de enfrentar el mismo directamente, se compara este con otra entidad, para lo cual emplea cuatro tipos de analogías:

1. “Analogía personal: al identificarse personalmente con los elementos de un problema, el individuo deja de verlo en los términos de los elementos previamente analizados.

**2.** Analogía directa: este mecanismo describe la comparación verdadera de hechos paralelos, conocimiento o tecnología.

**3.** Analogía simbólica: usa imágenes objetivas e impersonales para describir el problema... en términos de respuesta poética. Es una descripción comprimida de la función o de los elementos del problema... se ve el problema cualitativamente con la súbita totalidad de una frase poética... es inmediata. Una vez creada, es un torrente de asociaciones.

**4.** Analogía fantástica: como deseáramos que en nuestra fantasía más loca funcionara... -tal cosa-. Implica la ficción de que algo va a suceder con sólo desearlo” (Gordon, 1992).

La analogía de interés para el estudio que se presenta es la directa pues permite establecer relaciones entre el problema de Diseño y otros semejantes de diferentes disciplinas como la biología, algunas ciencias tecnológicas, el arte, entre otras. Es importante agregar que la Sinéctica es empleada en el Proceso de Diseño como técnica para generar ideas creativas durante la Conceptualización.

#### SONGEL

Gabriel Songel –coordinador del Grupo de Investigación y Gestión del Diseño en la Universidad Politécnica

de Valencia, España- en su tesis doctoral propone un modelo metodológico para aplicar la Biónica al Diseño. Según él, “las realizaciones que el hombre ha hecho tomando como referencia a la naturaleza (...) podríamos agruparlas siguiendo el criterio de cuál ha sido la relación entre la referencia natural y su materialización en el mundo de lo artificial” (Songel, 1991). Esta relación se basa en el grado de analogía entre el sujeto natural y el objeto creado. Consecuentemente estableció cuatro niveles analógicos:

**1. “Inconsciencia:** realizaciones que llegan a través de métodos convencionales de diseño a soluciones análogas a las naturales, sin saberlo sus autores.

**2. Inspiración:** realizaciones caracterizadas por la toma anecdótica de aspecto(s) manifiesto(s) en la naturaleza, sin considerarlo(s) como parte y consecuencia de un proceso evolutivo-funcional.

**3. Transposición:** realizaciones caracterizadas por la toma parcial de aspectos de la naturaleza, respetando siempre la armonía aglutinadora de la misma.

**4. Imitación:** realizaciones caracterizadas por la transposición al producto artificial de todos los aspectos importantes de un sujeto natural: función, estructura, forma, etc.” (Songel, 1991).

En la misma línea de trabajo del CRSN, Songel propone un método genérico de aplicación de los princi-

pios básicos de la Biónica a la resolución de problemas proyectuales, cuyas etapas son:

**“Etapa 1.** Planteamiento y análisis de las necesidades: se presenta la necesidad en forma de enunciado lo suficientemente genérico como para ser trasladado a un argumento biónico. Debe demostrarse una necesidad económica y una disponibilidad de satisfacerla.

**Etapa 2.** Identificación del problema: con los datos precedentes y con la información técnica, se identifica el problema y se establece el argumento biónico que en el mundo natural puede presentar soluciones a ese mismo problema. El planteamiento del argumento biónico debe tener un equilibrio entre lo genérico y lo específico, permitiendo centrar el tema a investigar pero sin llegar a dar o sugerir soluciones concretas.

**Etapa 3.** Concepto del proyecto: consiste en la búsqueda de posibles soluciones manifestadas en la naturaleza. Es una etapa que requiere capacidad de sintetizar el enunciado, capacidad de observación y reconocimiento de ese enunciado en diferentes realidades del mundo natural. En definitiva, capacidad analógica, que puede suplirse en algunos casos por la disposición de mucha información visual de diferentes ámbitos de la naturaleza. Se eligen aquellos sujetos naturales que mejor representen al argumento enunciado. Conduce a más de una concepción del proyecto.

**Etapa 4.** Análisis de sujetos naturales: se analiza cada uno de los sujetos naturales seleccionados en la etapa anterior. El análisis específico consta de:

- Diferenciación de los mecanismos del sujeto natural.
- Estudio de las relaciones formales entre ellos.
- Comprensión de la naturaleza y organización de los materiales.
- Estudio de la estructura funcional.

Se preserva la información a través de fotografías, gráficos, esquemas y maquetas que sintetizen las propuestas formales observadas.

**Etapa 5.** Propuestas de aplicación: según los análisis anteriores, se va realizando una exhaustiva relación de posibles aplicaciones, sin descartar aquellas que parezcan disparatadas, utópicas o inalcanzables.

**Etapa 6.** Estudios de mercado y viabilidad económica: se procede al estudio de lo existente en el mercado tanto en lo referente al problema proyectual como en lo concerniente a las manifestaciones del argumento biónico en productos ya realizados. Se realiza una exhaustiva relación de posibles áreas de intervención, bien en cuanto a nuevos productos o bien en cuanto a mejoras competitivas con lo existente. Tras la comparación entre esta relación y la obtenida en la etapa anterior, se podrán detectar las áreas de interés, o incluso productos concretos a desarrollar.

**Etapa 7.** Evaluación económica: en esta etapa se debe producir una primera evaluación por parte del promotor de las ofertas innovativas que se le proponen, y, en consecuencia, bien la selección de una o varias de ellas que vayan de acuerdo con su disponibilidad económica o interés estratégico, o bien el rechazo de todas ellas, suponiendo en este caso una retroalimentación hacia etapas anteriores.” (Songel, 1991).

### BIOMIMICRY INSTITUTE

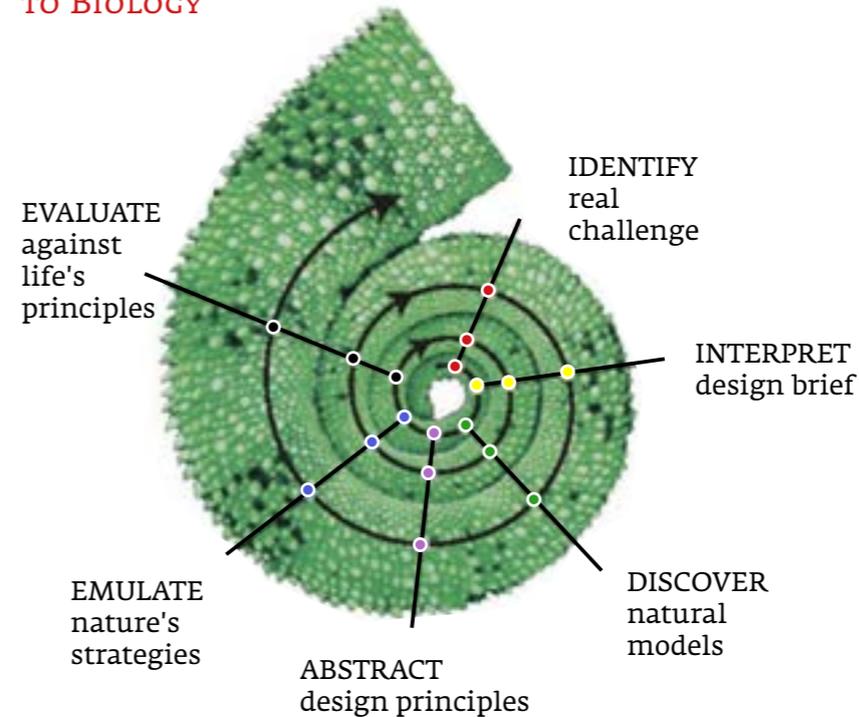
El Instituto de Biomimética -con su insigne líder Janine Benyus- promueve el manejo de este concepto emulando las formas naturales, sus procesos y los ecosistemas en que se desarrollan, para crear diseños y tecnologías sostenibles.

Vale aclarar que las propuestas de esta institución no están dirigidas exclusivamente a diseñadores; su espectro de opciones se abre a arquitectos, ingenieros, entre otros profesionales, en función de potenciar creaciones sostenibles. Su atención no la dedican solo al Diseño de Objetos, sino también a la concepción de sus ciclos de vida completos.

Según sus postulados, el proceso que involucra el manejo de la Biomimética se describe en la “espiral de diseño” que se muestra en la Figura 6.

Como se observa, tiene carácter reiterativo -de ahí la espiral-, pues a medida que se soluciona un pro-

### CHALLENGE TO BIOLOGY



**Figura 6.** Proceso propuesto por el Instituto de Biomimética (Biomimicry Group Inc., 2014)

blema y se evalúa la solución comparando con las características seleccionadas del referente natural, se procede a un nuevo desafío relacionado con el problema inicial y el proceso vuelve a comenzar. Tiene gran aplicación en el Diseño de Objetos, específicamente en la fase de Conceptualización, en la cual propone analizar los problemas relacionados con los procesos inherentes al ciclo de vida del Objeto que también pueden ser resueltos mediante analogías naturales.

El método que propone este instituto consta de los siguientes pasos:

**1. Identificar.** Documentar los preliminares del problema.

- Elaborar un proyecto de Diseño con detalles sobre el problema a resolver, la necesidad humana a satisfacer y la aplicabilidad de la propuesta de solución.
- Determinar la función que debe desempeñar el Diseño. Esto significa preguntarse: ¿Qué quieres que haga tu diseño? en lugar de ¿qué quieres diseñar?

**2. Interpretar.** Biologizar la cuestión.

- Traducir las funciones desempeñadas en la naturaleza a la función de Diseño. Preguntarse: ¿Cómo hace la naturaleza esta función? y ¿de qué manera no la hace?
- Realizar definiciones biológico-sociales: Hábitat, ubicación, condiciones climáticas, nutrientes, condicionantes sociales y temporales.

**3. Descubrir.** Buscar en la naturaleza quién tiene éxito y qué puede dar respuesta o resolver el problema planteado.

- Encontrar los modelos de la naturaleza y los organismos naturales que mejor resuelven el problema. Preguntarse: ¿Qué supervivientes dependen de ello? y observar las situaciones extremas del hábitat.
- Analizar el problema desde diversos ángulos, considerando lo literal y lo metafórico.

- Intercambiar con biólogos y especialistas en el campo.

**4. Abstraer.** Encontrar los patrones que se repiten dentro de la naturaleza en aquellos procesos que permitan alcanzar el éxito.

- Crear la taxonomía de las estrategias de vida.
- Seleccionar los candidatos con más éxito, con las estrategias más relevantes para resolver el reto particular de Diseño.
- Determinar los principios que permiten alcanzar este éxito.

**5. Emular.** Desarrollar soluciones basadas en los modelos naturales mediante:

- Imitación formal, para lo cual es necesario:
  - » Conocer los detalles de la morfología.
  - » Comprender los efectos de la escala.
  - » Considerar los factores que influyen en la eficacia de la forma para el organismo.
  - » Considerar formas en las que puede profundizar para imitar.
- Imitación de la función, para lo cual es necesario:
  - » Averiguar los detalles del proceso biológico.
  - » Comprender los efectos de escala.

- » Considerar los factores que influyen en la eficacia del proceso para el organismo.
- » Considerar los modos de profundizar en la conversación ambiental o incluso imitar el ecosistema.
- Imitación de los ecosistemas, para lo cual es necesario:
  - » Conocer los detalles del proceso biológico.
  - » Comprender los efectos de escala.
  - » Considerar los factores que influyen en la eficacia del proceso para el organismo.

**6. Iniciar el ciclo de nuevo.** Identificar, desarrollar y perfeccionar el proyecto de Diseño sobre la base de las lecciones aprendidas de la evaluación de las soluciones propuestas.

Se debe recordar que la naturaleza trabaja con pequeños bucles de retroalimentación, en constante aprendizaje, adaptación y evolución. El Diseño también puede beneficiarse de este pensamiento, evolucionando a través de repetidos pasos de observación y desarrollo, descubriendo nuevas lecciones y aplicándolas constantemente a lo largo del proceso que la acción de diseñar presupone.” (Biomimicry Group Inc., 2014; López Forniés, 2014).

En esta metodología sobresale el paso número 2 (“biologizar” el problema). En él se acota el universo de búsqueda, reduciéndola a partir de preguntas cuyas respuestas ofrecen un derrotero más preciso de

por dónde comenzar a buscar una solución análoga en la naturaleza. Esto es muy útil en comparación con otras iniciativas donde el usuario indaga en la profusión de soluciones naturales, sin precisión guía inicial alguna.

#### UNIVERSIDAD DE FRIBURGO

La metodología desarrollada en la Universidad de Friburgo en Alemania contempla dos enfoques para integrar la Biónica al desarrollo de productos; autores tales como Milwich y Speck definen los procesos que dan sustento a estos enfoques: Top-Down (de arriba hacia abajo) y Bottom-Up (de abajo hacia arriba).

**“Top-Down:** partiendo de un problema específico se buscan posibles modelos biológicos como soluciones mediante la aplicación de un modelo de Diseño basado en la Biomimética. El mismo comprende:

- Formulación del problema técnico
- Búsqueda de las analogías en la biología
- Identificación de los correspondientes principios
- Abstracción del modelo biológico
- Aplicación de la tecnología a través de prototipos y pruebas

**Bottom-Up:** lleva a cabo investigación en biomecánica y morfología funcional para generar un banco de conocimientos aplicables a soluciones tecnológicas. Comienza partiendo de identificar un sistema biológico

gico con oportunidades de servir de referente para el desarrollo de una forma, material, estructura, función, proceso, etc. Comprende:

- Identificación de un sistema biológico
- Análisis de la biomecánica, la morfología funcional y la anatomía
- Comprensión de los principios
- Abstracción del modelo biológico
- Aplicación de la tecnología a través de prototipos y pruebas” (Milwich et al., 2006).

Ambos procesos implican irremediamente el vínculo interdisciplinario entre biólogos y profesionales de la proyectación y/o tecnólogos, porque presuponen el dominio de muchas competencias, difíciles de encontrar en un solo profesional. Y a pesar de reconocer la importancia que tiene la intervención de los biólogos en estos empeños, se aboga por una herramienta con la que el diseñador se pueda orientar y desempeñar de manera autónoma, al menos a un nivel primario.

En resumen, todos los procedimientos y métodos referidos para aplicar la Biomimética al Proceso de Diseño -pertenecientes a distintas corrientes, escuelas y autores- tienen en común las características seleccionadas para analizar; las mismas son: forma, estructura, función y material. El manejo de las tres primeras puede ser asumido eminentemente por diseñadores, mientras que el estudio de

materiales resulta más pertinente en investigaciones multidisciplinarias que involucren al Diseño con otras profesiones de competencias más afines a dicha característica.

## CONCLUSIONES

Se compendió la evolución de la Biomimética mediante la aproximación a referentes teóricos del tema y la interpretación de criterios emitidos por diversos autores sobre el mismo, con enfoque histórico-lógico y ajustado al nivel de desarrollo científico técnico de cada época.

Respecto a su imbricación con el Diseño, se puede apuntar que a nivel mundial no existe un marco global de aplicación de la Biomimética al Proceso de Diseño, sino bancos de datos y metodologías de trabajo donde el diseñador busca analogías naturales con oportunidades de servir de referente para el desarrollo de formas, estructuras, funciones, materiales y procesos, entre otros, en posibles soluciones de Diseño.

## BIBLIOGRAFÍA

Benyus, J.M. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. 1ª ed. New York: Harper Collins, 2002.

Biomimicry Group, Inc. *Biomimicry 3.8*. The Biomimicry Institute, 2014 [citado 25 mayo 2015]. Disponible en: <http://www.biomimicry.net/>

- Bistolfi, M. *Escuela de Ulm*. En: Artefacto. México: Editorial de la U.A.M. Unidad Azcapotzalco, 1985, no.2, p. 14-27.
- Bombardelli, B. *Come nasce un prodotto biónico*. Centro de Investigaciones de Estructuras Naturales del Instituto Europeo de Diseño de Milán, 1985, no. 9, p. 4-9.
- Bonsiepe, G. *Teoría y práctica del diseño industrial: Elementos para una manualística crítica*. Barcelona: Gustavo Gili, 1978.
- Cheong, H.; Shu, L.H. *Reducing cognitive bias in biomimetic design by abstracting nouns*. CIRP Annals – Manufacturing Technology, 2013, vol. 62, p. 111-4.
- Coineau, Y.; Kresling, B. *Biónica y diseño: testimonios de la evolución de esta aproximación*. En: Temes de Disseny NATURA, DISSENY I INNOVACIÓ. Barcelona: Gustavo Gili, 1994, no. 10, p. 17-42.
- Di Bartolo, C. *La biónica como modelo de desarrollo proyectual*. En: Di Bartolo [et al.]. Naturaleza como fuente de innovación. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia (U.P.V.), 1985.
- Di Bartolo, C. *Naturaleza como modelo, naturaleza como sistema*. En: Experimenta: ediciones de diseño, 2000, no. 31, p. 39-45.
- Droste, M. *Bauhaus*. Colonia: Taschen, 2006, p. 12-13.
- Gérardin, L. *La Bionique*. París: Hachette, 1968.
- Gordon, W. *Sinéctica: historia, evolución y métodos*. En: Estrategias para la Creatividad. Gary a. Davis, J.A. Scott (comps). Buenos Aires: Paidós Educador, 1992, p. 81.
- Guerra Moré, M.E. ISDI: uno de los rostros de Universidad 2016 [en línea]. Radio Rebelde 16 febrero 2016 [citado 5 marzo 2016]. Disponible en: <http://www.radiorebelde.cu/noticia/isdi-uno-rostros-universidad-2016-20160216/>
- Harkness, J.M. *In Appreciation. A lifetime of connections: Otto Herbert Schmitt*. Basel: Birkhäuser Basel, 2002.
- Herrera Batista, M.Á. *Investigación y diseño: reflexiones y consideraciones con respecto al estado de la investigación actual en diseño*. En: No Solo Usabilidad, noviembre 2010, no. 9, p. 13-5.
- López Forniés, I. *Modelo metodológico de diseño conceptual con enfoque biomimético* [en línea]. Tesis doctoral. Zaragoza: Repositorio de la Universidad de Zaragoza, 2014 [citado 25 mayo 2015]. Disponible en: <http://www.zaguan.unizar.es/collection/Tesis>.
- López Forniés, I.; Berges Muro, L. *Aproximación al diseño biomimético. Aprendizaje y aplicación*. En: Dyna [en línea] Nov. / Dec. 2014, vol. 81, no. 188 [citado 25 mayo 2015]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v81n188.41671>.

- Lozano Crespo, P. *El diseño natural. Aproximación histórica, metodologías, aplicación y consecuencias*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 1994.
- Martínez Ruíz, F.; Mendoza Vélez, J.E. *Procesos creativos alternativos* [en línea]. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Arquitectura y Diseño. Bogotá D.C., 2012 [citado 5 marzo 2016]. Disponible en: <http://repository.javeriana.edu.co/MartinezRuiz-Felipe2012.pdf>.
- Milwich, M. [et al.]. *Biomimetics and technical textiles: solving engineering problems with the help of nature's wisdom*. En: *American Journal of Botany*, 2006, vol. 93, no. 10, p. 1455-65.
- Munari, B. *¿Cómo nacen los objetos?: Apuntes para una metodología proyectual*. Barcelona: Gustavo Gili, 1983.
- Offner, D.H. *Bionics: A creative aid to engineering design*. En: *Mechanical Engineering*, julio 1974, no. 96, p. 14-8.
- Papanek, V. *Diseñar para el mundo real*. Madrid: Hermann Blume, 1977.
- Peña Martínez, S.L. *Sembrando diseño* [en línea]. *Cuba debate* 8 octubre 2014 [citado 5 marzo 2016]. Disponible en: <http://www.cubadebate.cu/opinion/2014/10/08/sembrando-diseno/#.WNtoleaBa1s>
- Sarmiento M. *La relación entre la biónica y el diseño para los criterios de forma y función*. Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación N° 55 [en línea] Diciembre 2015, Año XVI [citado 5 marzo 2016]. Disponible en: [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_articulo=10889&id\\_libro=524](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_articulo=10889&id_libro=524).
- Smith, J. *It's only natural*. En: *The Ecologist*, octubre 2007, vol. 37, no. 8, p. 52-5.
- Songel, G. *Estudio metodológico de la biónica aplicada al diseño industrial*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, 1991.
- Songel, G. *Naturaleza, diseño e innovación: propuesta metodológica*. En: *Temas de Disseny NATURA, DISSENY I INNOVACIÓ*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1994, no. 10, p. 265-76.
- Steele, J. *Bionic Designs of Intelligent Systems*. Actas del Simposio de Biónica, (Wright-Patterson Air Force Base 1960), vol. I. Dayton, Ohio: [s.n.], 1960. p. 35.
- Vanden Broeck, F. *El diseño de la naturaleza o la naturaleza del diseño*. México: Editorial de la U.A.M. Unidad Azcapotzalco, 2000.
- Vincent, J. [et al.]. *Biomimetics: strategies for product design inspired by nature – a mission to the Netherlands and Germany* [en línea]. *Global Watch Mission Report*, 2007

[citado 25 mayo 2015]. Disponible en: [http://www.catedrasimonetti.com.ar/attachments/article/278/Biomimetics\\_report\\_final\\_version%5B1%5D.pdf](http://www.catedrasimonetti.com.ar/attachments/article/278/Biomimetics_report_final_version%5B1%5D.pdf).

Webster Dictionary [en línea]. *Design definition*. Springfield: G. & C. Merriam Company. 1974 [citado 20 febrero 2015]. Disponible en: <http://www.websters-online-dictionary.org/definitions/bionics>.

---

**RECIBIDO:** 20 de enero 2018

**APROBADO:** 17 de marzo 2018