

# Biomimética o la traducción de los fenómenos biológicos al diseño

*Estudio de caso: REFORMA, laboratorio de diseño*

*Biomimetics or the adaptation of the biological phenomena to design case study: REFORMA, design laboratory*

Artículo recibido 09/02/2015 aprobado 17/04/2015  
ICONOFACTO VOL. 11 N° 16 / PÁGINAS 201 - 212

Autores:

Ever Patiño Mazo

Diseñador Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana. Coordinador del Sistema de Formación en Investigación de la Facultad de Diseño Industrial de la misma Universidad. Socio fundador del Laboratorio de Diseño Reforma. Autor del libro Introducción a la Investigación Formativa en Diseño Industrial (2016); Coautor del libro Generación y transformación de la Forma (2009) y compilador del libro Por un Diseño Crítico y Social (2015). ever.patino@upb.edu.co

Miguel Arango Marín

Diseñador Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana. Magíster en Estudios Humanísticos de la Universidad Eafit. Socio Fundador del Laboratorio de Diseño Reforma. miguel@reformalab.com

Juan David Jaramillo Flórez

Diseñador Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana. Candidato a Magíster Arquitectura, Crítica y Proyecto de la misma Universidad. Socio Fundador del Laboratorio de Diseño Reforma. juandavid@reformalab.com

**Resumen** Los procesos biológicos presentan características que los hacen idóneos para su utilización en el diseño, entre ellas la capacidad de los sistemas vivos de conformarse en una red adaptativa, y de igual forma, la posibilidad de evolucionar mientras se mantienen vivos. Científicos como Maturana y Varela (1992, p.36) han demostrado la similitud que tiene el proceso cognoscitivo con el proceso biológico de determinado sistema vivo. La pregunta ahora sería cómo utilizar ordenada y metódicamente las múltiples características de estos sistemas para hacer más eficiente el proceso de diseño, que si bien tiene intrínseco un proceso mental, la variedad de los problemas actuales y la complejidad de los mismos hacen que resulten infructuosas, poco prácticas o insuficientes las metodologías existentes para plantear el proyecto de diseño, desarrollarlo y materializarlo en determinado entorno (Krippendorff, 2000, p.88). En el artículo se tomarán como caso de estudio los proyectos de diseño de REFORMA, laboratorio de diseño colombiano que tiene como uno de sus principales objetivos la búsqueda experimental y biomimética de soluciones, por medio del uso de características formales, conceptuales y estratégicas de la naturaleza.

**Palabras clave** Biomimética, Diseño Colombiano, Experimentación.

**Abstract** Biological processes display characteristics that make them suitable to be used in the Design Area; some of them are the capability live systems have to conform in an adaptable net, as well as the possibility of evolving while they are alive. Scientists like Maturana y Varela (1992, p.36) have proven there are similarities between the cognitive and the biological processes of a particular system while it remains alive. The enquiry is, then, how to use systematically and methodically these systems' multiple characteristics in order to optimize the designing process, which, though involving a mental process due to the multiplicity and complexity of actual problems, makes the existent methodologies for the formulation, development and implementation of design projects unsuccessful and impractical. (Krippendorff, 2000. p.88). This case study analyzes design projects from REFORMA, a Colombian Laboratory of Design that has as a primary aim the search for experimental and biomimetic solutions by taking into account the formal, conceptual and strategic characteristics of nature.

**Keywords** Biomimetics, Colombian design, experimentation.

## Introducción

Metafóricamente, si se piensa el proyecto de diseño como si este fuera un organismo vivo que evoluciona, se adapta, se integra al ecosistema, se auto-genera, se auto-organiza, se auto-optimiza, que maximiza los recursos, se podría hablar tanto

de un proceso como de un resultado de diseño que responda mejor a las problemáticas que son leídas por el diseñador en el entorno, o es más, se podría hablar de un ecosistema totalmente funcional en el que el diseñador ya no es el principal causante de desequilibrio, sino por el contrario, un actor más dentro del sistema.

Janine Benyus (2012, p.35), precursora del estudio de la biomimética, afirma por ejemplo que el modo como la naturaleza genera nuevas sustancias y energía, para construir estructuras son muestras de cómo el ser humano puede sobrevivir y adaptarse al ecosistema. Por otro lado, los investigadores de la *web* abierta *Metadesigners* (2015) vislumbran nodos de encuentro entre las redes ecológicas de la naturaleza y las redes de la sociedad humana. Y finalmente, está la visión que no excluye a las dos anteriores, de que tanto el diseñador como el hombre, en su definición más amplia, no utilicen la naturaleza, sino que se reconozca dentro de ella (Dias, 2008, p.40). Si esto pasa, el diseñador, siendo parte del ecosistema, podría adherirse a la coevolución; tanto él como el objeto diseñado podrían ser parte de la red adaptativa en constante transformación, con mejoras no solamente funcionales y formales, sino al abarcar de manera compleja los entornos ambientales, sociales y culturales. Este último acercamiento no difiere mucho de los conceptos de comunidades creativas, diseño colaborativo y participativo planteado, entre otros, por Ezio Manzini (2007, p.29), ni tampoco de los principios de diseño para la sostenibilidad (TuDelft, 2007) o de los preceptos del *slowdesign* (Lupo, 2012, p.46); lo que evidencia que aunque se cambie la perspectiva, uno de los puntos de encuentro en el diseño contemporáneo es este tipo de diseño integral, mancomunado y holístico.

Para validar la utilización de la biomimética, se retomarán diferentes casos del Laboratorio de Diseño REFORMA ([www.reformalab.com](http://www.reformalab.com)) en donde las características de los fenómenos biológicos han sido utilizadas en el proyecto de diseño, ya sea en la etapa de problematización preliminar, en la de la traducción de los requerimientos en formas, como también en la última etapa de inserción del objeto en el entorno. Estas características se clasificaron en tres grandes grupos propuestos por los investigadores Volstad y Boks (2012, p. 191) quienes para avanzar en la comprensión holística de la biomimética, proponen tres escalones que aumentan en complejidad y en profundidad conceptual: recursos formales, principios y leyes naturales, y características del ecosistema.

## Recursos formales

Los recursos formales son una serie de patrones geométricos que utiliza la naturaleza para responder óptimamente a determinada solicitud, surgen porque físicamente la materia debe reducir la energía necesaria para construir, y para ello emplea eficientemente los pocos recursos que tiene. El cono emerge para ahorrar energía cuando necesita concentrar materia; la línea recta, cuando se necesitan unir

dos puntos con las mínima distancia; la circunferencia, cuando se desea abarcar la mayor área con el mínimo de material; la espiral, cuando se necesita guardar de la manera más óptima (Wagensberg, 2005, p.123.) (Thompson, 2000, p. 45) (Stevens, 1987, p. 18) (Arbeláez, Patiño, 2009, p. 46). Crecen entonces, en la naturaleza, una variedad de patrones, con el fin de ahorrar recursos. En las figuras 1, 2 y 3 se puede ver, por ejemplo, parte del proceso de desarrollo del proyecto “Célula” de REFORMA. En el proyecto se estudió el crecimiento celular, el cual es una de las principales causas, según Wagensberg (2005, p.123), de que el patrón que más predomine en el universo sea la esfera y las formas esferoides. El proyecto inicia con la experimentación con membranas elásticas, fluidos, diferencias de presión y restricciones que emulan las propiedades del material orgánico. El resultado son geometrías curvas, que sin ser las analogías directas de un referente natural, copian delicadamente las formas vivas y orgánicas de la naturaleza.



Fig. 1. Proyecto “Célula”. Experimentos con globos de látex, aire e hilos. REFORMA, Laboratorio de Diseño. Fotografía de los autores.



Fig. 2. Proyecto “Célula”. Primer acercamiento impreso en ABS. REFORMA, Laboratorio de Diseño. Fotografía de los autores.



Fig. 3. Recipientes cerámicos resultado del proyecto “Célula”. REFORMA, Laboratorio de Diseño. Fotografía de los autores.

La manija “Nido” es otro proyecto conceptual de REFORMA que hace uso de los recursos formales naturales. Aunque la manija copia literalmente la forma del nido (ver figuras 4 y 5), es en realidad en el patrón de entrecruzamiento de la textura donde se utiliza la biomimética. El algoritmo o los pasos para la generación de la textura se basan en transformaciones frecuentes en la naturaleza como la simetría y el cambio de escala. Primero se definió el módulo; luego, se le aplicó una simetría radial, y posteriormente, se le realizaron dilataciones mientras el mismo patrón se repetía en una malla cuadrada.



Fig. 4. Manija “Nido”. Reforma, Laboratorio de Diseño. Imagen de los autores.

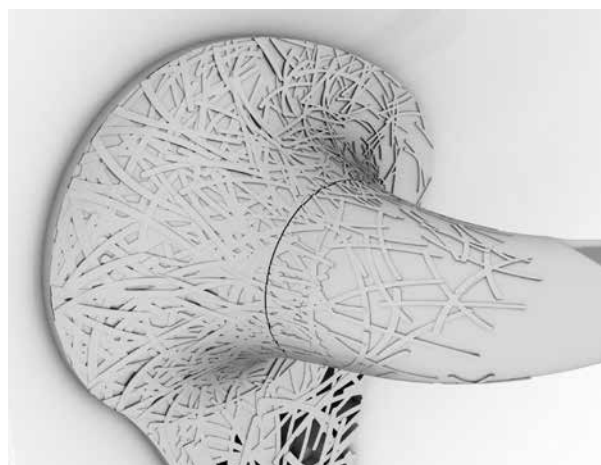


Fig. 5. Detalle de la textura de la manija “Nido” resultante del algoritmo. REFORMA, Laboratorio de Diseño con acompañamiento del arquitecto David Vanegas. Imagen de los autores.

## Principios y leyes naturales

Existen diferentes principios que se pueden observar en el crecimiento y el decrecimiento de la naturaleza, muchos de ellos, como se vio anteriormente, son los causantes de la emergencia de los patrones formales. Estos principios y las leyes pueden utilizarse, además de la etapa en la que se convierten los requerimientos en morfologías, en la fase inicial donde se problematiza o se conceptualiza el proyecto. Algunos autores mencionan que esos fenómenos pueden ser patrones generales, mientras que otros plantean, desde la visión de los sistemas complejos, que no hay fenómeno o proceso biológico que sea uno igual al otro, dependiendo siempre de las múltiples relaciones que establece el individuo con todo el entorno (Maldonado, 2011, p.67). Sin embargo, resulta práctico hacer uso de la agrupación de algunas manifestaciones, constituyendo principios utilizables en el diseño. Dos de ellos, y de los cuales se van a mostrar casos a continuación, son la maximización y la entropía.

En las figuras 6 y 7 se puede observar el proyecto de REFORMA llamado “En Gradadas”, en el que se aplicó la maximización, concepto que en inglés se denomina *maximum* (Fuller, 1975, p. 130), y que cobró valor en la arquitectura contemporánea gracias al inventor autodidacta Buckminster Fuller. ¿Cómo puede maximizar recursos un sistema de mobiliario? En 1976 el matemático y astrónomo Pierre-Luis Moreau propuso una ley que podría dar la respuesta a esa pregunta. Moreau planteó la ley de la mínima acción, donde la naturaleza opera siempre con la máxima economía posible, como la sinuosidad de un río que ocurre para evitar la fricción ocasionada por las orillas, lo que da por resultado una forma curva de cambios suaves de dirección (Hildebrandt, Tromba, 1989, p.88). Este proyecto, desarrollado en el 2005, año en el que la fabricación digital no estaba popularizada ni era asequible en Colombia, buscó generar formas de geometrías complejas con técnicas básicas de carpintería y ebanistería. El resultado planteado desde la conceptualización comprende objetos de mobiliario y accesorios decorativos donde las formas sinuosas presentes en la naturaleza se producen con listones de pino cortados manualmente y ensamblados de forma convencional.

Moreau planteó la ley de la mínima acción, donde la naturaleza opera siempre con la máxima economía posible, como la sinuosidad de un río que ocurre para evitar la fricción ocasionada por las orillas, lo que da por resultado una forma curva de cambios suaves de dirección (Hildebrandt, Tromba, 1989, p.88).



Fig. 6. Mesa "Mantel" de la serie productos "En Gradas". REFORMA, Laboratorio de Diseño. Fotografía de los autores.



Fig. 7. Perchero "Foquiu" de la serie productos "En Gradas". REFORMA, Laboratorio de Diseño. Fotografía de los autores.

El otro principio natural que se enunciará es la entropía. Para hablar de este concepto se deben mencionar, primero, las leyes de la termodinámica que lo originan. La primera ley de la termodinámica es que nada se destruye sino que se transforma, específicamente que la energía no se desintegra o desaparece sino que muta y se transfigura. Igualmente, existe una segunda ley de la termodinámica, que dice que esos procesos no son reversibles y que cuando ocurren, cuando esa energía se va transformando, va perdiendo la capacidad de aprovecharse hasta el punto de desaparecer (Georgescu-Roegen, 1971, p.56). Desde la entropía siempre habrá más probabilidad de que se genere más fácil el desorden que el orden y es básicamente porque se ahorra más energía. Una manzana en buen estado nunca va a lograr que otro grupo de las manzanas paren el proceso de descomposición, y por el contrario, una manzana podrida sí puede acelerar el proceso de descomposición de un grupo de manzanas que no lo están (Patiño, 2013, p. 6).



Fig. 8. Proyecto "Deformados", vista superior. REFORMA, Laboratorio de Diseño. Fotografía de los autores.



Fig. 9. Proyecto "Deformados". REFORMA, Laboratorio de Diseño. Fotografía de los autores.

El proyecto "Deformados" que se puede observar en las figuras 8 y 9 toma este principio y lo utiliza para conceptualizar un sistema de recipientes heterogéneos y orgánicos. La entropía plantea que es más fácil deconstruir que construir, en este caso se generaron unas piezas totalmente cilíndricas por vaciado de barbotina, al extraer las piezas del molde en estado "cuero" (un estado donde la pasta todavía es plástica) se le hacen deformaciones controladas con rodillos. El resultado son objetos diferentes unos de otros, donde la calidad visual se logra por procesos irregulares que deforman las piezas.

### Características del ecosistema

Para terminar, y avanzando en la comprensión de la naturaleza propuesta por Volsstad y Boks (2012, p.192), se debe expresar que los proyectos de REFORMA se han divulgado en diferentes redes académicas, artísticas y comerciales, con el fin insertar los procesos en un sistema de diseño aún en construcción, que intenta acompañar las exposiciones con reflexiones que expliquen la mirada que de la sociedad tienen los diseñadores, y con la vinculación democrática, en ese tránsito, de

diferentes actores que antes podrían estar excluidos. Esta serie de procesos tiene algunas de las características de los ecosistemas. Dichos entornos tienen diversas cualidades que los convierten en un foco de estudio importante; primero, son sistemas de complejidad creciente; es decir, que las relaciones que se establecen entre individuos y especies no son directas y mucho menos sencillas, al contrario, los elementos que componen los ecosistemas pueden estar en cada momento generando nuevas relaciones. Al respecto, Edgar Morín (1990, p.98) dice que en la naturaleza hay solidaridad, pero es extraña y peculiar, y está determinada por sistemas que se acumulan y se organizan unos con otros, encima de otros, en contra de otros, como una batalla para construir un todo poli-sistemático. Este todo encamina la segunda cualidad, que es el comportamiento holista de los sistemas, es decir, que dichos elementos se complementan y se relacionan de diferentes maneras, no pudiendo predecir el comportamiento de un solo individuo sin conocer la totalidad. Igualmente, esto da pie para la tercera cualidad, que es la auto-organización, entendida como la organización de los elementos que no se origina por un ente externo, sino que se da de manera cooperativa y natural.

Dicha cooperación existente en los ecosistemas podría emularse, por ejemplo, en una sociedad donde la industria no fabrica y vende, sino que el mismo individuo fabrica lo que necesita, porque en relación con la naturaleza, las múltiples especies de un ecosistema no forman jerarquías, sino que existen redes dentro de las redes (Capra, 2003, p.20).

De la misma forma, estas redes que son complejas, holistas y se auto-organizan son tan variadas que pueden servir como metáfora de las redes que utiliza REFORMA. Bajo la jerárquica perspectiva de la industria y la sociedad, REFORMA ha encontrado otras redes de divulgación y transferencia diferentes a las redes impuestas por el mercado, como redes académicas, culturales, redes inconscientes al interior de las comunidades, como la relación entre los vecinos o los familiares.

### Conclusiones

Los fenómenos naturales, tal y como lo demuestran los proyectos de REFORMA, pueden aplicarse en todo el proceso de diseño. La mirada más convencional que se da desde la biomimética ubica los referentes biológicos como respuestas técnicas a requerimientos del proyecto, pero como se ha visto, utilizar otro tipo de referentes en diseño como las leyes y principios naturales, además de las características de los ecosistemas, podría dar muchos frutos en la etapa inicial de problematización, y en la última etapa de ubicación del objeto en contexto. Es decir, el proceso de diseño en sí, metafóricamente hablando, es un proceso vivo y adaptable en el que las herramientas pueden estar permeadas por características biológicas para lograr, entre otras cosas, la inserción adecuada del objeto en el ecosistema humano.

## Referencias

- Arbeláez, O. Patiño, E. (2009) *Generación y transformación de la forma*. Medellín: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.
- Benyus, J. (2009). "Biomimesis: el futuro está en la naturaleza". *Revista Basebiomimética*.
- Boks C. Volstad, N. (2012). "On the use of Biomimicry as a Useful Tool for the Industrial Designer", In *Sustainable Development*. *Sust. Dev.* 20, 189–199.
- Capra, F. (2003). *Las conexiones ocultas, "Implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo"*. Barcelona: Editorial Anagrama.
- Delft University Of Technology (2007). *Diseño para la sostenibilidad: un enfoque práctico para economías en vías de desarrollo*. Portugal: susdesign. Disponible en: <http://www.unep.org>
- Dias, R.S. (2008). *Design e emergência "Concepção de projeto no design contemporâneo"* Dissertação de Mestrado, Mestrado em Design, Universidade Anhembi Morumbi.
- Fuller, B. (1975) *Synergetics: Explorations in the Geometry of Thinking* in collaboration with E.J. Applewhite with a preface and contribution by Arthur L.Loeb.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Massachusetts: Harvard University Press.
- Hildebrandt, S. Tromba, A. (1985). *Matemática y formas óptimas*. Editorial prensa científica S.A.
- Krippendorff, K. (2000) *Design centrado no ser humano* in *Estudos em Design*. V.8, N. 3. Setembro.
- Lupo, E. (2012). "Slow Design: Cultivar cultura y sensorialidad en la forma y en el uso de los artefactos". *Temas de Disseny*, Elisava 28. Pág. 45 – 55.
- Manzini, E. (2007). "Design, social innovation and sustainable ways of living Creative communities and diffused social enterprise in the transition towards a sustainable network society. Draft / version 2". In *Design, Social Innovation and Sustainable Development for Escola de Altos Estudos da Capes e COPPE/UFRJ*. Rio de Janeiro, Brazil, August 27-31, 2007. In <http://www.producao.ufrj.br/design.isds/material.htm>, p29.
- Maturana, H. Varela, F. (1992). *The tree of knowledge: biological roots of human understanding*. Shambhala Publications.
- Metadesigner network (2015) Disponible en <http://metadesigners.org/HomePage>
- Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa Editorial.
- Patiño, E. (2013). "*De la naturaleza a la experimentación en el diseño*". Forma 2013, Encuentro Internacional de diseño. La Habana: Instituto Superior de Diseño, Ediciones Forma.
- Reforma Laboratorio de diseño (2015) Disponible en <http://www.reformalab.com>.
- Stevens, P. (1987). *Patrones y pautas en la naturaleza*. Barcelona: Salvat Editores.
- Thompson, D. (2000). *Sobre el crecimiento y la forma*. Madrid: Cambridge University Press.
- Wagensberg, J. (2005). *La rebelión de las formas*. Barcelona: Editorial Matemias.