



Diseño y Biomimética

**Simbiosis para la
innovación sustentable**



Tesis que para obtener el grado de
Maestro en Diseño Industrial presenta:

David Sánchez Ruano

Posgrado en Diseño Industrial
Maestría en Diseño Industrial
Universidad Nacional Autónoma de México
México 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tutor principal:
Ana María Losada Alfaro

Sinodales:
Brenda García Parra
Julieta Arechiga
Alejandro Rodea
Janitzio Égido Villareal

Con mi más grande agradecimiento

A mis padres Aurora Ruano y Leandro Sánchez†

A mis hermanos Elsa, Raul, Ma Isabel y Manuel

A mis tutores Ana Maria Losada y Seaton Baxter

Al Posgrado en Diseño Industrial y al CONACYT

Introducción (Pág. 1)

Capítulo I: Naturaleza vs. Cultura (Pág. 2)

- Desconexión/Re-conexión con el sistema natural
- Vida, ciclos y cognición: una evolución creativa
- La visión holística en el diseño

Capítulo II: Diseñando para la Humanidad-en-la-Naturaleza (Pág. 26)

- El Ecodiseño y el Diseño Sustentable en la última década
- El diseño natural y sus principios
- Diseñando para la vida: Hacia un diseño simbiótico
- El Diseño y la Naturaleza: hacia una nueva estética sustentable

Capítulo III: Biomimética + Diseño (Pág. 53)

- Aprendiendo de la Naturaleza: Orígenes de la Biomimética
- ¿Por qué hoy la Biomimética?
- Implicaciones Contemporáneas de la Biomimética
 - Diseño Industrial o de Producto
 - Diseño de Joyas y Cerámica
 - Diseño Gráfico y Envase
 - Diseño de Interiores/Ambiental
 - Diseño Textil
 - Arquitectura y Urbanismo
 - Otros: Ingeniería y Medicina
- La biomimética + diseño: hacia la innovación sustentable

Capítulo IV: Metodologías para un Diseño Biomimético (Pág. 85)

- Design Espiral (Biomimicry Institute)
- BioTriz (Ingeniería)
- Método de Biodiseño
- Método Inductivo/Deductivo de la Biónica
- Proceso Creativo del Diseño para la BioArquitectura

Propuesta Metodológica: Método para un Diseño Simbiótico (Pág.97)

- Aplicaciones de la Metodología

Conclusiones Generales (Pag.107)

Bibliografía General (Pág. 112)

Anexos (Pág. 114)

Naturaleza y cultura proveen el contexto para el ejercicio del Diseño contemporáneo; su relación armónica contribuye a establecer un entendimiento global sobre mensajes, productos o ambientes y su complejidad compositiva ligada a una total responsabilidad al crearlos.

En este nuevo milenio en el que se conciben nuevas conciencias colectivas, resulta idóneo que se promuevan desafíos que busquen mantener los niveles óptimos en el consumo de recursos naturales, inaugurando así propuestas con una "visión holística" las cuales reconocerán a la Naturaleza como un todo y, a nosotros como parte de ella.

Un ejemplo claro son las interacciones ecosistémicas que se manifiestan en la biosfera: una ejecución saludable y estética donde se recrean las condiciones generadoras de vida. La Naturaleza, creativa por necesidad, ya ha resuelto muchos de los problemas que nosotros enfrentamos sobre: energía, producción de alimentos, control del clima, química no tóxica, transportación, envase y muchos más.

A través de 3,800 millones de años, las especies animales y vegetales han concebido soluciones con el máximo desempeño y el uso mínimo de recursos. Estas invenciones siempre han inspirado la creatividad humana la cual se ha esforzado en emular y concebir materiales, estructuras, procesos, algoritmos, mecanismos o sistemas sustentados con esas singulares características.

A pesar de ello, se continúa produciendo objetos carentes de una integración al ciclo de vida natural ajenos a nuestra esencia orgánica, generando severos resultados que ponen en riesgo a nuestro planeta y la existencia de toda forma de vida.

Diseñadores e investigadores conscientes de ello, comienzan a darse cuenta que no sólo la Naturaleza es una fuente de formas armoniosas o estéticas, sino toda una colección de estructuras sensibles y sustentables que usan menos material y menos energía siendo más eficientes que los tradicionales sistemas compositivos humanos.

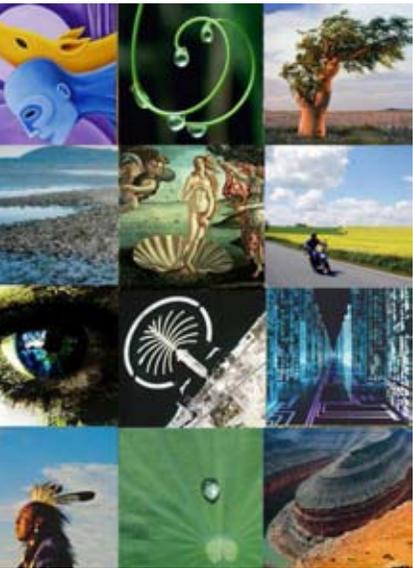
La Biomimética (bios=vida mimesis=imitar) se presenta como una disciplina que adopta el uso práctico de mecanismos, funciones, formas y procesos que estudian las ciencias biológicas, para luego ser promovido en la aplicación de diversas especialidades, entre ellas el propio Diseño Industrial. Uno de sus principales objetivos es el fusionar de manera efectiva el concepto de sustentabilidad dentro de la tecnología, con esa clara base biológica y ecológica, promulgando que las leyes y los elementos de la Naturaleza son capaces de enseñarnos el camino hacia una evolución en los paradigmas del Diseño creando una perspectiva holística al tratar de emular formas, procesos o estrategias logrando así una verdadera simbiosis proyectando productos, mensajes o ambientes –orgánicos, biodegradables, serviciales, protectores, etc.– acordes con los seres vivos, sus interacciones y su biodiversidad.

Esta propuesta de investigación estimula el concepto de diseño donde sus diversas multi-conexiones e interdependencias se muestran útiles en la búsqueda de una sociedad sustentable y un mundo natural confortable para toda forma de vida, logrando con ello la simbiosis con el medio "natural" al eliminar la idea de un mundo artificial sobrecontrolado, reconociendo a la Biomimética como una disciplina promotora de recursos creativos, innovadores y sustentables.

Intro- duc- ción

Capítulo I

Naturaleza vs. Cultura



Dentro de este primer capítulo se analiza la manera en que los humanos hemos ido perdiendo la conexión con el mundo Natural, creando nuestra propia idea de Naturaleza¹ y configuración del mundo. Debemos entender que formamos parte de una Cultura planetaria (como Humanos) y de una Naturaleza planetaria (como Homínidos); esta relación se ha vuelto preponderante y vital debido a que siempre ha estado bajo amenaza ya que nuestra arrogancia ha venido marcando una línea divisoria que no permite identificarnos con las interacciones reales que ocurren en nuestro planeta y sus sistemas.

Virados entre Naturaleza y artefacto, muchos argumentan que todo es Naturaleza, mientras otros argumentan que la Naturaleza es una construcción cultural². En esta tesis la visión debe voltear a que en realidad no existe nada artificial y que inclusive nuestra más sofisticada computadora o gen modificado es reflejo de nosotros como parte del proceso de entender el diseño de la Naturaleza. Todo está biológicamente inspirado, materiales, cálculos, construcciones, objetos y hasta nuevos seres, son una réplica de lo que vivimos y experimentamos aquí en la Tierra, bajo esta atmósfera.

Hoy más que nunca, los diseñadores cuestionamos nuestra actividad proyectual, la cual se manifiesta a nivel individual, social y global. La profesora Terry Irwin expresa: "Cada frontera que planteamos alrededor de un problema es artificial. Cualquier solución que el diseñador ejecute tendrá consecuencias y efectos más allá del

contexto que se planteó inicialmente. Hoy el gran contexto de cada problema de diseño es el medio ambiente".³

Donald Norman en su libro *The design of future things* define al diseño como "La deliberada configuración del ambiente de manera que satisfaga necesidades individuales y sociales"⁴. ¿Pero en dónde deja entonces la necesidad de relacionarnos con nuestro sistema natural o nuestra esencia biológica? Si continuásemos con esta corta visión, no cabría ninguna duda de que nuestra disciplina en el futuro será una disciplina mecanicista creadora de objetos, mensajes o ambientes que guíen a nuestra sociedad al colapso.

Por ello, se requiere urgentemente la integración de la ciencia holística en el diseño que permita percibir las verdaderas interacciones y multiconexiones con un planeta vivo. Bien lo menciona Stephan Harding profesor de la maestría en Ciencia Holística dentro del Schumacher College "Re-conectarnos con el mundo Natural y ocupar nuestro verdadero lugar como humanos en el cosmos es la mejor ruta hacia una sociedad sustentable."⁵

¹ Se utilizará la palabra "Naturaleza" y "Natural" con mayúscula para enfatizar que hace referencia a nuestra visión del universo y su totalidad.

² Koert Van Mensvoort. Real Nature is Not Green [La real Naturaleza no es verde] en <http://www.nextnature.net/?p=695> (vi: 23 de octubre de 2007)

³ IRWIN, Terry. Holistic Science, Holistic Design. Tesis de Maestría Schumacher College, Devon, 2004 p.27

⁴ NORMAN, Donald. Design of future things. Basic books. Nueva York, 2007, p. 171

⁵ Stephan Harding. Lost connection to animate Earth en <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/5120868.stm> (vi: 28 mayo de 2009)

CONEXIÓN/DESCONEXIÓN/ RECONEXIÓN CON EL SISTEMA NATURAL.

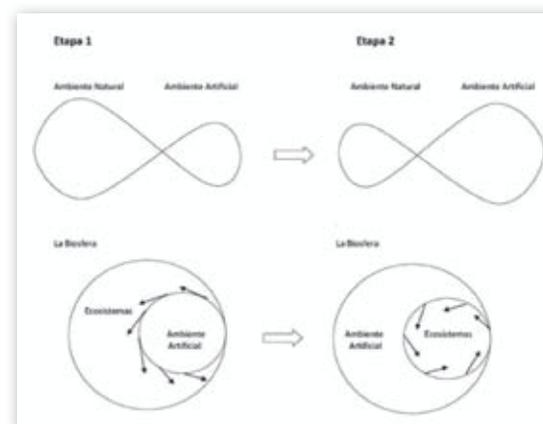
Naturaleza es sinónimo de todo nuestro universo físico; es energía, es sustancia, son leyes y fenómenos. O como dice Kirk Herron “Al mismo tiempo que es una construcción, es una realidad”.⁶ De igual forma los humanos formamos parte de ella; nada que el hombre construya puede ser llamado innatural, y aunque tengamos capacidades únicas no debemos incluirnos a la cabeza sobre los demás seres vivos ya que también dependemos de ellos.

El economista-sociólogo Herbert Simon desarrolló en 1969 una teoría diciendo que el Diseño es la “ciencia de lo artificial”, enunciando también que “Las Ciencias Naturales son el conocimiento acerca de objetos y fenómenos naturales”.⁷ Él propiamente veía lo artificial como objetos y fenómenos inventados por humanos. Sin embargo, esta división la tenemos que considerar muy superficialmente, sabiendo que sólo es una

construcción intelectual, debemos nosotros mismos reconocernos como productos del mundo natural y que todos aquellos objetos, mensajes o ambientes que creemos en este mundo son extensiones de esta Naturaleza. Es precisamente en esa interfase, entre el mundo artificial y el mundo natural, donde los diseñadores debemos enfocar nuestra atención.

«En el siguiente diagrama (D.1) se muestra cómo existe un desbalance y reconocimiento entre el ambiente natural y el ambiente artificial. A través del tiempo los artificios han ganado terreno en la biosfera, afectando el balance y retroalimentación entre los ecosistemas.»

Tal división y curiosidad entre hombre-Naturaleza o lo artificial-Natural ha sido materia de estudio en la filosofía, teología, psicología y propiamente del diseño, todas ellas volteando a la búsqueda de un balance o armonía entre la estructura del mundo biológico y la cultura humana. ¿Por qué consideramos esa división Natural-Artificial aún? ¿Por qué un bosque de coníferas puede ser un fenómeno natural y un sembradío de pinos ya no lo es? ¿Qué acaso un nido de aves y un rascacielos no son construcciones naturales? Esto demuestra dos cosas: que nuestra percepción y



D.1 Relación entre ambiente natural y ambiente artificial.⁸ Por DSR

6 HERRON, Kirk. *Biology, Culture and Environmental History*. University of New Mexico Press, New Mexico, 1999, p. 135

7 SIMON, Herbert. *The Science of Artificial*. MIT Press, Massachusetts, 1996, p. 3

8 JOHNSON, Bart. *Ecology and Design: frameworks for learning*. Island Press, Covelo, 2002, p.29

pertenencia hacia el mundo natural está nublada por nuestro antropocentrismo y que todo aquel artefacto o manipulación que el hombre realiza no manifiesta una co-evolución.

Thomas Berry, padre de la Geología, en sus múltiples escritos hace un llamado a la humanidad a salvar a la naturaleza, con el fin de salvarse a sí mismo, sabiamente escribió que “El mundo es una comunión de sujetos más que una colección de objetos”.⁹ Estos diagramas (Diagr.2)¹⁰ muestran la interpretación de esta frase con la intención de explicar que si vemos a la Naturaleza como un ente aparte existe una fuerza negativa de desconexión, en cambio si la vemos como parte intrínseca en nuestro actuar existe una fuerza positiva que nos lleva a una conexión con el mundo natural.

Nuestros antepasados sí mantenían una conexión con la Naturaleza y sus ciclos. Deidades, ritos y lenguaje eran enfocados sobre todo en la energía

solar (cultivaban, las plantas crecían, los animales las comían, comían a los animales, y así sucesivamente). Y aunque se fue incrementando la capacidad de cultivo y explotación de carbón la población se mantenía, todo era degradable. Con la Revolución Industrial, la Naturaleza se convirtió en fuente de energía al descubrir cómo manejar los combustibles fósiles, crea la máquina de vapor y demás tecnología se tuvo la capacidad de cultivar más, movilizarse y conservar alimento. El petróleo se convirtió en la base de todas nuestras actividades, utilizándolo para incrementar la explotación de los otros recursos, por lo cual hoy en día aun nos subsidiamos con el petróleo. Sin embargo, la población actual apenas puede mantenerse con esa energía y se continúa creando sistemas mucho más complejos. Los presentes desafíos son evitar el colapso de nuestros ecosistemas y la búsqueda de soluciones para crear un futuro sustentable.

Las últimas crisis ambientales, epidémicas, económicas y alimentarias nos remiten a examinar la verdadera relación entre Hombre-Naturaleza. El ambientalista-filósofo Daniel Botkin claramente afirma: “Vida y Ambiente son una sola cosa y las personas, como toda forma de vida, están inmersas en un sistema. Cuando influimos en la Naturaleza, influimos en nosotros mismos. Cuando cambiamos a la Naturaleza, cambiamos nosotros como humanos”¹¹ En cada rincón del mundo se muestra claramente la influencia de la acción humana modificadora. Nuestra asunción de ser la especie dominante y pensar que somos libres, nos separó de nuestro contexto verdadero, el orgánico. Somos el único animal que es capaz de reconocer cómo podemos afectar el futuro de acuerdo a nuestras acciones presentes. Pero ¿qué ha hecho que nos desconectemos e impactemos en los demás sistemas? Somos parte de la Naturaleza, ¿por qué pensamos en estar separados de ella?

9 BERRY, Thomas. The great work. Random House Publishers. Nueva York, 1999, p. 10

10 Diagramas basados en la conferencia ofrecida por Jordi Pigeon en el Schumacher College. Septiembre de 2001. Representados por Daniel Wahl.

11 GRUEN, Lori. Reflecting on Nature: Readings in Environmental Philosophy, Oxford University Press, Nueva York. 1994. Extracto de Discordant Harmonies: A New Ecology for the Twenty-First Century de Daniel Botkin, p. 31

DIAGRAMA. 2
Humanidad o Naturaleza:
El universo como colección de objetos

Modelo de control, predictibilidad, alienación, acción de perder/ganar en un bucle de retroalimentación negativo que incrementa el malestar y separación con la Naturaleza.



DIAGRAMA. 2
Humanidad y Naturaleza:
El universo como comunión de sujetos

Modelo de participación, aceptación al cambio, amor y confianza en un bucle de retroalimentación positivo que incrementa el bienestar y la conexión con la Naturaleza.





Nuestro sofisticado pensamiento no ha encontrado aún las herramientas necesarias ni para crear una ética hacia nosotros mismos en la modificación de este mundo, ni para establecer nuestra relación con las demás especies de las cuales dependemos. Todo ese conocimiento hoy almacenado acerca de las capacidades de nuestra civilización capaz de entender física cuántica, explorar el espacio, generar tecnologías y el comprender cada vez más nuestra composición biológica (ADN, bioquímica, bacteriológica) no ha sido suficiente, al contrario, nuestra percepción del mundo biológico se ha atiborrado de imágenes falsas.

Nuestra sociedad está en constante planeación sobre que hacer con los recursos naturales, modernizando regulaciones, tratando de eliminar problemas políticos o sólo tratando de tapar huecos culturales. Alexander Wilson claramente expresa “Nuestra experiencia de un mundo natural hoy se encuentra mediatizado, configurado por construcciones retóricas como fotografía, industria, publicidad y hedonismo, de igual forma institucionalizada por la religión, el turismo y la educación”.¹² Nuestros sentidos están bloqueados por falta de estímulos sobre una cultura hacia lo Natural necesarios para NO ver a la Naturaleza como una incrustación invisible, sino como una permanencia visible ¿Cómo una sociedad que se dice “avanzada” puede seguir manteniéndose ante una crisis de esta magnitud?

La extraordinaria habilidad para crear herramientas y comunicarnos, no fue lo que nos colocó a la cabeza de la pirámide biótica;¹³ fue la capacidad de la mente para conceptualizar al futuro, para sobrevivir. Analizamos lo que sucederá, reconocemos donde están nuestras oportunidades y posibles peligros pudiendo así escoger la estrategia deseada. Y aunque esto nos coloca fuera

de balance, tomando posesión del planeta debemos comprender que somos parte de un sistema viviente, de escala global, producido y controlado por diversidad de formas de vida (ambiguas, variables y complejas). Si continuamos ignorando toda aquella acción humana modificadora del ambiente, la cual es parte intrínseca de nuestra Naturaleza, estamos guiando nuestra cultura a un inminente colapso.

Incluso Wilson cita a Ben Crow, el cual argumenta que “el concepto de Naturaleza necesita tomarse cuidadosamente como un panda u orquídea en peligro de extinción”.¹⁴ Hoy sentirnos parte de la Naturaleza debe ser la base de nuestra cultura. No es suficiente con crear reservas naturales, ver documentales sobre la vida ‘salvaje’ de los animales, colocar macetas en nuestra ventana o instalar peces multicolores en la pantalla de nuestra computadora.

De igual forma Stephen y Rachel Kaplan hacen resaltar que “Visto como algo cómodo, la Naturaleza podría ser reemplazada por los grandes avances tecnológicos. Visto como un vínculo esencial entre humanos y otras especies vivientes, nuestro ambiente natural no tiene sustitutos”.¹⁵ Todas estas reflexiones anteriores nos deben guiar a entender que no se trata de abandonar la modernidad tecnológica, sino guiarla hacia un entendimiento del mundo biológico, el cual puede ser el promotor de la estética, la moral, la filosofía y la cohesión material que englobe nuevas metáforas orgánicas hacia una nueva era tecnológica. ¿Será por

¹² WILSON, Alexander. *The Culture of Nature*. Blackwell Publishers. Cambridge, 1992, p. 12

¹³ También llamada cadena alimenticia. Integra desde las bacterias que están en el subsuelo hasta los carnívoros más grandes.

¹⁴ Loc. cit.

¹⁵ KAPLAN, Stephen, KAPLAN, Rachel. *The Experience of Nature*, Cambridge University Press, New York, 1989, p. 204

eso que buscamos hoy más que nunca un entendimiento entre nuestros sistemas humanos y los sistemas naturales?

Las leyes naturales (las que rigen a todos los seres vivos) y las que podríamos llamar leyes humanas (todas aquellas que creamos nosotros como especie dominante) hoy las debemos tener presentes a través de una comparativa, buscando siempre la armonía y un actuar considerado, así el beneficio que podemos obtener al buscar una simbiosis entre Naturaleza y cultura permitirá comprender todas las relaciones complejas (naturales, sociales, económicas y tecnológicas) que hacen que nuestro sistema global funcione.

¿Será que la Naturaleza cambiará junto con nosotros o definitivamente somos una plaga? Existen rangos de balance en medio de los cuales la vida puede persistir y cambios en donde los sistemas vivos deben sufrir en con el propósito de mantenerse. Los humanos podemos cambiar la percepción a tales aspectos de la vida en medio de niveles aceptables. Si nos alejamos de esta premisa y sustituimos sistemas vivos guiándolos hacia una total artificialidad, el costo será grave.

En conclusión, Naturaleza es una de las palabras más

complejas en nuestro lenguaje y también una de las más usadas. Hay que reconocer más que nunca que somos parte de la Naturaleza, y que estamos inmersos en ella. A la entrada de este nuevo milenio, los diseñadores e investigadores comenzamos a darnos cuenta que nuestra fuente de inspiración comienza a deteriorarse o hiper-artificializarse; por esta razón se debe comenzar a generar alternativas sustentables (de manera holística) y creativas que busquen cambiar la percepción y reconexión hacia nuestro Planeta, involucrándonos en su evolución, sus multiconexiones y ciclos vitales.

VIDA, CICLOS Y COGNICIÓN: Una creatividad evolutiva.

Vida y muerte, mutación y adaptación, cooperación y competencia: dinamismo por el que a través de millones de años se puede explicar la vida. Esa conciencia del reconocernos y de la que estamos dotados, ha permitido ser capaces de tener presente el pasado, la relación con todas las cosas y formas de vida, empenándonos siempre en la búsqueda de nuestro papel creativo. ¿Ya tenemos los humanos la capacidad de demostrar y gestionar la vida para garantizar la supervivencia? ¿Ya reconocemos con quién nos toca compartir este escenario llamado Planeta Tierra?

De ahí es que trascienden las palabras de Ernst Mayr, connotado biólogo alemán, para quien “toda persona culta debería estar familiarizada con los conceptos biológicos básicos: evolución, biodiversidad, competencia, extinción, adaptación, selección natural, reproducción, desarrollo y otros muchos temas. Conocernos a nosotros mismos, como recomendaban los antiguos griegos, implica en primer lugar, y por encima de todo, conocer nuestros orígenes biológicos con el fin de adquirir un mejor conocimiento de nuestra posición en el mundo vivo y de nuestra responsabilidad hacia el resto de la naturaleza”.¹⁶

Tal vez para los diseñadores, nuestra Tierra sigue siendo un planeta lleno de rocas, aire, agua y animales peligrosos o exóticos que podemos observar, explotar, manipular, desechar o reciclar. ¿Cómo visualizar el mundo, y en sí la vida? Muchas de las veces esa tarea se la dejamos a ecólogos, biólogos o físicos. Por ejemplo,

es difícil pensar que a algún diseñador le importe la función del cloroplasto, y aunque le importara, apenas si alcanza a reconocer que es parte de una célula. Si se indagará más descubriríamos que este cloroplasto es importante para la fotosíntesis, una transformación de materia y energía solar que permite que respiremos; este es precisamente el nivel de profundidad al que debemos llegar. Ian McHarg renombrado arquitecto y urbanista nos dice que “no esperamos descubrir que dependemos de seres tan insignificantes como lo son las Foraminíferas o Azotobacter, pero sin embargo así es”.¹⁷ El mismo McHarg, en su libro *Proyectar con la Naturaleza* nos enuncia la palabra “adecuación” (fitness) diciendo que “el medio ofrece una oportunidad para el organismo y que éste es una respuesta a esa oportunidad”.¹⁸ Con esto queda claro que la evolución de la materia ha cimentado adecuación para la vida, y el medio en el que se desarrolla, es el adecuado para los organismos.

Tenemos el gran privilegio de coexistir en medio de este entorno maravilloso de interacción dinámica, donde todos formamos parte de un mismo núcleo llamado VIDA y al que estamos adecuados. El oxígeno, el nitrógeno y demás partículas también interactúan en el ciclo de la vida¹⁹ mostrando disposición molecular, tal vez mucho más importante que la existencia humana. Si desapareciéramos sabemos que la vida continuaría modificándose, reincorporándose y evolucionando de maneras inimaginables ¿Qué acaso el estar conscientes

de ese proceso viviente no nos puede llevar a imaginar tal adecuación de lo que se proyecta en el mundo material?

Sabemos que el medio ambiente cambia, que existen ciclos que configuran la vida y evolución del planeta ¿Se podrá cambiar de forma intencionada para hacerlo adecuado a nosotros y los demás seres vivos? Yo creo que hasta no reconocernos nosotros mismos, dentro de todas esas interacciones naturales y reconocer a profundidad que es ser bio-lógicos y eco-lógicos, no llegaremos a tal nivel de creatividad evolutiva y simbiótica. Tal como el experto ambientalista estadounidense Paul Shepard ilustremente dijo que “debemos afirmar que el mundo es un ser, parte de nuestro propio cuerpo”.²⁰

Fritjof Capra, reconocido físico expresa que “La cognición es el proceso mismo de la vida. La actividad que organiza a los sistemas vivos, en todos los niveles de la vida, es la actividad mental. Percepción, emoción y comportamiento, no sólo requieren al cerebro y sistema nervioso... requieren de las interacciones entre todos los niveles de vida, manteniendo así los patrones de organización”.²¹ Esta afirmación está relacionada con la Autopoiesis y la Teoría de Santiago²² desarrollada por Humberto Maturana y Francisco Varela. Ellos explican también “que el entorno no hace más que activar los cambios estructurales, no los especifica, ni los dirige, sólo los perturba (...) así es como aprendemos a decidir a que prestar atención y que es lo que lo va a perturbar”.²³

16 MAYR, Ernst en Patricia de la Peña Sobarzo *El siglo de la Biología*, en *El Faro*, UNAM México, 2008, año VII, no. 82, p. 14

17 McHarg, Ian. *Proyectar con la Naturaleza*. GG Diseño. México, 2001, p. 46

18 Loc. Cit.

19 En biología significa: la alternancia de generaciones y de la materia orgánica en el tiempo. A diferencia de la ecología de producto, el ciclo de vida (ACV) es un concepto que permite medir el impacto ambiental de un producto desde que sus materias primas son extraídas de la naturaleza hasta que regresa a ella como un desecho.

20 SHEPARD, Paul MCKINLEY, Daniel. *The Subversive Science: Ecology and Man- A view point*. Hughton Mifflin. Boston, 1969, p.1

21 CAPRA, Fritjof. *Las Conexiones Ocultas*. Ed. Anagrama. Barcelona, 2003 pp. 61 -69

22 Maturana, Humberto, VARELA, F. J. *Autopoiesis and cognition: The Realization of the Living*. D. Reidel Publishing Company, Londres, 1980, p. 79

23 CAPRA, Fritjof. *La Trama de la Vida*. Ed. Anagrama. Barcelona, 1998, pp. 62-63

Entonces, si el humano es el único animal programado para ignorar la retroalimentación para cuya realización está dispuesto, tal libertad es la generadora de la cultura social a la que hemos llegado. Hoy reconocer nuestro papel biológico dentro de la “Trama de la Vida” nos lleva al mismo tiempo a enfrentar todas aquellas acciones modificadoras que han provocado un desequilibrio ambiental y eliminación del sentido de percepción biológica para reconocernos como parte de un sistema vivo.

“Vivir es conocer...vida es cognición”²⁴ ¿Conocemos en verdad nuestro mundo Natural? ¿Nos reconocemos a nosotros mismos como parte de su estructura y proceso? Esa identidad es precisamente la que debemos buscar socialmente. Los diseñadores deben urgentemente estudiar el proceso mismo de la vida, para poder guiar proyectos hacia una verdadera conciencia ecológica y biológica. Vivir en íntima asociación dentro de este ser vivo llamado Tierra.

Ciertamente la idea de la Naturaleza viva ha sido elevada por nuestros antepasados a lo largo de los siglos; indígenas, poetas, visionarios y personas que han sido consideradas como dementes la idealizaron como tal, pero recientemente la ciencia holística que se distinguirá en el siguiente capítulo, la han traído hasta nuestros días.

Un ejemplo claro es la Teoría de Gaia,²⁵ de James Lovelock, la cual nos revela una sensible y realista visión concibiendo a la Tierra como un super-organismo viviente, en el cual las interacciones entre todas las formas de vida, los minerales, océanos y atmósfera se mantienen con las condiciones habitables gracias al sol y los eventos tectónicos.



Imagen 1. La Tierra. Por NASA

Tal vez pertenecemos a la parte más elevada del ciclo evolutivo, pero al mismo tiempo somos la especie más complicada. ¿Cómo hemos utilizado la creatividad de la que hemos sido dotados? Ya fuimos capaces de establecer grandes imperios y una gran diversidad de culturas; de la misma forma hoy reconocemos la necesidad de estar transformándonos y reubicándonos. La Naturaleza, nuestra conciencia y espiritualidad nos muestran el camino que permite reconocernos como humanos, pero también reconocer a los sistemas vivos los cuales han logrado establecer ese patrón co-evolutivo a través de millones de años. ¿Acaso no es precisamente lo que debemos hacer para Integrarnos dentro de ese mismo patrón?

²⁴ Loc.cit

²⁵ LOVELOCK, James. Gaia: a new look at life on Earth. Oxford University Press. New York, 1979

Es muy claro que debemos adoptar una actitud de agradecimiento y reconciliación con la Naturaleza, pero algo más importante es que debemos empezar a comprenderla y actuar de acuerdo a su complejidad y dinamismo. Esto es una llamada de atención a la sociedad en general, y a los diseñadores en particular. Ya que nosotros tenemos la capacidad de proyectar artefactos, comunicaciones, construcciones y experiencias que se reflejan en el mundo influenciando las decisiones culturales afectando la calidad de vida de las personas y del ambiente.

Gaia (nuestro planeta) como un sistema vivo, puede entenderse a través de su historia como una relación entre el medioambiente y la formación de la vida. Maturana y Varela usan la frase conexión estructural definida como “la historia de interacciones recurrentes guiadas por la congruencia estructural entre dos o más sistemas”.²⁶ Tal trayectoria, a través de esa conexión estructural entre los sistemas vivientes y la condición biótica,²⁷ crea una co-evolución, que es a la cual debemos llegar.

La co-evolución es un término de la Biología por el que se designa al fenómeno de adaptación evolutiva mutua producida entre dos o varias especies de seres vivos como resultado de su influencia recíproca

por relaciones como la simbiosis, el parasitismo o las interacciones entre presa y depredador. Según la co-evolución, los cambios evolutivos de una especie resultan en una presión sobre el proceso de selección de las otras especies cuyo resultado retorna a su vez en un proceso de contra-adaptación adquirida que influye en el devenir evolutivo de la primera especie. Este diagrama (Diag.3) muestra como existe un acoplamiento entre la vida y el ambiente.²⁸ Una unidad constructiva de forma homeostática. Gaia, nuestro planeta Tierra, es un sistema autopoietico que contiene todos esos organismos uni-multicelulares.

¿Cuál es el siguiente nivel? Es precisamente el Antropoceno²⁹ que está a la vista, por lo que nos toca reconocernos como especie causante de esos cambios geológicos, los cuales se visualizan en el cambio climático, la pérdida de especies y la acelerada cultura consumista, un sistema alopoiético,³⁰ tratando de crear otro sistema más que ser parte del planeta, transformando la barrera de sus componentes y destruyendo la verdadera organización de lo vivo.

Las entidades naturales existen independientemente sobre el propósito o el diseño humano. Evolucionan para llenar nichos ecológicos en la biosfera, no para cubrir necesidades o intereses

humanos. Negar la autorrealización de los procesos naturales es un error que hoy debemos comenzar a entender para que nuestra forma de producir comience una verdadera simbiosis entre los artefactos que producimos y la Naturaleza.

Robert Frenay distingue que “después de más de un siglo, el concepto de ‘auto-organización’ de Kant junto con el ‘orden en movimiento’ de Goethe y su creencia en que ‘cada organismo no es sino una gradación de patrones en un armonioso todo’ hoy de nuevo es retomado”.³¹

La teoría Gaia y en general la ciencia holística, que a continuación se abordará, mantienen la noción del mundo como un organismo que se auto-regula. Para los diseñadores es más que una prueba de viabilidad conceptual, es un despertar, es un redescubrimiento de lo mucho que podemos perturbar o salvaguardar al la Naturaleza.



Diag.3 Relación co-evolutiva. Por Yvan Rytz

26 MATURANA, Humberto y VARELA, Francisco. El Árbol del conocimiento. Ed. Debate, México, 1990 p. 75

27 Los organismos bióticos son, en biología o ecología, aquellos que comparten un mismo ambiente en un tiempo determinado.

28 RYTZ, Yvan. Autopoiesis, morphic resonance and emergent properties: Perspectives for the climate change. En <http://holisticdesignecology.wordpress.com/people> (vi 28 de junio de 2009)

29 Término utilizado por el premio Nobel mexicano Mario Molina para referirse a ese momento en el que el ser humano se convierte en una gran fuerza geológica.

30 ibídem RYTZ, Yvan. La palabra Alopoiético se refiere al proceso en donde el sistema produce algo más que la organización del sistema en sí mismo.

31 FRENAY, Robert. Pulse: the coming age of systems and machines inspired by living things. Farrar Straus Giroux. Nueva York. 2006, p.24

LA VISIÓN HOLÍSTICA DEL DISEÑO: En búsqueda de la armonía.

En ocasiones, el Diseño pasa desapercibido para el habitante común, ya que se encuentra en una constante lucha entre el perfeccionamiento de los sistemas en los que interviene y la comodidad despreocupada que buscamos como especie humana. Y aunque el desarrollo humano hoy más que nunca está ligado a la búsqueda del equilibrio ambiental, la entrada a este nuevo siglo enfrenta grandes retos que nos hacen voltear hacia nuevas disciplinas que nos dirigen hacia un pensamiento global.

Nuestra sociedad se ha vuelto demasiado vulnerable a pesar del inteligible nivel de innovaciones. La búsqueda de alternativas para la resolución de problemas desde que nuestros ancestros comenzaron a construir ciudades, diseñar sistemas de irrigación o generar políticas de estado ha incrementado nuestro nivel de complejidad. Y aunque la ciencia nos ha venido ordenando este pensamiento trayendo consigo una forma intelectual de analizar y visualizar el mundo, nuestro pensamiento sobre la Naturaleza sigue fragmentado, sin la

capacidad de comprender totalidades y sin la adición de una verdadera ciencia que permita comprender la vida y sus interacciones.

Propiamente el Diseño ha sido guiado por la acción del método científico, en sus metodologías tradicionales, trayendo consigo una visión reduccionista del mundo, en donde los objetos, mensajes o ambientes siguen siendo 'cosas' separadas en lugar de 'nodos de relaciones'.³² Sabemos que el DISEÑO es la manifestación física de nuestra cultura, por lo tanto en ese actuar fragmentado se ha manifestado una inhabilidad colectiva para ver esas conexiones entre nuestros más complejos problemas (evidentes en nuestros malos diseños de sistema de transporte, objetos no biodegradables, consumismo y dependencia de la tecnología) y desconectándonos cada vez más de los procesos de la vida. Seguimos diseñando logotipos para empresas, sillas para oficinas, construyendo unidades habitacionales para determinado sector sin ver más allá del panorama real y sus afectaciones. Esas soluciones 'específicas' que le



- 32 IRWIN, Terry. Holistic Science: Holistic Design. Tesis para obtener el grado de maestría en Schumacher College, Devon 2004, p. 21
- 33 Término para definir que los objetos utilitarios comunes que aumentan el nivel de sofisticación y que carece de relación con lo natural.
- 34 CAPRA, Fritjof. El Punto Crucial. Editorial Troquel. Buenos Aires, 1998, p. 21
- 35 HAWKING, Stephen. Historia del tiempo, Crítica Grijalbo, Barcelona, 1994.

damos a nuestros diseños rápidamente hace que estos se vuelvan obsoletos, peligrosos, insustentables e hiper-artificiales³³ debido a la falta de búsqueda de armonías y la adecuación al mundo natural.

¿Por qué si nuestros ancestros sí veían a la Naturaleza como un contexto sagrado tanto en su vida espiritual y física, nosotros no lo hacemos? Precisamente el autor Fritjof Capra en su libro El punto crucial se refiere a una “crisis de percepción”, una colectiva inhabilidad de percibir toda la gama de interconexiones e interdependencias que conforman a nuestra compleja red de la vida en el planeta;³⁴ argumenta que esta crisis es el resultado del carácter mecanicista o reduccionista de ver al mundo criticando a los pensadores de la revolución científica: en donde Descartes (con su visión del hombre y el universo como una máquina), Bacon (y el uso del método empírico para controlar la naturaleza), Galileo (y su combinación de métodos matemáticos para descifrar las leyes de la naturaleza) y Newton (sintetizando formulaciones matemáticas para descifrar el mundo) desarrollaron que teorías preconcebían el cosmos como una máquina compleja que sólo puede ser entendida a través de una deconstrucción. La única “verdad” era que todo eso era cuantificable, a través del lenguaje matemático y esto hacia colocar el intelecto del hombre por encima de todas las cosas, especialmente sobre la “Naturaleza”. Este proceso fue necesario largo de esta misma historia junto con otra corriente de pasamiento biocentrado.

Tal es el caso de Goethe (su admiración por el “orden en movimiento”), Kant (diciendo “que las partes existen unas para las otras.... que el organismo es un ser organizado y auto-organizador”) James Hutton (que veía los procesos geológicos y biológicos vinculados comparando a la Tierra con el sistema circulatorio de un animal) o Lawrence Henderson (y su temprano uso del término “sistema”) llegando al siglo XX con la física cuántica (donde las cosas no son sino interconexiones que forman un todo), la psicología Gestalt (patrones perceptuales integrados) y la conformación de la ecología, que lograron crearnos una idea de un todo orgánico y de los ecosistemas con sus relaciones simbióticas.

Claramente sabemos que el movimiento pendular de las ciencias ha traído una visión del mundo, si no obsoleta, muy jerárquica. Stephen Hawkin acertadamente escribió “La ciencia se ha hecho demasiado técnica y matemática; demasiado hermética excepto para unos cuantos especialistas. No obstante, nuestra misión sigue siendo procurar descubrir una teoría completa de las cosas; una teoría abierta, no sólo a los científicos sino a filósofos, artistas y gente corriente...”³⁵

Terry Irwin hace énfasis en que esa visión reduccionista/cartesiana del mundo aun vigente que “favorece a la cantidad por encima de cualidad, fracciona nuestra infraestructura y permea virtualmente cada aspecto de la sociedad desde el gobierno hasta la medicina,

pero más importante, la educación”.³⁶ En las últimas décadas, las disciplinas con sus sub-disciplinas sellaban el paso a la interacción con otras disciplinas afectando a la forma de educación en sí, sobre todo por la acción de algunas ciencias económicas o ingenierías. Esta tendencia de generar grados de especialidad provoca aún una visión del mundo en partes, no en totalidades, en objetos en lugar de relaciones. Si los descubrimientos científicos del siglo XVII sentaron las bases para la actual y obsoleta visión del mundo, irónicamente fueron los

descubrimientos científicos del siglo XX los que dan lugar a un nuevo paradigma, uno que reintegra la experiencia cualitativa y aboga por una relación simbiótica con el mundo natural.

Hay que retomar a Einstein en su famosa cita: “los problemas no pueden ser resueltos con la misma mentalidad con la que fueron creados”, este paradigma sólo puede aplicarse dentro de una nueva visión holística del mundo.

Precisamente la definición de Holística se presenta de tal forma: “Ante el habitual predominio de una acción descriptiva, autónoma por ‘autista’, emerge hoy una nueva voluntad holística interesada en propiciar una acción mas sinestésica,³⁷ mas relacional, capaz de conectar a la difusión de los hechos (leyes naturales) con la propia comprensión cultural global de la realidad abordando los fenómenos en

resonancia multiescalar. Todo esto tiene que ver con un cambio hacia una mirada disciplinaria más abierta y no ensimismada, una mirada interactiva destinada a propiciar, más que descripciones, vínculos y cruces entre experiencias, trayectorias, investigaciones compartidas, diversas y enlazadas a la vez”.³⁸

Capra, en su libro *La Trama de la vida*, caracteriza una de las consecuencias de los descubrimientos científicos a finales del siglo XX: “En última instancia – como la física cuántica mostró tan dramáticamente – no existen las partes. Lo que llamamos una parte es simplemente un patrón en una red de relaciones inseparables. Siendo así, un cambio de las partes a un todo, también puede ser visto como un cambio de objetos a relaciones”.³⁹ Desde que el concepto de “complejidad organizada” manifestó el surgir del pensamiento sistémico, llegaron paralelamente la teoría cuántica, la gestalt, la de las estructuras discipativas, la teoría del caos, la teoría de la simbiosis, la teoría de Gaia y después la autopoiesis o auto-organización, hoy todas conformado una ciencia holística, sin dejar el lado paralelo con las ciencias naturales llamadas también ciencias de la vida. Este cambio entre el pensamiento tradicional y el holístico se ilustra en el tabla 1.

36 IRWIN, Terry. *Holistic Science: Holistic Design*. Tesis para obtener el grado de maestría en Schumacher College, Devon, 2004, p 11

37 En retórica, estilística y en neurología, es la mezcla de varios sentidos diferentes. Un sinestésico puede, por ejemplo, oír colores, ver sonidos, y percibir sensaciones gustativas al tocar un objeto con una textura determinada.

38 GAUSA, Manuel. *Diccionario Metápolis Arquitectura avanzada*, ACTAR. Barcelona, 2001

39 CAPRA, Fritjof. *La Trama de la Vida*. Anagrama. Barcelona. 1998 pp 49

Precisamente La teoría de Gaia⁴⁰ nos reconecta como una verdadera ciencia holística. El científico James Lovelock propuso esta teoría junto con la bióloga Lynn Margulis. En su visión describen a la Tierra como un organismo vivo con la habilidad de auto-regularse y mantener las condiciones óptimas para la vida. Su teoría describe que nuestra gran biota⁴¹ y el medioambiente están totalmente vinculados en una compleja red de relaciones simbióticas que regulan el clima manteniendo temperaturas constantes que han sostenido las condiciones de vida por milenios.

De igual forma las demás ciencias que estudian la complejidad⁴² llegan hoy al diseño generando un gran potencial para la innovación y la creatividad. En otras palabras, estudiar esa extensión dentro del orden y del caos, que siempre emergerá espontáneamente en un aparente desorden incluidas en el diseño de mensajes, objetos o ambientes es propiamente un diseño holístico. La Ciencia Holística es definida por Terry Irwin como: “un nuevo campo de estudio que se enfoca en las propiedades emergentes de sistemas totales junto con la relación de las partes que lo constituyen. Se enfoca en el ‘surgir’ de los organismos por su forma, sus patrones de relaciones y su desarrollo. Interpreta los patrones visuales en la Naturaleza y su dinamismo natural a manera de entender cómo surgen, concibiendo a los sistemas vivientes y no vivientes como interconexiones simbióticas en la compleja red de la vida.”⁴³

Esta propuesta de una ciencia holística, actualmente

es atendida en el Schumacher College en Devon, Reino Unido, un centro internacional de estudios ecológicos que ofrece la Maestría en Ciencia Holística en colaboración con el Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Plymouth.

De manera resumida, presento los Principios de la Ciencia Holística⁴⁴ propuestos por Terry Irwin en su tesis de maestría Holistic Science: Holistic Design, presentado los más relevantes para los diseñadores:

Pensamiento tradicional	Pensamiento holístico
Partes	Totalidades
Certezas	Probabilidades
Observación	Interacción
Determinista	No-casual
Mecanicista	Organicista
Cuantitativo	Cualitativo

Tabla 1. Características del cambio pensamiento tradicional hacia el pensamiento holístico. Por Terry Irwin

40 LOVELOCK, James, Healing Gaia, Harmony Books, Nueva York, 199

41 En su uso más habitual, el término biota designa al conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada.

42 Cualquier sistema en constante intercambio de energía y materia con su ambiente, opera lejos de un equilibrio y en un aparente caos.

43 IRWIN, Terry. (2004) Holistic Science: Holistic Design. Tesis para obtener el grado de maestría en Schumacher College, Devon.

44 Loc.cit

PRINCIPIOS DE LA CIENCIA HOLÍSTICA

SISTEMAS, REDES Y TOTALIDADES.

Definir un “contexto” para los diseñadores hoy se vuelve crucial. Debemos reconocer que los sistemas biológicos, sociales, físicos y culturales están interconectados en la compleja red de la vida. En la Naturaleza más que jerarquías existen relaciones. Debemos entender esos multiniveles cómo un gran ecosistema y sus relaciones con sus organismos. Si nos enfocamos en las conexiones más que en las relaciones los parámetros cambiarán. Si los diseñadores aprendemos a pensar en términos de sistemas totales y ver nuestros diseños como ‘nodos’ que conectan a la compleja red de relaciones, los objetos, mensajes o ambientes que proyectemos claramente, pueden ser más sustentables, funcionales y estéticos.

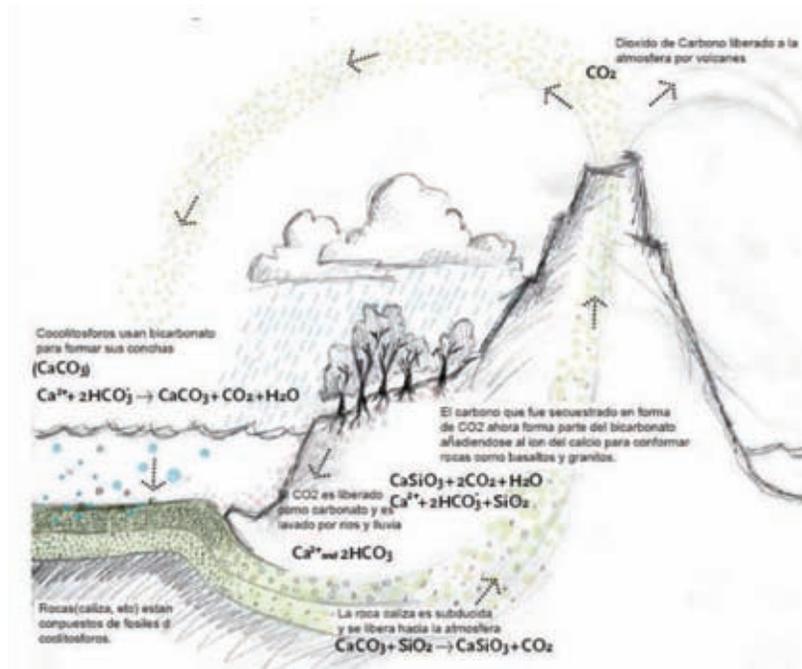


Diagrama 4. Ciclos de Interacciones entre elementos vivos y no vivos. Terry Irwin

En el diagrama de arriba (diagr. 4) se ejemplifica cómo los procesos naturales involucran a sistemas vivos y no vivos en ciclos de interacción e intercambio. La teoría de Gaia nos muestra lo sustentable, estético y funcional que podría ser el diseño humano si estuviera basado en este modelo. Y si los diseñadores entenderíamos el concepto de “totalidades” y redes, entenderíamos también las consecuencias de los objetos, mensajes, actividades y ambientes que diseñamos tanto en la sociedad como en el medio ambiente. Hay que tener en cuenta que pequeñas decisiones tienen a veces grandes efectos que muy pocas veces visualizamos, es como los pequeños organismos que regulan los procesos de la Tierra. Este diagrama (diagr.5) muestra cómo el diseño de los sistemas en la naturaleza puede ser comparado con el diseño que los humanos realizamos. Las imágenes de



Diagrama 5. Sistemas artificiales vs. Sistemas naturales. Por Terry Irwin

arriba muestran una innata relación existente desde moléculas hasta grandes ecosistemas, sin embargo las imágenes de abajo muestran como mensajes, objetos, actividades y ambientes muy pocas veces se encuentran relacionados o diseñados al igual que en la Naturaleza.

ESTRUCTURAS FRACTALES.

Si los sistemas, redes y totalidades son la forma en cómo se organiza la vida en el planeta, es en las estructuras fractales como se manifiestan (Img.2). Un fractal natural es un elemento de la naturaleza que puede ser descrito mediante la geometría fractal. Las nubes, las montañas, el sistema circulatorio, las líneas costeras o los copos de nieve son fractales naturales. Esta representación es aproximada, pues las propiedades atribuidas a los objetos fractales ideales, como el detalle infinito, tienen límites en el mundo natural.

Por otro lado la forma euclidiana en la que nuestra cultura está planificada demuestra la falta de diversidad y complejidad. Si los diseñadores aprendemos a leer esas estructuras fractales lograremos generar una mayor resonancia con el mundo natural. Un ejemplo claro son las culturas indígenas que recrean tejidos, cerámica y otros elementos con una estructura fractal tal como en la Naturaleza. De igual forma la biomimética puede estudiar estos diseños para recrear el carácter funcional, estético y sustentable de los fractales. Estas imágenes (img.3, img.4) muestran que la urbanización es un claro retrato de esos círculos, cubos y polígonos carentes de dinamismo natural. Esa ordenación y repetitividad contrasta con la imperfección orgánica que se ve en los patrones fractales. Otro ejemplo es el embalaje de huevos que las comunidades chinas utilizan, contrastan con nuestra forma de diseñar envases.



Imagen 2. Fractales. Por Terry Irwin y GI



Imagen 3. Ciudad y Pueblo. Por GI



Imagen 4. Carteras de huevos. Por GI



Imagen 5. Conexión mundial internet y Nubes. Por WK y DSR

CAOS Y COMPLEJIDAD

Una definición científica del caos se refiere a “una delineada interconexión que existe entre eventos aleatorios”, y es precisamente que los estudiosos de este fenómeno asimilan los patrones escondidos o reglas que llevan a entender lo impredecible. La teoría del caos y las matemáticas complejas han llevado a entender mucho de los fenómenos naturales como huracanes, tormentas eléctricas, corrientes de los ríos, conducta de especies animales y la forma irregular de terreno. Muchas de las veces estas teorías llegan a metaforizar la forma de intuir las cosas en nuestro pensamiento. Sin embargo, lo que nos puede enseñar a los diseñadores es:

- Que todo está en un constante proceso de creación y descubrimiento.
- El proceso de la vida usa el desorden para dar soluciones ordenadas.
- La vida es un intento por encontrar qué funciona y qué es lo que está bien.
- La vida crea más posibilidades cuando se entrelaza con oportunidades.
- La vida es atraída al orden.
- La vida se organiza por medio de la diversidad.
- Todos participamos en la creación y la evolución de sus inmediatos

Las imágenes de la derecha (img.5) son un claro ejemplo de cómo el ser humano puede llegar a lo mismo que la naturaleza, el orden dentro del caos. La primera es una representación de las conexiones de internet en el mundo entero, lo cual sabemos que por la inmensa libertad tendería al caos, sin embargo llega a un orden tal, que podemos comunicarnos perfectamente por esta vía sin llegar a la anarquía, al igual que la formación de las nubes que tienden a ordenarse.

PROPIEDADES EMERGENTES.

El diseñar para la emergencia, es entender que el orden surge naturalmente y no puede ser impuesto porque no durará. La tendencia de la vida es moverse hacia estructuras más complejas y creativas guiadas a desarrollar nuevas e impredecibles formas.

Si los diseñadores aplicamos tal dinámica en comportamiento social podremos responder con un alto grado de creatividad y flexibilidad en medio del caos, pero al mismo tiempo tomar en cuenta que si afectamos a nuestra biosfera debemos responder inmediatamente, saber comunicar para que se organice lo impredecible, tal como un enjambre (Img 6). Debemos entender propiamente que nuestra actividad proyectual se ubica en medio de nuestro sistema artificial y el natural.



Imagen 6. Enjambre. Por Demeter agroforestal

CAMPOS DE ATRACCIÓN.

Los atractores son espacios o tipos de conducta hacia los que un sistema tiende a estar atraído; una característica de muchos sistemas dinámicos que están lejos del equilibrio. Relativo a esto están los campos de atracción o áreas invisibles de energía que influyen las formas vivientes y no vivientes. Estas fuerzas se manifiestan propiamente en las rayas de la cebra, la forma de las flores, el acomodo de las hojas de los árboles (img. 7). Esta fuerza o energía 'envuelve' 'probabilidades' o 'tendencias' las cuales influyen la configuración de la forma que se origina. En la física es una tendencia cuántica y en la biología son campos morfogenéticos guiados hacia una particular ontogenia que influyen caminos para que surjan esas formas.



Imagen 7. Atractores. Por GI

El entender esos principios entre "campos de atracción" es de gran relevancia para los diseñadores ya que pueden darnos pistas acerca de como la forma natural surge, y al mismo tiempo danos cuenta de que esas formas no sólo mantienen armonía en la biosfera, si no que pueden mantener una armonía en la aplicación social. El "atraer hacia la adecuación" nos puede restablecer de la errónea forma de crear nuestro mundo artificial, creando formas más saludables, estéticas y realmente útiles, un proceso realmente dinámico.



Imagen 8. Adecuación Natural. Por poscard exchange, DSR y Fulton



BUCLES DE RETROALIMENTACIÓN

¿Podemos predecir totalmente las consecuencias e impactos de las cosas que diseñamos? Pensar que sí, sería soberbio. En la Naturaleza la perfección no existe, sólo la retroalimentación de acciones en medio de esa complejidad. Hay que entender que la retroalimentación convierte lo invisible en visible pudiendo imponer consecuencias en la toma de decisiones.

Los diseñadores hoy deben estar atentos a prever las consecuencias de lo que proyectamos, regulando o estabilizando la posible retroalimentación negativa, pero también generar una mayor retroalimentación positiva. Hay que considerar que pequeños cambios, pueden generar grandes resultados, pero nunca se pueden predecir efectos totales. Lo cual implica generar rediseño entre productos-relaciones.



Imagen 10. Ave rapaz. Por GI

COOPERACIÓN

El principio de cooperación es evidente en el mundo natural, donde podemos observar las múltiples redes de relación simbiótica. Dentro del diseño debemos ver nuestros objetos y actividades que proyectamos, observando que los artefactos se relacionan con el usuario y sus actividades y que éstas se relacionan lógicamente con nuestro medioambiente y las demás entidades vivientes a través de 'nodos de relaciones'. Tal como lo muestran los esquemas de las imágenes siguientes (img 11). El primero una cadena alimenticia, la abeja recolectando polen y por último las diferentes especies de pájaros que pueden habitar en un mismo árbol.

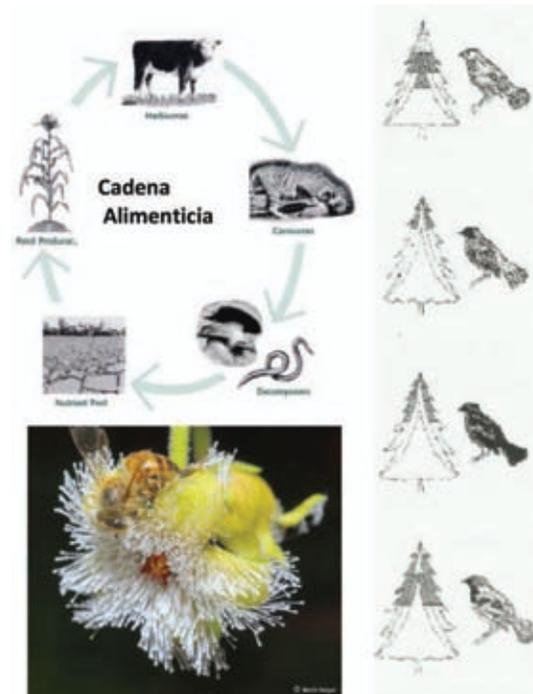


Imagen 11. Cooperación. Por Terry Irwin y Martin Meigan.

La cosmovisión que representa el integrar este principio en el proceso de diseño pretende considerar el énfasis en temas de sustentabilidad y ecología haciéndolos realmente significativos para transformar productos, servicios e interfaces con una verdadera consideración dentro de nuestra biosfera.

PROGRESIÓN (DESARROLLO)

La progresión o desarrollo es la fuerza dinámica primordial que configura las formas de vida (img 12). Este principio manifiesta dar el tiempo suficiente, reconocer que toda forma física es, de igual forma fluida y los diseños que proyectemos deben estar sujetos también al cambio futuro. Reconocer que la forma dada es central en el proceso de diseño, es crucial, para considerar que la propia forma es sustentable, eficiente, estética, adaptable, benéfica para todas las especies es fundamental para regresar al ciclo nutricional al final de su uso.

Muchas veces el diseño de productos, la arquitectura o el diseño de interiores se inspiran en la forma física de los elementos naturales. Entender que la dinámica del desarrollo de la forma natural va mucho más allá de la mera estética superficial o decorativa. Si reconocemos los ciclos y el desarrollo de la Naturaleza nos daremos cuenta realmente de cuanto un diseño puede perdurar, por lo que sería muy fácil innovar generando propiedades sustentables, biodegradables y con calidad de vida.



Imagen 12. Desarrollo. Por GI, Jack Dickinga y DSR

La forma para los diseñadores industriales y arquitectos es por lo regular el principal atributo de su trabajo basándose principalmente en un estilo visual más que un proceso natural. Precisamente la biomimética al estudiar tales procesos provee de herramientas para transformar la manera en como los humanos diseñamos el mundo material. Los ejemplos aquí presentados (img. 13) claramente están inspirados en elementos de la naturaleza, pero carecen de cualidades intrínsecas. No debemos transformar a la Naturaleza en un nuevo estilo. Debemos buscar los principios de la naturaleza investigando esa eficiencia, estética y sustentabilidad que podemos darle a los objetos y construcciones.



Imagen 13. Soft Wood de Moroso, Enrutador por STC, Estadio Olímpico de Beijing, envase para jugo de plátano por Naoko Fukasawa. Por DB e inhabitat.

Así pues, los principios de la ciencia holística ilustran algunas de las ideas más relevantes para los diseñadores. Estos nos indican que debemos comenzar a entender el lenguaje de la Naturaleza; y precisamente a través de la Biomimética, es como se está generando la aplicación de tales principios, más que una mimesis⁴⁵, una aplicación física del lenguaje de lo biológico.

Nociones tales como la teoría del caos y las ciencias de la complejidad, la autopoiesis, auto-organización de la naturaleza de la vida y las propiedades emergentes están cambiando radicalmente nuestro entendimiento de la Naturaleza y del cosmos así como nuestro papel en él. La teoría de los sistemas vivos nos dice que la tendencia natural de la vida es organizarse en grandes niveles de complejidad –en redes, patrones y estructuras- que emergen en un aparente caos sin ninguna dirección externa, pero siempre cooperando y desarrollándose para generar tales condiciones de vida y evolución planetaria.

El biólogo ecólogo Sthepan Harding enfatiza que la Ciencia Holística es un “intento de moverse más allá de las limitaciones de la ciencia convencional”,⁴⁶ guiando

este pensamiento de un modo conexo, relacionando esa emergencia y comportamiento sobre entender totalidades, hacia una unión íntima en la que deben guiarse las ciencias.

Con respecto a esta ciencia existe el Método Goethiano de observación holística, el cual nos permite observar la verdadera estética y participación en el mundo natural o artificial, ayudando a interpretar los significados de la forma o proceso para una conceptualización significativa en todo el medio que nos rodea.

Goethe veía la forma viva como un trabajo no terminado, en un constante estado de “convertirse en”⁴⁷(img. 14), la cual es una condición sobre la existencia de los organismos, una “necesidad al cambio con el propósito de permanecer en sí”. Este es un método de observación que busca percibir e interactuar con el ‘cambio’ o ‘desarrollo’ del mundo natural como una cuestión informativa.

Este método es enseñado por Margaret Colquhoun experta en ciencia goethiana en el Schumacher College de Devon, Reino Unido, en el cual sugiere 5 fases (Diagr. 6)⁴⁸:

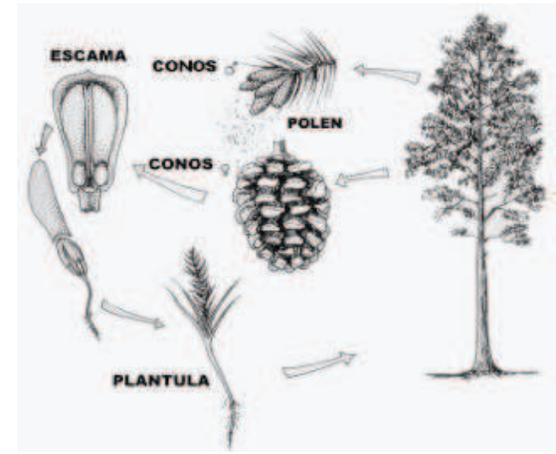


Imagen 14. Proceso de transformación de un árbol. Por DSR

45 Es un vocablo latino (mimésis) que deriva del griego (μίμησις, mimeisis) y se traduce como imitación.

46 Stephan Harding en WAHL, Daniel C. Design for Human and Planetary Health: A holistic/integral approach to complexity and sustainability. Tesis para obtener el grado de doctor, University of Dundee. 2007 p. 227

47 IRWIN, Terry. Holistic Science, Holistic Design. Tesis de Maestría Schumacher College, Devon, 2004. p.30

48 Daniel Whal, en Zarte Empirie:Goethena Science as a Way of Knowing. Janus Head, Trivium Publications, Nueva York, 2005, pág. 61

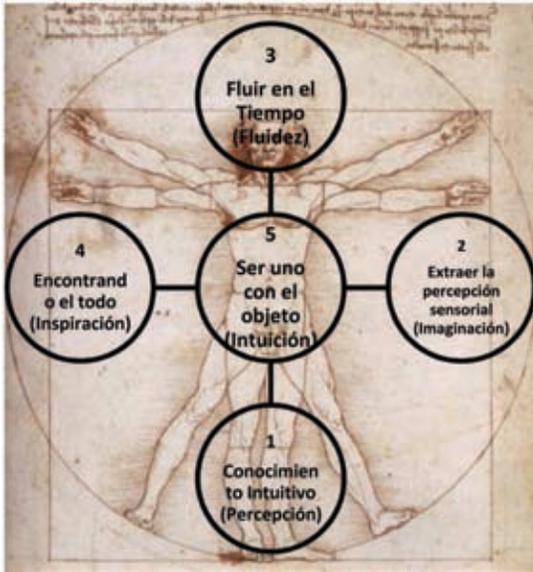


Diagrama 6. Fases del método goethiano. Por DSR

Conocimiento Intuitivo | Percepción: Esta primera fase busca centrarnos en una detallada observación de los factores que podemos percibir con nuestros sentidos suspendiendo toda forma personal de juicio y evaluación. Es un dejar que las circunstancias o contexto hablen por “sí mismos”. El fenómeno debe verse como si fuera la primera vez. Aquí se propone el “dibujar” como un camino para ver tal patrón, forma u objeto. Por ejemplo es el ver el fenómeno de un árbol, en lugar de ver un simple árbol.

Extraer la percepción sensorial | Imaginación: Esta es la fase en la que la imaginación es empleada como una herramienta legítima para la investigación científica. Es la observación objetiva del ¿Qué es?

Fluir en el tiempo | Fluidez: Es la manera en la que se percibe la forma, el proceso y la participación en el entendimiento del fenómeno en su dimensión dinámica en el tiempo. No ver al elemento como algo estático sino como un proceso “fluido”.

Encontrando el todo | Inspiración: El ausente “todo” es encontrado a través de este proceso. Es estar atento a la expresión misma del fenómeno y cómo se expresa a través de uno como observador. Aquí es buscar plasmar ese “lenguaje emocional” en poesía, pintura u otra forma de arte; el diseño de objetos podría estar aquí. Esta autodisposición buscará expresar en sí el gesto de ese fenómeno natural.

Ser uno con el objeto | Intuición: En esta última fase se “conceptualiza el servir al objeto natural, o sencillamente ¿que facilitamos con nuestra capacidad humana? Es apreciar las leyes naturales, el verdadero reino orgánico. Las imágenes de abajo nos muestran como es primero observar todo lo que involucra un árbol y al final como poder diseñar una casa como un árbol (img.15).



Imagen 15. Por DSR y GI

Estas cinco fases pueden ser sintetizadas en: percepción, imaginación, fluidez, inspiración e intuición. Tal como Goethe representaba la metamorfosis de las plantas. Esta adaptación está basada en la técnica de observación integradora y 'empirismo noble' que Goethe utilizaba, la cual demuestra como las ideas apropiadas pueden derivar de estudiar el contexto de una nueva manera. El sugería "aprender a conocer las leyes de la transformación, a través de las cuales la Naturaleza produce una parte a través de otra y despliega las más diversas formas mediante una modificación de un sólo órgano". En otra de sus frases decía que: "La forma es movimiento, es convertirse, es morir. El estudio de la forma es el estudio de la transformación, la metamorfosis es la llave que muestra todos los signos de la naturaleza".⁴⁹ Esto denota que el describía o experimentaba con esa forma cambiante, como un proceso vivo, el cual hoy debemos reencontrar.

Todas las formas en estas imágenes (img. 16 Flor, desierto y crisálida) son formas vivientes y no vivientes –animales, vegetales y minerales- las cuales comparamos como materiales. Sin embargo están en

estado de "convertirse en", una transformación que continuará hacia el regreso a los ciclos de donde han emergido. Y aunque son fluidas son impactadas por todas aquellas fuerzas que el hombre realiza. Esa diferencia entre las formas naturales que se revelan entre sí con gracia, en contraste con nuestra forma de manipular que muchas de las veces carece de sentido, visto éste desde una visión holística.

El saber observar estas dinámicas y desarrollo formal nos debe generar un nuevo pensamiento a los diseñadores, los cuales influimos o impactamos enormemente en la configuración del mundo. Terry Irwin enlista algunas de las características de la forma⁵⁰ a las cuales debemos estar atentos:

- La herencia y la evolución
- Fuerzas
- Función y Propósito
- Eficiencia y correcta adecuación
- Tamaño
- Patrones
- Material y Estructura
- Estética



Imagen 16. Formas Naturales(flor, rocas, crisálida. Por GI

49 Loc.cit

50 Irwin, op cit., pp. 118 – 125

En medio de estas características también Irwin denota 5 primicias que surgen al observar la dinámica de las formas a través de este método:

- La habilidad de ver todo (natural y artificial) de manera dinámica.
- Entrenarnos a pensar en amplios horizontes de tiempo (imaginar ciclos de vida completados tanto en formas naturales como artificiales)
- Abrirnos a nuevas formas de conocer enfocándonos en la relación fluida y simbiótica en lugar de objetos estáticos en el espacio
- Entender que las formas (tanto naturales como artificiales) están indisolublemente ligadas al “contexto”
- Aprender a observar desde una postura de especulación en lugar de certezas

Terry Irwin sintetiza el potencial de este método diciendo que: “Este proceso goethiano busca establecer una relación intuitiva o ‘participación espiritual’ con las forma observada. Esta contrasta con el método científico moderno que ‘deconstruye’ con el propósito de entender”.⁵¹ O como también Daniel Whal menciona: “La aplicación de esta metodología implica un mejoramiento en el entendimiento entre la humanidad y su relación con la Naturaleza. Ya que fomenta una participación y mejoramiento de la visión del mundo, el cual es un prerrequisito para generar una sociedad sustentable”.⁵²

Tener la capacidad de transformación de la conciencia que nos brinda este método, puede llevarnos a un proceso de diseño responsable y apropiado. El método Goethiano puede ser empleado en medio de los métodos tradicionales de diseño teniendo el potencial fundamental de cambiar la relación de los diseñadores no sólo con el actuar de la naturaleza sino con una profunda visión del mundo. Éste meta-nivel generará verdaderas soluciones de diseño sustentable de manera innovadora.

Entonces, el reconocer esta metodología nos llevará a una consciente participación y pensamiento objetivo hacia un modo holístico de conciencia. El involucrarse en ello nos llevará a un potencial entendimiento y apropiada participación con el proceso natural, guiando a una cooperación con todo lo que nos rodea y generando armonía en lo que diseñemos. Un método universal que nos puede llevar a cambiar el giro de nuestro mundo material como participantes sensibles e integrantes de la Naturaleza. Este método permite un potencial entendimiento previo a la aplicación de una metodología o los principios utilizados por la biomimética; inclusive se puede poner en práctica en la fase de observación en alguno de estos.

La invitación a involucrar esta visión holística en el Diseño fortalecerá nuestra capacidad de gestión proyectual, asimilando una nueva manera de generar y relacionar nuestro ambiente artificial, aprendiendo precisamente las pautas de la vida misma. Volver nuestra atención y entendimiento de nuestra Tierra como un todo, fortalece nuestra capacidad de organización cultural y tecnológica.

⁵¹ Op. cit., p. 56

⁵² Daniel Whal, en *Zarte Empirie: Goethena Science as a Way of Knowing*. Janus Head, Trivium Publications, New York 2005 p. 61

Capítulo II

Diseñando para la Humanidad-en-la-Naturaleza

La desmedida ambición por la tecnología a lo largo de la historia y, sobre todo, la falta de atención a nuestro contexto natural, han provocado una patología que pone a nuestra civilización al borde del colapso. O peor aún, a veces nos parece que la Naturaleza está en constante lucha y de repente se da por vencida por todo el daño que causamos como humanos. Hoy, la lista de necesidades globales para revertir este daño, son por mencionar algunas: disminuir nuestro consumo de recursos, mantener la biodiversidad, equilibrar el crecimiento poblacional,

reducir las emisiones de carbono, desarrollar tecnologías renovables e incrementar la eficiencia energética. ¿Será tan complejo de lograr como lo parece? Si le damos más vueltas al asunto, llegaremos a un punto primordial: debemos buscar mantener las condiciones de vida en la Tierra. La Valoración de Ecosistemas para las Naciones Unidas en el Milenio (United Nations Millennium Ecosystem Assessment)⁵³, iniciada en 2001 y completada en 2005, confirmó claramente que todo ser humano depende de los servicios que los ecosistemas terrestres nos proveen. También concluyó que en los últimos

50 años las actividades humanas han venido cambiando rápida y extensivamente los ecosistemas de la Tierra como en ningún otro momento en su historia. Los objetos, mensajes y construcciones cotidianos que proyectamos los diseñadores fácilmente los relacionamos con nuestro ambiente artificial. Por otra parte, cuando reconocemos su impacto dentro del ambiente natural generalmente se buscan mecanismos de menor impacto y muy pocas veces las verdaderas relaciones dinámico-simbióticas encontradas en los sistemas naturales. Los diseñadores de hoy, conscientes



⁵³ Documento que integra la firma por las ocho organizaciones líderes en conservación del ambiente. <http://www.nature.org/pressroom/press/press1838.html> (vi.nov 09)

de la degradación ambiental, son capaces realizar acciones más que los economistas, políticos, grandes empresas e incluso ecologistas, funcionando como un catalizador hacia la innovación sustentable. La capacidad que hoy tenemos para dar estructura al futuro y observar cómo funcionan los ciclos o formas de la Naturaleza nos incitan a la creación de sistemas integrales de mensajes, objetos o ambientes, que no sólo sean ecológicos y sustentables, sino simbióticos con las innovaciones tecnológicas existentes. Cambiar a un estilo de vida biofílico o biocéntrico⁵⁴ en el diseño nos llevará a crear objetos con la estética planetaria, y como dice el reconocido biólogo David Suzuki: “para alcanzar una sociedad sustentable primeramente debemos reconocer que somos animales, realmente criaturas biológicas”⁵⁵ Para adentrarse a estas interdependencias y complejidades de las necesidades humanas – biológicas, económicas y culturales- es indispensable

trazar una ética responsable del consumo, a través de la sustentabilidad. Y al comprender holísticamente la amplia gama de tales necesidades, también se sugieran caminos para que su satisfacción sea justa con el ambiente natural y conduzca a una verdadera vida armónica y saludable. Esta forma de vida con calidad puede proyectarse en nuestros objetos y construcciones a través de una nueva estética e innovación natural; más que una revolución sustentable, se requiere de una revolución neobiológica.

Por tal motivo, los principales objetivos que las disciplinas del diseño deberán perseguir a lo largo de este siglo XXI serán la estética, la salud y la sustentabilidad de las sociedades, guiadas a la precepción y co-evolución con un planeta viviente. Tales principios están implícitos en el movimiento del Diseño Natural, el cual reconoce a la Biomimética como herramienta para lograr tales objetivos.

54 Ligado innatamente al ambiente natural del cual no se puede separar. Se verá en el siguiente capítulo de manera más amplia.

55 David Suzuki. We should act like animals we are New Scientist, En New Scientist No 2678 Londres, 18 de octubre de 2008, p. 44 mayo de 2009)

EL ECODISEÑO Y EL DISEÑO SUSTENTABLE EN LA ÚLTIMA DÉCADA.

“El diseño emerge hoy como una de las fuerzas más poderosas en el mundo, nos ha situado en un inicio sin precedentes de las posibilidades humanas, donde la economía y ecología se han vuelto globales, relacionando e interconectando todo a su paso”⁵⁶

Bruce Mau

A inicios de este siglo, mantener los niveles crecientes de población requiere un mayor nivel de especialización en el manejo de recursos o energía y la información por ordenar. Aunque en el fondo es una cuestión de Diseño, tal resiliencia⁵⁷ es demasiado compleja para manejar a nivel global-local, mostrando lo frágil que somos.

Alan Weissman en su libro *The world without us*,⁵⁸ llega a una inevitable conclusión en donde ve a la humanidad que con su distintiva y tendenciosa capacidad -el poder que tenemos de pensar, de crear y de imaginar- es la misma que nos puede dirigir a una irrevocable extinción. Argumenta, que sí a esa capacidad, también se le incluye la habilidad de resolver problemas y el actuar en nuestros propios intereses como una especie, puede llevarnos a nuestra salvación.

Daniel Wahl es uno de muchos biólogos que hoy se interesan en el mundo del diseño, en su tesis de doctorado lo define como “una expresión de intención a través de relaciones e interacciones”.⁵⁹ Y aunque los diseñadores generamos la comunicación, la experiencia y los artefactos que integran al mundo artificial también tenemos una fuerte influencia en las decisiones que afectan la calidad de vida de millones de personas. Últimamente se está incrementando la conciencia en los efectos acumulativos del diseño ya que se daña al planeta de manera irreversible. Al ir interrelacionando tales afecciones, e ir conociendo de otras disciplinas como la biología y la ecología ¿cómo podemos guiar el poder del diseño para contribuir a confrontar los grandes problemas sociales y ecológicos, y al mismo tiempo reconocer las interacciones dentro de nuestro planeta viviente? Fue apenas al final del siglo pasado que el diseño empezó a incorporar la idea de la ecología, la cual inmediatamente se trivializó debido a la acción del comercio y la política dejando de lado el impulso que mantuviera su significación en la búsqueda de la unidad e integridad con el mundo natural. La

⁵⁶ MAU, Bruce. *Massive Change*. Phaidon Press. Nueva York, 2004, p.15

⁵⁷ En ecología, indica la capacidad de estos de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, es decir, pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado.

⁵⁸ WEISSMAN, Alan. *The world without us*. Picador Publishers, New York, 2008 p.34

⁵⁹ WAHL, Daniel C. *Design for Human and Planetary Health: A holistic/integral approach to complexity and sustainability*. Tesis para obtener el grado de doctor, University of Dundee. 2007, p.. 1

Ecología es una disciplina muy abierta, del griego oikos que significa casa o el lugar donde vivimos. Es sus principios generales aporta que cada organismo, incluyendo al humano, está en una continua relación con cada uno de los elementos que construyen su ambiente. Esto permite entender las redes, los ciclos, la importancia de la energía solar, las asociaciones, la diversidad y el equilibrio en dinamismo. ¿En verdad tomamos los en cuenta todos ellos dentro de los preceptos de un diseño ecológico?

Esencialmente, el Diseño Ecológico se sustenta y evalúa con base en las interdependencias entre los sistemas humanos y naturales para su bienestar. Las actividades humanas deben ser planeadas, diseñadas y manejadas para lograr un entendimiento de cómo los ecosistemas y contextos, cambian a través de procesos biofísicos y culturales muchas de las veces invisibles, complejos y que operan en diferentes escalas espacio-temporales impredecibles. Esto quiere decir que hoy el diseño ecológico se expresa de igual manera en la ciencia holística.

En su libro *Ecological Design*, Sym van der Ryn y Stuart Cowan aportan 5 principios (tabla 3) que constituyen el diseño ecológico⁶⁰ en donde en dos de ellos, se establece claramente cómo los diseñadores debemos percibir nuestro sistema natural:

Por otro lado, la Sustentabilidad o Desarrollo Sustentable, definido en los años ochenta, hoy incorpora a nuestro gremio como un diseño

sustentable o Diseño para la Sustentabilidad, siendo propenso a generar un mero estilo y concepto futurista. Daniel Wahl y Seaton Baxter de manera profunda lo definen como: “El desarrollo sustentable es un proceso de co-evolución y aprendizaje basado comunitariamente, el cual envuelve decisiones de diseño informadas por una perspectiva holística/integral. Esta requiere de ciudadanos responsables que se conviertan en co-diseñadores para un futuro sustentable. Al mismo tiempo, tenemos que estar conscientes de la indeterminación de los complejos, dinámicos e interconectados sistemas o procesos en los que participamos a escala global o local. El diseño para la sustentabilidad no se trata de predecir y controlar, sino de participar apropiadamente, flexiblemente y en constante aprendizaje junto con los procesos de la Naturaleza”.⁶¹

Esto quiere decir que debemos crear una ética, una experiencia y un significado que guíen a las personas, organizaciones y comunidades hacia esta tendencia. Es por eso que debemos considerar un diálogo transdisciplinario en nuestro gremio, ya que cualquier diseño puede participar e influir en las diferentes escalas del proceso natural y la búsqueda de una sociedad sustentable.

Precisamente Bruce Mau, reconocido diseñador canadiense, en su último libro *Massive Change* (Cambio Masivo) se refiere a ello: “El aspecto más interesante del diseño sustentable es el de no tener

un aspecto en particular. Una de las cosas que han analizado en los últimos años es que ese nuevo diseño es invisible”,⁶² refiriéndose a que no posee un estilo. Esto lógicamente está comprendido en las llamadas tres “E” de la sustentabilidad: Ecología, Equidad y Economía, que implementan en conjunto la idea de integración y ética social. Sin embargo, actualmente integran una cuarta “E” de la Educación, ya que como detonador cultural es indispensable.

Precisamente en su último libro, *Las Conexiones Ocultas*, Fritjof Capra concluye que una educación

60 VAN DER RYN, Sim. COWAN, Stuart. *Ecological Design*. Island Press. Washington, 1996, pp. 51-160

61 WAHL, Daniel C y BAXTER, Seaton. *The Designer's Role in Facilitating Sustainable Solutions*. En *Design Issues: Volume 24, Number 2 Spring, 2008* p. 83

62 MAU, Bruce. *Massive Change*. Phaidon Press. Nueva York, 2004, pág.15-19

ecológica y un diseño ecológico son fundamentales en la creación de una civilización sustentable. Los principios básicos sobre este ecodiseño y eco-educación. Estos principios (Tabla 4), desde una perspectiva holística, deben ser practicados de forma dinámica para la integración de la humanidad en la naturaleza. Alrededor del mundo la eco-alfabetización comienza a tomar gran impulso, y el diseño no es la excepción. Sin embargo, se requiere dar un mayor énfasis, ya que corre peligro de convertirse en solamente un estilo “sustentable” o “verde”. Fritjof Capra define esa eco-alfabetización como “la capacidad para comprender los principios de organización que los ecosistemas han desarrollado evolutivamente para sustentar la trama de la vida”.⁶³ Manifiestamente, esta forma de educarse respecto a lo sustentable y ecológico está en constante cambio y adecuación cultural, lo cual es muy claro en las disciplinas del diseño y sus adaptaciones. En mi forma de ver, el diseño ecológico (ecodiseño), a inicios de este siglo, se fusiona con el concepto de sustentabilidad, insistiendo en la relación Hombre-Naturaleza. Si nos damos cuenta, el tema “eco-sustentable” esta hoy en cada agenda a nivel nacional e internacional, a

nivel académico y empresarial, en las noticias, en las revistas, internet, etc. Todo se ha vuelto acelerado por los medios de comunicación, y confuso por los diferentes puntos de vista culturales y económicos. Por esta razón, los diseñadores buscamos profundizar cada vez más en nuestras investigaciones, ampliando nuestra capacidad de visión y tratando de entender las interacciones del planeta entero, así como localmente, integrando tecnologías eficientes y comprendiendo las tendencias futuras para las generaciones por venir. Aún sigue existiendo una línea muy delgada entre el ecodiseño y una ecodiseño profundo, ya que en la últimas décadas, su idea se ha transformado en un “estilo verde” provocado por la mercadotecnia y los medios que manipulan o persuaden. Tal afección dentro del diseño en ocasiones es inminente, formando contradicciones. No es sólo reciclar, reutilizar o reducir, se trata de cambiar nuestra visión como diseñadores cambiar nuestra perspectiva y ver al mundo como un ser viviente. Jacque Fresco, fundador de The Venus Project,⁶⁴ hace un llamado a un ‘total rediseño de nuestra cultura’. Su plan para un cambio social apunta hacia una civilización global sustentable, en la cual la gente, la tecnología y

Tabla 4. Principios básicos sobre el ecodiseño/eco-educación

- **Redes:** En todas las escalas de la naturaleza, encontramos sistemas vivientes que se anidan en medio de otros sistemas vivientes, redes en medio de redes. Sus límites sólo son límites de identidad. Se comunican unos con otros compartiendo recursos entre sus límites
- **Ciclos:** Todos los organismos deben estar alimentados en corrientes continuas de materia y energía dentro de su ambiente para mantenerse vivos, y aunque generen desperdicio ese desperdicio es alimento para otras especies a través de la trama de la vida.
- **Energía Solar:** La energía solar transformada a través del proceso fotosintético guía a los ciclos ecológicos.
- **Asociaciones:** El intercambio de energía y recursos entre ecosistemas está sostenido por una cooperación fuerte. La vida en el planeta no es a través de una lucha, sino de asociaciones y participación.
- **Diversidad:** Los ecosistemas alcanzan su estabilidad y resiliencia a través de una riqueza y complejidad en sus redes ecológicas. Entre más grande sea la biodiversidad, mayor resiliencia tendrá.
- **Balance Dinámico:** un ecosistema es una red flexible y siempre fluctuante. Su flexibilidad es consecuencia de múltiples nodos de relación que mantienen el sistema en un estado de balance dinámico. Ninguna variable es maximizada, todas fluctúan en medio de valores óptimos.

63 CAPRA, Fritjof. Las Conexiones Ocultas. Ed. Anagrama. Barcelona, 2003, p.295

64 <http://www.thevenusproject.com> (vi. nov 09)

la naturaleza coexistan en un equilibrio dinámico sustentable a largo plazo. “Si queremos terminar con los problemas sociales e internacionales debemos declarar a la Tierra y todos sus recursos como la herencia para todos los seres humanos. También debemos vencer las fronteras artificiales que separan a la gente. Este nuevo diseño social incluye un nuevo sistema de incentivos que no estará ya más dirigido hacia metas egocentristas como la riqueza y el poder. Estos nuevos incentivos alentaran a la gente hacia el desarrollo personal pleno y la creatividad mental y espiritual.”⁶⁵

Si queremos crear diseños adaptándolos a nuestros complejos contextos sociales, culturales, ecológicos y económicos, y al mismo tiempo participar apropiadamente en los procesos naturales, necesitamos precisamente aprender a percibir más sobre esos procesos naturales. Por ello se requiere la participación de diseñadores y científicos de otras aéreas en la generación de sustentabilidad, en donde “entender la complejidad de la vida es un prerrequisito para un diseño sustentable”⁶⁶ ¿Cómo reconectar a la Naturaleza y a la cultura través de nuestros sistemas socioeconómicos? ¿Será que el desarrollo sustentable dará la oportunidad de integrar esta reconexión entre personas y Naturaleza?

El afán de buscar la integridad y el bienestar de los sistemas naturales para influenciar el bienestar económico, social y psicológico es parte fundamental

de un diseño sustentable. En este diagrama (Diag. 5)⁶⁷ se muestra una relación hipotética entre la salud ecosistémica, los valores humanos medioambientales y los beneficios socioeconómicos.

Uno de los más recientes y exitosos planteamientos de diseño eco-sustentable es el modelo de Eco-efectividad (cradle to cradle cycle) generado por William McDonough y Michael Braungart en su libro *Cradle to Cradle*, donde abordan el ciclo de vida de los productos desde una perspectiva metabólica y enfatizan el concepto de ‘desperdicio equivale a comida’ estableciendo que “en la Naturaleza, los nutrientes están en un ciclo continuo. Un diseño “eco-efectivo” busca imitar esos ciclos. Todos los productos, desde materiales para edificar hasta mobiliario, deben ser diseñados para regresar eficazmente a la Tierra para ser re-usados”⁶⁸

De igual forma, el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), insertado en varias disciplinas, pero más de lleno en la ecología industrial, es tratado como una “herramienta que emula los modelos derivados de los ecosistemas naturales, para así desarrollar fundamentalmente nuevos acercamientos en la reorganización de sistemas industriales”⁶⁹

Por otro lado el Capitalismo Natural, nos insiste en rediseñar nuestro sistema económico. Uno de sus principios es “Cambiar hacia modelos de producción biológicamente inspirados”,⁷⁰ lo cual indica que debemos buscar no sólo reducir los residuos, sino

también eliminar el mismo concepto de ‘residuo o desecho’. Esta idea nos muestra cómo movernos hacia a una mejor economía a partir del ecodiseño. Tal como menciona el economista Ted Howkins, “tenemos que buscar re-introducir un término antiguo anterior a la Revolución Industrial: Frugalidad. Frugalidad no significa pobreza, significa el uso inteligente de los recursos. En lugar de una economía descartable, el futuro debería dirigirse hacia una economía re-utilizable, donde todo es re-aprovechado.”⁷¹ Si el diseño muestra la representación física del mundo; a medida que nuestra imagen del mundo se construya en la sustentabilidad, entonces también los artefactos, mensajes, procesos y ambientes lo serán. Paul Hawken autor de este mismo libro expresa “Si en verdad queremos romper los paradigmas económicos y guiarlos a una reconstitución del mundo, deberíamos cambiar hacia un capitalismo natural.”⁷² ¿Acaso nuestro sistema económico no es un subsistema de este gran ecosistema?

Las ciencias de la vida, las ciencias económicas, las ciencias del diseño y muchas otras empiezan a confluír, y nos hacen caer en cuenta que debemos rediseñar o reformar nuestra economía, y por lo tanto nuestra cultura. ¿Acaso somos tan ciegos para no ver nuestra parte biológica, y dejar a la economía en un segundo plano? Todo esto es un estilo de vida, un estado del pensamiento que debemos cambiar ya. En lugar de enfocar nuestro desarrollo a lo económico

65 Jacque Fresco. Conferencia de diseño Life Loves Design. Ixtapa, México Octubre 2009.

66 Brian Godwin (2001) en WAHL, Daniel C. *Design for Human and Planetary Health: A holistic/integral approach to complexity and sustainability*. Tesis para obtener el grado de doctor, University of Dundee, 2007, p. 53

67 KELLERT, Stephen R. *Building for life: designing and understanding the human-nature connection*. Island Press, Washington, DC., 2005, p. 90

68 McDONOUGH, William. BRAUNGART, Michael. *Cradle to Cradle*. North Point Press. Nueva York, 2002, p.93-117

69 Silvia Pizzucaro, en *Ecological design: A new critique de Pauline Madge*. *Design Issues* volume 13 number 2 summer 1997, p. 49

70 HAWKEN, Paul. LOVINS, Amori. *Natural Capitalis: Creating the next Industrial Revolution*. Black Bay Books. Nueva York, 1999 p.14

71 Ted Howkins. *En La Última Hora (The 11th Hour)*, Documental. Warner Independent Movies. 2007

72 Ibidem.

deberíamos proponer una visión mucho mas integral del mismo, que indique un co-desarrollo humano y planetario guiado con una sinergia que incorpore sistemas vivientes que van desde el propio diseño de objetos utilitarios hasta una nueva forma de interacción con las demás especies. Janine Benyus una de las promotoras de la biomimética, expresa que debemos “dar un paso a una era ya no basada en lo que podemos extraer de la Naturaleza, sino en lo que podemos aprender de ella”.⁷³

Este ejercicio puede ser realizado tal como lo describen John Todd y Nancy Todd en su libro *From eco-cities to living machines*, en el cual incluyen métodos que se caracterizan por el diseño de las llamadas ‘maquinas vivientes’: proyectos donde se incluyen plantas, peces y algas para la purificación de agua, producción de alimentos, combustible, tratamiento de residuos o todo simultáneamente. Los Todd describen que son diseñadas “de acuerdo con los principios desarrollados por el mundo natural para la construcción y regulación de sus grandes espacios de selvas, lagos, praderas y estuarios”.⁷⁴ En esta misma publicación presentan de forma más completa algunos preceptos para el Ecodiseño enfocado a estos sistemas vivientes, los cuales se enuncian de forma resumida en la tabla 5:



Tabla 5. Principios del diseño ecológico por John y Nancy Todd

- El mundo viviente es la matriz para todo diseño
- El diseño debe seguir, no oponerse, a las leyes de la vida
- La equidad biológica deberá determinar el diseño
- El diseño deberá reflejar el bio-regionalismo
- Los proyectos deberán basarse en fuentes de energía renovable
- El diseño deberá ser sustentable a través de la integración de sistemas vivientes
- El diseño deberá ser co-evolutivo con el mundo natural
- Construir y diseñar deberán ayudar a la salud del planeta
- El diseño deberá seguir una sagrada ecología
- Todos somos diseñadores.

73 BENYUS, Janine. *Biomimicry: Innovation inspired by Nature*. Perennial Publishers. Nueva York, 2002, p. 5

74 TODD, John , TODD, Nancy. *From eco-cities to living machines: principles for ecological design*. North Atlantic Books. Berkeley,1993, p. 24

También dentro del diseño, los preceptos de una ecología profunda son hoy tomados en cuenta por Pauline Madge quien menciona que esta es una corriente algo más radical donde integra el “diseño de materiales y productos, proyectos y sistemas, medioambiente y comunidades en una ética con las especies vivientes y la ecología planetaria”⁷⁵

Arne Naess, en su Metodología para una Ecología Profunda y un Estilo de Vida, menciona en uno de sus principios que: “debemos generar una tendencia a apreciar todas las formas de vida, y no sólo aquellas consideradas como hermosas, extraordinarias y estrechamente útiles”.⁷⁶ Este principio es claramente un indicador de que debemos encontrar el valor intrínseco de cada especie (animal o vegetal) en lugar de usarlas como un recurso más. Es saber percibir el papel de cada especie cumpliendo una función, y se

considera igualmente necesaria una cucaracha, un arbusto o una vaca. Esta versión ‘radical’ responde a buscar un futuro realmente ecológico y la exploración de una filosofía sistémica, en los que dentro de la versión radical u holística se incluyen valores éticos y la participación con los procesos de la Naturaleza.

En última instancia, el objetivo de un diseño sustentable/ecológico, es buscar el bienestar o la salud humana y planetaria, pero fundamentalmente buscar lograr una intencionalidad. Según mi investigación realizada como parte de la estancia de investigación en el Centre for the Study of Natural Design, de la Universidad de Dundee, en Escocia, hoy sus preceptos han madurado o pasan a un siguiente nivel y son integrados a un Diseño Natural; un nuevo pensamiento de diseño sustentable/ecológico que será definido a continuación.

⁷⁵ Pauline Madge. Ecological design: A new critique . En Design Issues volume 13 number 2, summer 1997, p.49

⁷⁶ SESSIONS, George. Deep Ecology for the Twenty-First Century, Shambala publications, Boston, 1995, p 260

EL DISEÑO NATURAL Y SUS PRINCIPIOS.

Como ya Herbert Simon lo mencionaba en los años sesenta, el “Diseño era una ciencia que estaba basada en las ciencias naturales y que consistía en preguntarse el origen de las cosas y en cómo deberían de ser de acuerdo a las necesidades o metas”.⁷⁷ Entonces, debemos reconocer que todo artificio es una abstracción de la Naturaleza plasmada en reglas básicas o metodológicas de nuestra cultura. Sin embargo, también el diseño es definido como “el dar sentido a las cosas” o “dibujar significado” de la humanidad.

Si el diseño ecológico y el diseño sustentable buscan el funcionamiento natural de la sociedad y la naturaleza ¿cómo dirigirlos hacia una interpretación planetaria, saludable y estética? Hoy, la respuesta a esta pregunta es una cuestión de meta-diseño el cual debe involucrar e implementar nuestra cultura humana hacia la operación natural del mundo.

El concepto de Diseño Natural, desarrollado en la Universidad de Dundee en Escocia por Seaton Baxter y Daniel Wahl, se basa en la afirmación: “Naturaleza

y Cultura son fundamentalmente interdependientes conectadas bajo complejas interacciones sociales, culturales, económicas, ecológicas y psicológicas, donde como consecuencia, Humanidad y Naturaleza necesitan cooperar como un sistema vivo, simbiótico y en co-evolución”.⁷⁸ Esta nueva noción nos adentra hacia el desarrollo de una extensa visión para el Diseño y el papel que jugará en este nuevo siglo.

Comenzar a involucrar esta visión en el diseño generará grandes cambios en los preceptos de nuestra disciplina. Daniel Wahl menciona que “El cambio de un diseño para humanos, que va en contra de la Naturaleza, a un diseño que reconoce que la humanidad, es co-dependiente y parte de la biosfera; reconoce así que la vida es fundamentalmente cooperativa y simbiótica, guiando hacia una sinergia en el diseño en la búsqueda de integrar a la humanidad en el proceso natural”⁷⁹

Este movimiento une diversas disciplinas entre las que se encuentra el ecodiseño, ecología industrial, arquitectura sustentable, planeación regional, eco-

⁷⁷ SIMON, Herbert. *The Science of Artificial*. MIT Press, Boston. 1996, p. 3

⁷⁸ Definición transcrita en estancia de investigación Febrero de 2009 (CSND). University of Dundee.

⁷⁹ WAHL, Daniel C. *Design for Human and Planetary Health: A holistic/integral approach to complexity and sustainability*. Tesis para obtener el grado de doctor, University of Dundee, 2007, p. 39

alfabetización y hasta la política verde. Analiza las implicaciones filosóficas, sociológicas y psicológicas de la visión ecológica-holística. De igual manera, integra el diseño biológico, la biomimética/biónica, entre otras disciplinas que reflejan la manera en cómo los humanos interpretan y aprenden de la Naturaleza. Estas disciplinas integradas en un Diseño Natural, buscan eliminar la barrera existente entre naturaleza y humanidad, entre lo natural y lo artificial, comenzando a ver a la humanidad en la naturaleza y sus artificios naturales. Lo cual refleja el concepto de co-creación y co-evolución. Este concepto de Diseño Natural busca facilitar una visión holística-ecológica reconociendo una nueva estética, una biofilia⁸⁰ y una salutogénesis⁸¹ al percibir los procesos de la Naturaleza. Busca un rediseño total de los estilos de vida globales y locales, por ello estudia desde el funcionamiento de las tribus indígenas, autores del movimiento ecológico del finales del siglo XIX y XX y por ende, las corrientes contemporáneas de pensamiento. Respecto a los primeros, la espiritualidad de los pueblos chinos o africanos, las tribus hopis, tewas, kogis, inuits u otomíes (por nombrar algunos) integran un 'diseño ecológicamente consciente'. Estos han permanecido en sus regiones y han mantenido sus ideales con un alto grado de cooperación, sustentabilidad y reconociendo los límites de vivir al ritmo de los ciclos y la estética de la Naturaleza. Razón por la

cual tales organizaciones son estudiadas por éste, el movimiento de Diseño Natural.

Según Daniel Wahl, autores como John Ruskin (1819-1900), William Morris (1834-1896), Ernst von Haeckel (1834-1919), Frank Lloyd Wright (1867-1959), Mahatma Gandhi (1869-1948) Aldo Leopold (1887-1948), E.F Schumacher (1911-1977), Gregory Bateson (1904-1980), Buckminster Fuller (1895-1983) Lewis Mumford (1895-1990), Víctor Papanek (1927-1998), Ian McHarg (1920-2001) o Donella Meadows (1942-2001), son los precursores del movimiento de Diseño Natural.⁸² Me hubiera gustado incluir en este trabajo información detallada de estos autores, sin embargo llevaría otra tesis incluirla.

Contemporáneos como David Orr, John y Nancy Todd, Ezio Mazini, Daniel Wahl, Kenny Ausubel (y su organización Bioneers⁸³), Paul Hawken, Lester Brown, Tomas Maldonado, Terry Irwin, Seaton Baxter, Sym Van der Ryn, Janine Benyus, Bruce Mau o John Tackara citados en esta investigación -según mi visión-, pueden ser considerados como expertos que están contribuyendo a generar nuevas tendencias hacia el complemento del Diseño Natural.

Como se planteó en el primer capítulo, natural o Naturaleza es un término complejo que puede significar muchas cosas para diferentes personas, Naturaleza es "todo lo que es"; es el todo que se transforma en la interacción y la relación de sus partes. Y si el Diccionario de la Real Academia de la Lengua

80 Término creado por el biólogo Edward O. Wilson definido como la necesidad de los humanos de interactuar con una cierta cantidad de otras especies en favor del propio bienestar y de la salud mental.

81 La Salutogénesis/salutogénico es un enfoque diferente en la medicina, que investiga las fuerzas de autocuración del organismo humano. Y en relación a la teoría de Gaia, ver a la autocuración de la Tierra, vista como un super-organismo.

82 WAHL, Daniel C. Design for Human and Planetary .op.cit, p. 290

83 <http://www.bioneers.org/> (vi.octubre 2009)

española lo define como lo “Perteneiente o relativo a la Naturaleza o conforme a la cualidad o propiedad de las cosas” o “Hecho con verdad, sin artificio, mezcla ni composición algún” o “Dicho de una cosa: Que imita a la Naturaleza con propiedad”, entonces ¿como un diseñador puede aspirar a diseñar algo natural? ¿Podemos llamar a los patrones, estructuras, relaciones y procesos naturales un diseño? ¿Acaso el Diseño es únicamente una actividad o producto humano? Porejemplo, ¿el río que baja de las montañas y nutre el bosque, es un diseño? Precisamente para responder a estas preguntas es que requerimos de una visión holística y participación multidisciplinaria, para responder que todo es natural.

Daniel Wahl, uno de los iniciadores del término o movimiento de Diseño Natural argumenta que “La paradoja de un diseño natural se disuelve, una vez que los diseños humanos se reconectan con la fuente de nuestra propia existencia biológica y la participación en el soporte de las estrategias de diseño perpetuadas en la Naturaleza. Esto sólo ocurrirá una vez que volvamos a la humanidad-en-la-naturaleza,⁸⁴ pero esta vez totalmente conscientes de

nuestra gestión co-creativa. Una vez que consciente y responsablemente participemos –con diseños naturales- junto con la comunidad de la vida y en la manera que la Naturaleza se diseña a sí misma, todos nuestros diseños serán naturales y sustentables.”⁸⁵

El buscar sentido a los “patrones que conectan”⁸⁶ como lo dice Gregory Bateson, y el reconocer que “nuestro cometido es mirar al mundo y verlo como un todo”⁸⁷ como bien dijo E.F Schumacher, es la filosofía para una teoría del Diseño Natural. Este movimiento, basado en una visión holística y participativa del mundo, es una solución teórica-práctica en la acción de la Biomimética, y promete reinterpretar acciones de pensamiento reduccionistas, mecanicistas o superficiales en esta disciplina.

Eliminar las barreras entre lo artificial y lo natural es un Diseño Natural, y en la presente tesis propongo a la Biomimética como una herramienta para lograrlo, ayudando a generar objetos estéticos, sustentables, ecológicos, saludables, orgánicos e inclusive autoregulables.

Tony Fry, ecodiseñador australiano, argumenta que “en el peor de los casos, en términos de impacto

ambiental, lo artificial tiene que hacerse benigno, mientras que en el mejor de los casos, tendría que hacerse proactivo a la conservación de la vida”.⁸⁸ Esto manifiesta integrarse a la evolución del mundo, ser co-creativo con la Naturaleza, en orden de generar una innovación sustentable, al considerar los objetos, mensajes, ambientes y hasta robots como parte de este Diseño Natural, a la humanidad-en-la-naturaleza o ver nuestros artificios naturales, todo con el afán de nunca generar conscientemente una dicotomía, sino una participación integral ante una existencia biológica y sus estrategias de diseño perpetuo.

84 Se proponen los guiones para enfatizar la unión inseparable entre Humanidad y Naturaleza.

85 Loc. cit86 BATESON, Gregory. Espiritu y naturaleza: una unidad necesaria. Amorrortu, Buenos Aires 1997(ed1 1977)

87 SCHUMACHER, Fritz. A guide for the perplexed, Harper and Row publishers, Nueva York , 1978.

88 FRY, Tony. Sacred design: A recreational theory , en Buchanan, Richard y Margolin Victor. Discovering Design: Explorations in design studies. The University of Chicago Press. Chicago, pp. 190-218

DISEÑANDO PARA LA VIDA: Hacia un diseño simbiótico.

No hay ninguna duda de que nuestra cultura está atravesando por una acelerada crisis. ¿Será que la humanidad se ha convertido en una plaga para la biosfera? La respuesta a esta pregunta ilustra que hemos llegado a un punto crítico para el bienestar de la Tierra, y aunque creamos que hemos evolucionado lo suficiente para convertirnos en líderes de la comunidad biológica, parece ser que no estamos haciendo lo necesario para reconocernos como parte de un sistema vivo. Si continuamos ignorando la trama de la vida, seguiremos devastando y consumiendo irracionalmente, terminando así con nuestra existencia.

La Tierra: nuestra casa, nuestro único hábitat, nuestra fuente de inspiración, nuestro laboratorio, nuestro refugio, nuestra única fuente de materiales, nuestra fuente de ingreso, nuestro escritorio, el lugar donde viajamos, el lugar donde jugamos, el lugar donde convivimos, el lugar donde diseñamos, el lugar donde sobrevivimos. Debemos reconocer que los ecosistemas nos proporcionan agua y alimentos, protegen de la erosión, regulan el clima y la química atmosférica, mantienen la diversidad de

“El hombre está involucrado en exactamente el mismo tipo de actividad que el encamarado nautilo, la abeja y el coral, y sujeto a las mismas pruebas de supervivencia y evolución. Su forma y estructura no es la preocupación de un amateur sino que concierne, central e indisolublemente, a todas las formas de vida”⁸⁹
Gregory Bateson

especies de flora y fauna, proveen recursos materiales y representan el control de plagas y enfermedades. Y si dentro de estos ecosistemas terrestres está el conocimiento científico, así como todos los elementos culturales, biológicos y económicos, es muy claro que también dentro de ellos está la acción del Diseño. ¿Debemos “diseñar” de acuerdo a nuestras condiciones? ¿O debemos “diseñar” comprendiendo las condiciones terrestres adecuadas? ¿Ya conocemos la Tierra de forma local y global? ¿Conocemos todos sus habitantes animales y vegetales? ¿Conocemos nuestras diversas culturas y el por qué de su actuar? La búsqueda de ese conocimiento planetario nos ha movilizado científica y económicamente en la búsqueda de interconexiones ecosistémicas y culturales. En años recientes, hemos terminado de digitalizar el último kilómetro terrestre,

⁸⁹ Op. cit p. 173

sabemos monitorear terremotos y tormentas, y hemos comenzado a decodificar nuestros genes. La biosfera se ha convertido en un campo de batalla en donde naturaleza y cultura humana se enfrentan intentando generar equilibrios. De igual manera, hoy reconocemos que la “Red de la vida” es una manifestación armónica, estética y saludable en donde especies animales y vegetales se relacionan dentro de la gran diversidad de ecosistemas.

Día con día, los conocimientos médicos, químicos, biotecnológicos, nanotecnológicos, físicos, nucleares y una larga lista de disciplinas, descubren no sólo nuevos conocimientos para su cuerpo teórico-práctico sino también las multi-conexiones con otras disciplinas, lo cual contribuye en gran medida a ir visualizando un mundo altamente complejo pero a la vez más rico. Esa riqueza se puede traducir a todas y cada una de las ciencias, la tecnología, y claramente al diseño y las artes en una visión holística.

En años recientes, las ciencias naturales o ciencias de la vida se están transformando al adquirir conocimientos de otros campos. Los diseñadores con ecólogos, éstos con biología celular (la cual comienza a intervenir en las ciencias de los materiales), la medicina con la robótica, la agricultura con la biotecnología, las cuales pueden involucrarse desde una planeación comunitaria hasta el funcionar dentro de la economía global. Esta especialización en desarrollo promete traer una nueva generación de diseñadores, científicos, ingenieros, académicos, agricultores, filósofos, urbanistas, líderes en los negocios y servidores públicos en cada región del mundo, que tal vez sin ningún plan estratégico común generen una revolución global.

Y aunque día a día aparecen nuevas disciplinas: biotecnología, electrónica molecular, ciencias cognitivas, bioinformática, bioarquitectura, nanotecnología, domótica, permacultura, ecología industrial, etc, todas se convierten en herramientas metodológicas y técnicas de la revolución del tercer milenio ¿Cómo lograrán armonizar un futuro del humano-en-la-naturaleza? No cabe duda que una armonización entre lo natural-artificial y sin necesidad de mutaciones biológicas, conducirá a una revolución global. Es justamente como la Biomimética, que integrada en la disciplina del Diseño, busca explorar esos caminos de innovación con un mejor conocimiento de las leyes naturales. Desde los años setenta, John Todd y Nancy Todd manifestaban que el futuro de la humanidad estaba amenazado por la pérdida de diversidad biológica y social; para enfrentar esto una “Nueva Biotecnología necesitaba ser propuesta”.⁹⁰ Comentado? Aquí se referían a un término neutro de la palabra ‘biotecnología’ sin referirse a las presentes connotaciones sobre la manipulación genética que algunas corporaciones tienen como meta para obtener provecho. A lo que ellos se referían, era a la “creación de tecnologías biológicamente inspiradas y basadas en una ética ecológica”⁹¹ en donde cada región o comunidad se esforzara por generar proyectos como la Nueva Alquimia, nombre de su proyecto en aquel entonces.

⁹⁰ TODD, Nancy. *A safe and sustainable world: a promise for Ecological Design*. Island Pres, 2005, p. 69

⁹¹ *Ibidem.*, p.70

Geoff Hollington, reconocido diseñador británico, nombra tres tecnologías que marcarán un profundo cambio en la primera mitad del siglo XXI: La manufactura aditiva, el diseño biomimético y la computación evolutiva; las cuales, “trabajando juntas se alejarán de la determinista, cartesiana, newtoniana, fría, dura y mecanizada práctica del diseño, yendo hacia una nueva de tipo heurística, envolvente, cálida, flexible y evolutiva”.⁹² Dentro de esta tesis, precisamente mi argumento principal, es cómo el Diseño y una base biomimética deberán formar una alianza en la búsqueda de una construcción simbiótica del mundo; y que junto con la idea de un mundo sustentable se puede lograr una nueva forma de diseñar no sólo objetos, sino también servicios, construcciones y mensajes, que manifiesten una nueva biología o ecología humana. Tal como comenta Robert Frenay: “nuestras innovaciones ya no funcionarán como aquellas producidas en la revolución industrial. Nuestro futuro funcionará cada vez más como lo hacen las criaturas vivientes. [...] una biología que ha venido construyéndose por humanos, una nueva biología”.⁹³ Nos estamos acercando a una brecha en donde aquellos que generan la innovación tecnológica hacen reverencia a la Naturaleza. Frenay, en su libro *Pulse*, menciona cómo la Naturaleza o el mundo viviente esta inspirando una nueva era citando a Julian Vincent (uno de los padres de la Biomimética) el

cual expresa que “Cada organismo es toda una bolsa de soluciones para los problemas planteados ante la necesidad de sobrevivir”.⁹⁴

La acción humana hacia la búsqueda de una tecnología avanzada, computadoras con emociones, materiales inteligentes, vehículos que usan el mínimo de energía y software, hoy se inspiran en el funcionamiento de animales, plantas, bacterias y hasta nuestro propio cuerpo, lo cual con gran tendencia, se comienza a emprender esa búsqueda hacia una nueva tecnología o una verdadera biotecnología. En mi opinión, esa nueva forma de diseñar hacia nueva biología o biotecnología, nos deben guiar a tratar de diseñar objetos/construcciones que reflejen una interfaz con o que funcionen como lo hacen los seres vivientes. Esto trae a la vista un verdadero diseño simbiótico, natural, orgánico, y como se plantea en este trabajo: biomimético.

Nuestros ancestros metaforizaban la idea de la Tierra como una máquina o una nave y más profundamente como un ser viviente. Ellos no conocían la palabra “ecología”, ellos leían esos ritmos celebrados en los cambios de estaciones, el nacimiento de nuevas formas que se mueven, comen y respiran a través del tiempo, y vuelven al mismo suelo que las vio surgir. ¿Acaso no debamos iniciar una nueva forma de diseñar? ¿Estamos entrando hacia una nueva biología con la integración de las ciencias, artes e ingenierías? ¿Es la entrada a una era biotecnológica?

Cuando primero pasamos de la cibernética a la ecología, y de la ecología a la sustentabilidad, hoy llegamos cuestionar los principios de la vida al ver el mundo como un sistema viviente, regenerativo y simbiótico. Entonces, si el ambientalismo y la ecología se esforzaron para dar a conocer nuestra falta de identidad y desequilibrio, dando paso al concepto del desarrollo sustentable; es por eso que el siguiente periodo es una era neo-biológica, que buscará reconectar y percibir todas nuestras acciones como parte de un planeta vivo en evolución.

Precisamente la teoría de Gaia, que mencioné en el primer capítulo, nos enseña que vivimos simbióticamente entre una sensible y vasta criatura de proporciones planetarias, y que sólo formamos parte de una comunidad, de la cual no somos dueños ni maestros. Por tal motivo, necesitamos mantener esa simbiosis entre cultura humana y naturaleza. Simbiosis significa interacción entre dos o más organismos, en donde el beneficio es mutuo. ¿Cómo podría nuestra sociedad reconocer que debemos vivir de manera simbiótica? La única manera es reconociendo que las demás especies, y nuestra Tierra en sí, tiene un valor intrínseco y por lo tanto, inherente hacia nosotros. Necesitamos de un diseño simbiótico.

Ian McHarg en su libro *Values, Process and Form* exploraba la noción de esta cooperación y simbiosis a escala planetaria, guiando a la humanidad a diseñar

92 Jeoff Hollington. En la conferencia BIONIS-Biomimetics 11. Bath, UK. Septiembre 2007

93 FRENAY, Robert. *Pulse: the coming age of systems and machines inspired by living things*. Farrar Straus Giroux. Nueva York. 2006. p.5

94 *Ibidem*. VINCENT, Julian., p. 65

con la naturaleza: “Los organismos humanos existen como resultado de las relaciones simbióticas en las cuales las células asumen roles diferentes en la sangre, tejidos y órganos que integran un sólo organismo. Así pues, la biosfera debe ser considerada como un súper-organismo en donde los océanos, la atmósfera, criaturas y comunidades juegan el papel análogo a esas células, tejidos y órganos”. Entendiendo esto él concluía que “la simbiosis es el valor indispensable en la supervivencia de las formas de vida, ecosistemas y la biosfera entera”.⁹⁵

Después de colaborar con la NASA en los sesenta, James Lovelock propuso una hipótesis que ha llegado a levantar polémica y a la vez reconocimiento hasta en las ciencias más duras. Hoy la teoría Gaia, junto con otras ciencias, claramente ven a la vida en el planeta como una ‘unidad interactiva’ tal como lo propusieron Dorian Sagan y Lynn Margulis. Ellos argumenta que “si la simbiosis es definida como el vivir junto con una prolongada y física continuidad de organismos distintos... entonces Gaia es la simbiosis vista desde el espacio”.⁹⁶

Esta controvertida teoría ha venido integrando diferentes disciplinas antes dispersas por su forma de enfocar la ecología. Ver a la Tierra, no como un montón de rocas y poblaciones de organismos, sino como un súper-organismo con una fisiología y una anatomía, con un metabolismo y una evolución, ha provocado que desde la geoquímica hasta la

climatología, y hoy el diseño, se inspiren a cambiar sus visiones de especializadas a colectivas, en la búsqueda de nuevas formas de regular la acción del hombre, dejando de ser el anfitrión que la invade.

La visión de la Tierra como un súper-organismo invita a cambiar el punto de partida práctico del diseño, dejando de lado nuestros métodos antropocéntricos y afrontando una búsqueda de nuevas soluciones no sólo personales y sociales, sino planetarias. Visión que debe prosperar en las ideas de la sustentabilidad, generando un diseño adaptando el futuro hacia las dinámicas planetarias que se profundizan con la ciencia holística, la ecología profunda y la nueva biología, mencionadas a lo largo de esta investigación. La vida es un continuo proceso de cambio, de transformación, de asimilación, de adaptación y de reorganización desde que tuvo su origen hasta el presente, y no cabe duda que en el futuro. Debemos guiar al diseño a mimetizar tales acciones en donde todas las formas de vida se adaptan y trabajan para el bien común.

Los recientes descubrimientos sobre el genoma humano y la manipulación subatómica, entre otros, han comenzado a manifestar cambios entre la biología, la física y hoy claramente en el Diseño, el cual, al igual que esas ciencias, está interesado en “cómo funciona el mundo”. Esto da a los diseñadores nuevos caminos de pensamiento acerca de su actividad, pero más que nada, nuevos pensamientos

de cómo se debe proyectar ante ese funcionamiento del mundo viviente.

¿Tenemos la habilidad de dar dirección a ese futuro simbiótico? Joel de Rosnay en su libro “El hombre simbiótico” introduce una visión futurista sobre una era que apenas está comenzando. Argumenta que los humanos somos las “neuronas de la tierra” y que actualmente estamos dando el paso a una era híbrida en donde la biología y la cibernética están construyendo un cibionte⁹⁷. Rosnay argumenta que el hombre del futuro será “el hombre simbiótico [...] aquél que vive en armonía con un ser más grande que él.”⁹⁸ Este macro-organismo según Rosnay, está en una etapa primitiva apenas construyéndose: “La Tierra alberga el embrión de un cuerpo y el esbozo de un espíritu. Este cuerpo se mantiene con vida gracias a las grandes funciones ecológicas y económicas que construyen la ecosfera. La conciencia colectiva emerge de la comunicación simultánea de los cerebros de los hombres (...). Mas allá de la ‘gestión’ de la Naturaleza, está el reconocimiento de una Naturaleza simbiótica de las relaciones entre las sociedades humanas y los ecosistemas, en la que se utilizan el uno al otro en beneficio mutuo”.⁹⁹

Este paso a una evolución simbiótica o co-evolutiva, según Rosnay, es muy evidente: “El ojo, la aleta, el ala, aparecidos en especies diferentes, son el resultado de una co-evolución. Los ajustes mutuos de los vegetales y de los insectos en sus sistemas

95 McHARG Ian and STEINER. To heal the Earth: selected writings of Ian McHarg. Island Press, Covelo, pp. 57-71

96 Dorian Sagan y Margulis en KELLERT, Stephen and WILSON, Edward O. The biophilia hipóthesis, Island Press, Covelo, 1993 p. 353

97 Representación hipotética de la evolución de la materia, de la vida y de la sociedad humana en el Planeta. Formado de la palabras cibernética y biología. Súper organismo híbrido biológico, mecánico, electrónico que involucra los hombres, las maquinas, las redes, las sociedades.

98 DE ROSNAY, Joel. El hombre simbiótico: Miradas sobre el tercer milenio. Editorial Cátedra. Barcelona. 1996, p. 17

99 Ibid p, 20

reproductivos o sus mecanismos de defensa son ejemplos de co-evoluciones cruzadas e imbricadas”.¹⁰⁰ Del mismo modo debemos hoy vernos entre una co-evolución con nuestro planeta y junto con animales, vegetales, máquinas y objetos ir eliminando la barrera entre lo natural y lo artificial. “Las herramientas, las máquinas, objetos manufacturados que pueblan el entorno de los hombres como un tejido biológico exteriorizado o como prótesis que extiende la acción de sus sentidos o de sus cerebros, son parte integrante de una evolución socioeconómica, e incluso cultural. Las máquinas para procesar la información se hacen cada vez más inteligentes, pero los seres vivos también van a estar sometidos a modificaciones biológicas profundas gracias a las biotecnologías. Numerosas funciones biológicas se podrán duplicar en máquinas. A cambio, las máquinas adquirirán características casi biológicas.

Se trata de una convergencia evolutiva”.¹⁰¹

Y si bien esta cita desafía la realidad y la concepción de un mundo dominado por el hombre, esta visión o construcción del futuro mediante “artificios naturales” puede determinarse de manera noble al trasponer las reglas que rigen desde una bacteria hasta una ballena. Estas reglas naturales interpretadas por el diseño o las artes, son incluidas en la biomimética como lo veremos en el siguiente capítulo. Como bien lo dice John Todd, “Siempre hablamos del diseño de un objeto, de un edificio o de una ciudad. Es mucho más fácil proyectar de forma aislada sobreponiéndose sobre lo que ya existe. Si siguiésemos las instrucciones del actuar de la Naturaleza, veríamos que el diseño lo hace exactamente de la manera opuesta. La cooperación en la Naturaleza se da en todos los reinos de vida, se auto-regulan y actúan armoniosamente creando

un resultado final que puede ser un arrecife de coral o un bosque”.¹⁰²

Eugene Hargrove escribe sobre la verdadera autenticidad que debemos buscar: “La Naturaleza no es una simple colección de objetos; es un proceso que progresivamente transforma tales objetos...cuando la admiramos, admiramos una historia”.¹⁰³

Entonces nuestras creaciones artificiales que tratan de restaurar o configurar una nueva Naturaleza no son para nada producto de tal procesos histórico natural.

Ya conocemos nuestra historia y gran parte de la historia de las especies, es hora de unirnos en búsqueda de ese futuro sustentable manifestando la proyección de objetos y ambientes regenerativos, proveedores de servicios, comestibles, biodegradables, evolutivos, diversos y relacionados con la vida de las demás especies, en conclusión, biomiméticos.

La tecnología es el proyecto central en el desarrollo de nuestro

¹⁰⁰ Ibidem p, 59

¹⁰¹ Loc. Cit.

¹⁰² TODD, John. En el documental La Última Hora. 2007. EUA. (vi. Marzo 2008)

¹⁰³ HARGROOVE, Eugene. The foundations of environmental ethics. Prentice-Hall, Nueva Jersey, p.195

mundo antropocéntrico, configura los materiales del mundo hacia aquellas preocupaciones humanas respecto a sus necesidades y deseos; en un sentido más amplio, son aquellos artefactos socioculturales usados por los humanos para la organización e identificación del mundo, por eso para algunos, buscar un equilibrio puede sonar como una metáfora o falacia. Sin embargo, sabemos que nuestros artefactos culturales son el flujo de una constante evolución entre materia y energía de todas aquellas especies naturales vivas o extintas; e incluso nuestros objetos artificiales evolucionan.

“Si combináramos verdaderamente la forma de construir con energías renovables, el tratamiento de la basura, la producción orgánica de comida, reutilización de agua y el tratar de vivir como lo hacen las demás especies’ podríamos vivir con tan sólo un 10% de los recursos que la población del mundo consume”.¹⁰⁴ Esta afirmación de Todd, si se ejerciera en la actualidad, ayudaría a reducir el impacto humano provocado por la innovación tecnológica, al reducir la dependencia del petróleo; todo ello a través de la utilización de materiales y energías renovables, así como proyectos biomiméticos.

La intervención del Diseño, inspirado en los sistemas naturales en cualquier escala, ya sea artefactos individuales o sistemas complejos de producción, requiere de una síntesis crítica entre significado cultural, valores humanos, intención,

realización y consecuencias al alcanzar niveles de sustentabilidad, así como maximizar los niveles por un mundo interconectado (simbiótico), propósitos implícitos en un diseño biomimético. Como lo mencionan Braungart y McDonough, “Hoy más que diseñar para ciclos biológicos o tecnológicos. Estamos remodelando el papel de asignación del diseño: “no diseñar un automóvil” sino “diseñar un “nutrivehículo” [...] el motor de un vehículo tratado como una planta química modelada de acuerdo a los sistemas naturales o inclusive diseñar los edificios como si fueran arboles”.¹⁰⁵

Hoy, el diseño debe estar centrado en el humano al igual que en la Naturaleza. El control de nuestra actividad proyectual siguiendo el ciclo y ritmos naturales, reconocer los servicios gratuitos y la innovación que de ella podremos obtener, nos hará mantener una conexión más fuerte hacia el mundo natural. Con todo esto, se buscará mantener un equilibrio junto con los demás organismos, logrando una simbiosis al proyectar productos orgánicos, biodegradables, efímeros, serviciales, protectores y acordes a su dinamismo.

Se necesita de una revolución igual de poderosa que la revolución agrícola en el neolítico y la revolución industrial del siglo XIX, una “nueva revolución industrial”.¹⁰⁶ Mi argumento en esta tesis es dar a conocer y fortalecer una herramienta para el diseño en la formación de una verdadera sociedad

sustentable y una re-conexión simbiótica con nuestro planeta: La Biomimética, una herramienta que servirá para esa nueva revolución industrial y esa nueva biología.

Si todas estas fuerzas que hostigan al planeta son efectos del ser humano, entonces nosotros mismos somos la base de la solución. Sabemos que nuestra tecnología y nuestra innovación pueden ser más nobles; los diseñadores tenemos la capacidad de re-imaginar las cosas que proyectamos. Al inicio de este milenio se acerca una gran oportunidad para cambiar la forma de proyectar, hacia una nueva visión del mundo. Nuestro proyecto actual debe incluir un objetivo práctico en donde se incluyan todas las formas de vida del reino biológico, las cuales son capaces de sustentar la vida a largo plazo.

“La victoria en contra de las distancias para acortar tiempos ha traído altos costos. Conquistar espacio y tiempo requiere de la movilización de la Naturaleza. La Naturaleza no trabaja con el principio de rápido es mejor, nuestra sociedad desafortunadamente sí”.¹⁰⁷ Esto hace notar que los ritmos naturales se encuentran acelerados, provocando pérdida de especies, polución y el surgimiento de nuevas enfermedades, ya que no estamos conscientes del tiempo suficiente que debe darse para la adaptación de las demás especies, afectándonos a nosotros mismos. Aunque la naturaleza es increíblemente manejable y adaptable, hoy nos demuestra que hay límites para su manipulación.

¹⁰⁴ Op. cit. TODD, John.

¹⁰⁵ McDONOUGH, William. BRAUNGART, Michael. *Cradle to Cradle*. North Point Press. Nueva York, 2002 p. 178

¹⁰⁶ HAWKEN, Paul. LOVINS, Amori. *Natural Capitalism: Creating the next Industrial Revolution*. Black Bay Books. Nueva York, 1999, p.1

¹⁰⁷ McDONOUGH, William. BRAUNGART, Michael op. cit., p.6

En un mundo de total simulación ¿Qué podemos esperar? ¿Sustituir al mundo Natural? Lo que sí es verdad, es que entre más aprendamos a controlar animales, átomos, bacterias o el clima, corremos el riesgo de perder nuestro carácter Natural y entraremos en la creación de una total artificialidad, hacia una cultura humana autodestructiva.

Debemos crear una sensibilidad y una espiritualidad hacia la armonía entre lo natural y lo artificial, no tratar de generar poderío, tal como lo hacen algunas biotecnologías al crear monstruosidades (img.19), sino al contrario, mantener lo que realmente somos, seres esencialmente naturales. Ser inmateriales (más espirituales) y simbióticos, es lo que deberían proyectar las verdaderas biotecnologías, estableciéndose de lleno dentro del Diseño, entendiendo el propósito de la tecnología de la que se instrumenta, profundizando así en nuestros procesos biológicos.

Daniel Wahl claramente antepone una postura, “Si las especies biológicas sólo sobreviven en el proceso de co-adaptación que conecta a los ambientes orgánicos e inorgánicos, el diseño entonces debe co-evolucionar respondiendo a este tipo de ambiente. Debemos buscar diseños que generen esa sinergia, salutogénicos y simbióticos. Estos deberán participar apropiadamente y a largo plazo en el proceso natural siendo flexibles, mutables y metamórficos en una continua respuesta a esa co-adaptación que siempre está en cambio y transformación”,¹⁰⁸ o como lo mencionan Braungart y McDonough “La forma sigue a la evolución”¹⁰⁹ El Diseño se prepara a encontrar un noble y amplio campo al estudiar los patrones encontrados en la Naturaleza: El por qué de sus formas, la constitución de sus materiales, el aprovechamiento de energía, la inteligencia en sus procesos de organización, proveerán de innovación y creatividad, ya que en los millones de años de evolución de todos los organismos podemos encontrar oportunidades para un diseño Biomimético, el cual será adaptado a nuestra tecnología.



Imagen 19. Rana Fosforecente(modificada genéticamente). Por New Scientist Mag.

¹⁰⁸ WAHL, Daniel C. Design for Human and Planetary Health: A holistic/integral approach to complexity and sustainability. Tesis para obtener el grado de doctor, University of Dundee, 2007, p 40

¹⁰⁹ McDONOUGH, William. BRAUNGART, op.cit., p. 185

DISEÑO Y NATURALEZA: Hacia una nueva estética sustentable.

Montañas nevadas, venados cola blanca, flores multicolores, ríos en movimiento, rápidos colibríes, arboles que cambian con las estaciones, arrecifes de coral y todos aquellos seres maravillosos que integran todos y cada uno de los ecosistemas terrestres o marítimos son una danza de una belleza incomparable, y lo mejor de todo es que nosotros la percibimos y estamos inmersos en ella. Nuestra adaptación busca más que nunca valorar y nutrirse del mundo natural, y continuar su proceso evolutivo. Debemos hoy estar atentos a las metáforas orgánicas con la intención de crear una tecnología e innovación en relación a la Naturaleza no en dominarla. “Si estamos para prevenir las mega técnicas que controlan y deforman cada aspecto de la cultura humana, deberíamos estar de acuerdo en buscar radicalmente un nuevo modelo que esté adaptado no a partir de las máquinas, sino a partir de los organismos vivos y los complejos orgánicos (ecosistemas). Lo que puede conocerse acerca de la vida es sólo a través del proceso viviente, el cual es parte de hasta del más humilde de los organismos y puede ser adquirido en todos los demás aspectos

“El amor a la Naturaleza y la sinceridad, son las dos fuertes pasiones de los genios. Todos adoran a la Naturaleza...Tened en ella una fe absoluta. Estad seguros de que nunca es fea y limitad vuestra ambición a serle fieles...”¹¹⁰

Augusto Rodin

que observables, abstraíbles y medibles”¹¹¹. Si todos los seres vivos estamos en el punto más alto de la evolución biológica, estamos determinados a ella, y aunque nuestra complejidad aumente, buscaremos sobrevivir ante ella y en conjunto con todos los reinos animales de los cuales podemos encontrar mejor adaptación, inspiración y conocimiento. Esto remite a una más profunda visión que Eric Katzen su libro *Nature as Subject* enuncia: “Si la humanidad está planeando ‘arreglar’ el ambiente natural, para usarlo e implementarlo hacia nuestras necesidades, deseos e intereses, la conclusión de este proceso es un ‘nuevo’ mundo tecnológicamente creado con nuestro propio diseño. La Naturaleza ‘salvaje’ dejará de existir y tal vez sí experimentaremos un placer momentáneo al sentir tal control”.¹¹² Lo que pretende en el fondo esta reflexión es que al mismo tiempo

¹¹⁰ RODIN, Augusto. Testamento, Goncourt, 1977

¹¹¹ Lewis Mumford en WAHL, Daniel C. op.cit

¹¹² KATZ, Eric. *Nature as Subject*. Rowman and Littlefield Publishers. Oxford, 1997, p. 93

que lo “salvaje” se pierde, de igual forma la verdadera inspiración, afecto y valor por la vida se perderá, llevándonos al colapso. Y aunque Herbert Simon reclamó el ¿por qué no? de una ciencia de lo artificial, que simplemente sería una “síntesis” de las propias ciencias naturales. Su argumento era que “Las ciencias naturales son un cuerpo de conocimientos acerca de ‘objetos y fenómenos’ que ocurren en el universo observando su comportamiento e interacción entre ellos. El cometido principal es hacer maravilloso nuestro mundo ordinario: mostrar que la complejidad, correctamente vista, es sólo una máscara para la simplicidad. En pocas palabras ‘maravilloso pero no incomprensible’.”¹¹³

Este cambio de pragmatismo lo podemos llevar a cabo mediante una nueva forma de diseñar con ayuda de la biomimética, la cual busca crear ambientes, objetos y significados que reflejen nuestra pertenencia a una cultura natural. Respecto a esta afirmación me apoyo en el ecólogo Daniel Botkin quien dice que “Debemos aprender a reemplazar nuestra idea de una belleza y perfección estática de la Naturaleza biológica por

una nueva apreciación de las dinámicas y los procesos encontrados en los sistemas ecológicos”.¹¹⁴ Esto quiere decir que debemos centrarnos en la estética de las dinámicas e interacciones de las formas o diseños de la Naturaleza y no enfocarnos de manera aislada en su forma física.

Indagar en los porqués del surgimiento de sus formas, sus materiales y su relación con el contexto natural, proyecta que debemos verle como un todo, y esta cuestión dentro del diseño ecológico, sustentable o natural es fundamental, siendo la biomimética la herramienta indispensable para generar una innovación simbiótica.

Paul Weiss afirma que “La forma viviente está favorecida esencialmente con un palpable indicador o pistas del dinamismo que fundamenta su proceso formativo”.¹¹⁵ Reconocer que en la apariencia física, -partiendo desde las más sencillas bacterias hasta el más sofisticado crustáceo-, existe el crecimiento, la reproducción, la evolución y la aspiración a un equilibrio continuo de la vida, y que se sostiene bajo la misma energía solar, la rotación y gravedad planetaria, ésta atmosfera viva y los ciclos que intervienen entre materia orgánica e inorgánica, nos

llevará a la humanidad a prosperar como miembros y ayudantes, donde nuestro proceso creativo e innovador, -implícito en el diseño de objetos, mensajes y ambientes-, reconoce esa mutua danza perpetua.

Lewis Mumford, quien criticó el diseño humano, sobre todo en su arquitectura y la planeación regional, decía que “El rol de la estética es promover la apropiada participación en comunidad y los procesos naturales -una estética ideal entre simbiosis cultura-naturaleza necesaria para la co-evolución de comunidades y su ambiente”.¹¹⁶ Claramente indica que debemos retomar una perspectiva multidisciplinaria sobre la forma de estética encontrada en la artesanía, las ecotécnicas y el participar en comunidad. Al percibir esa belleza en la naturaleza y adecuarla a una simbiosis llevará a vivir en un mundo confortable y en comunidad, lo cual necesita la humanidad para permanecer en esta nave llamada Tierra. Buckminster Fuller tenía una idea siempre constante sobre lo anterior, expresando que: “La Naturaleza está tratando de hacernos un triunfo, nos está preparando para una importante función”, él aún

113 SIMON, Herbert. Las ciencias de lo artificial. TAE . 1973(1ª Ed) p. 1

114 BOTKIN, Daniel. Forces of change: a new view of nature. Smithsonian National Museum of Natural History y la National Geographic Society. Nueva York. 2000, p. 15

115 Paul Weiss en WAHL, Daniel C. Design for Human and planetay .. op,cit. p.41

116 Lewis Mumford en WAHL, Daniel C. Design for Human and Planetary ...op.cit p 258

sigue inspirando a diseñadores con todas sus teorías sinérgicas y el estudio de la geometría en la Naturaleza.

Generar esa estética es ser compatible con la autenticidad e integridad de la Naturaleza, estar interesados en ella es una ética que nos permite percibirla en sus dinámicas para mantener a nuestra Tierra hermosa, respirable y habitable por todas sus criaturas. La biomimética puede lograr ese objetivo a través productos, sistemas o ambientes biocentros en esa estética, llevando a generar una armonía individual, regional y planetaria.

De igual forma, el encontrarle sentido a la sustentabilidad es parte de asentar una estética al participar en ello. El historiador cultural Hildegart Kurt argumenta que hoy estamos tratando de encontrar una nueva 'estética en la sustentabilidad', la cual "articula una nueva sensibilidad encontrando que hay conocimiento efectivo y creativo mas allá de la razón tecno-instrumental, buscando en el arte y la sustentabilidad una relación que ya no puede ser ignorada",¹¹⁷ esto denota que la generación de una innovación sustentable puede ser generadora de tal estética participativa.

De igual manera Ian McHarg expresaba que "Debemos identificar las ronchas, lesiones, heridas y supuraciones en la epidermis global. Debemos aprender a enverdecer la Tierra, restaurarla Tierra, curarla. Tal vez para eso estamos aquí".¹¹⁸ Este pensamiento evidencia que esa estética puede encontrarse en la búsqueda de un ambiente sano, o en nuestro ámbito, logrando la salutogénesis a través del diseño.

La arrogancia, deformación, monotonía, control y discordancia en la que nuestra civilización occidental se enfoca, provoca esa falta de estética que puede ser encontrada en la búsqueda de espiritualidad, autenticidad, cuidado, compasión y calma que sentimos al estar en contacto con la Naturaleza. Esto último es precisamente el estilo de vida que debemos encontrar al participar y proyectar inspirándonos en ella. En la Naturaleza podemos encontrar un depositario de inteligencia, la cual el diseño puede traducir, si seguimos investigando y teniendo ese sentido de percepción hacia Ella, nos sorprenderemos con la innovación benéfica que podemos lograr al proyectar. Lógicamente, leer del "libro de la Naturaleza" para generar una estética de

relaciones e interacciones, puede concebir este Diseño Natural, del que hemos hablado. El filósofo David Fiedeler explica que: "La belleza reposa en las necesidades. La línea de la belleza es el resultado de una economía perfecta. La celda de una abeja está construida a un ángulo que expresa la máxima resistencia con el mínimo de cera, el hueso o las plumas de un ave expresan la resistencia alar con el mínimo de peso (...) no existe partícula de repuesto en las estructuras naturales. Hay una razón convincente por la cual una planta expresa su color y forma...".¹¹⁹ Este autor claramente habla de la estética y los principios planteados por la Biomimética, que –como se ha mencionado– se verán con más detalle en el siguiente capítulo.

La Naturaleza es flexible y resiliente, es redundancia y dispersión, existe en diversos niveles desde las moléculas hasta los grandes ecosistemas. Si en la naturaleza existe una fusión, en donde se contienen multitudes de organismos en medio de nosotros y dentro de nosotros debemos continuar con ese mismo patrón, ese mismo diseño. Todos estamos moldeados por la misma fuerza vital y la misma luz del sol. Esta estética, atracción emocional y

117 Hildegart Kurt, en WAHL, Daniel C. Design for Human and Planetary ...op.cit pág.260

118 MCHARG, Ian. A quest for life- una autobiografía. John Wiley and sons, Nueva York, 1999, p.374

119 FIDELER, David. The order and beauty in Nature, en Alexandria Series of Cosmology, philosophy, myth and culture vol 4. Phanes press. Michigan, 1997.

cualidades reverenciales, son la noción de una biofilia, la cual considera estos elementos y muchos otros para el bienestar físico, mental y espiritual. Debemos comenzar a crear una sociedad "biofílica" en donde el amor, la espiritualidad, la creatividad, la pertenencia a una comunidad, la simpleza en la vida y el cuidado de la salud de nuestra Tierra permitan verdaderamente crear las condiciones de vida entre todas las especies manteniendo los niveles de recursos que se requieren.

E.O. Wilson defensor de la biodiversidad y precursor de ética ambiental, define a la biofilia como "la necesidad innata de los humanos de interactuar con una cierta cantidad de otras especies en favor del propio bienestar y de la salud mental."¹²⁰ En su publicación describe tipos de comportamientos básicos (jardinería, mantener mascotas, excursionismo, ver documentales, etc.) hacia una genética y amor heredado hacia Tierra, el cual en ocasiones temporalmente podemos ignorar pero nunca suprimir.

La apreciación, conservación y el auto-interés que integran la biofilia está presente en comunidades indígenas, reservas naturales o eco-comunidades las cuales mantienen implícita una espiritualidad, una moral, una intuición e imaginación, y por ende, una mayor creatividad e innovación, entendida en los ritmos y lenguaje encontrado en la Naturaleza. Generar un diseño que atraiga esa biofilia -implícita

en un diseño biomimético- puede direccionar la ética hacia el desarrollo utilitario e instrumental de objetos, construcciones y mensajes, afectando considerablemente los estatutos del diseño.

Inclusive se habla de un Diseño Biofílico, definido como "la afinidad inherente que el diseño genera hacia el mundo natural".¹²¹ Stephen Kellert menciona que éste está implícito en dos dimensiones: en un diseño vernáculo (o basado en el lugar) y un diseño orgánico (o naturalista). Los cuales claramente imitan las características de los procesos y formas de la naturaleza. La tabla 6 (tab. 6) enlista los beneficios de un diseño biofílico.

**Tabla 6. Beneficios del diseño biofílico.
Por Stephen Kellert**

- El experimentar la naturaleza afecta beneficiosamente a la salud humana, hasta sana enfermedades.
- Vivir en espacios abiertos y áreas naturales protegidas incrementa el funcionamiento y bienestar de los humanos, en comparación cuando no se tiene acceso.
- El estar en contacto con lo natural fomenta las relaciones y lazos sociales
- En el trabajo, estar bajo iluminación y ventilación natural se manifiesta en un trabajo satisfactorio, mejor desempeño y reducción de estrés
- El estar en contacto con la naturaleza enriquece el desempeño intelectual y la resolución de problemas
- Comunidades y vecindarios que se caracterizan por una calidad ambiental integran una mejor calidad de vida y valores.

**Tabla 7. Características del diseño orgánico.
Por David Pearson**

- Inspirado por la naturaleza
- Desarrollado, como un organismo, desde dentro de una semilla
- Existente en el "presente continuo"
- Da seguimiento (natural) a los flujos, es flexible y adaptable
- Satisface las necesidades sociales, físicas y espirituales
- Se genera en el contexto adecuado
- Celebra el espíritu del juego y el asombro

¹²⁰ WILSON, Edward. Biophilia. Harvard Press. Boston. 2003, pág. 5

¹²¹ KELLERT, Stephen R. Building for life : designing and understanding the human-nature connection. Island Press, Washington, DC. 2005, pp. 90-123

En su libro Building for life: designing and understanding the human-nature connection, Kellert cita al arquitecto David Pearson quien enuncia algunas de las características del Diseño orgánico (Tab. 7). Estos atributos de la forma orgánica, están implícitos en el diseño biomimético.

Desde una perspectiva biocéntrica, la Naturaleza es de gran valor porque engendra nuestro afecto, apreciación, amor y devoción reverencial independientemente de su utilidad material. Buscando la estética, salud e integridad del mundo natural al confrontarlo con el diseño. Desde mediados del siglo pasado científicos y personajes visionarios han reconocido que nuestra especie puede colapsar si continúa ignorando su papel dentro de la red de la vida junto con las demás especies. Hoy, el cambio climático, el sistema económico basado en combustibles fósiles y el consumo global manipulado por empresas o gobierno han comenzado a enfermar nuestra percepción sobre nosotros mismos complicando más aun nuestra función en este mundo. Más que tratar de salvar al planeta, es tratar de salvarnos a nosotros como especie e ir manteniendo las condiciones de vida para el planeta entero y las futuras generaciones. Aunque existirá siempre la idea en que el hombre es capaz de controlar cambios y generar innovación, no está exento de las "leyes naturales", las que siempre está tratando de decodificar. Debemos actuar de

acuerdo a los patrones y complejidad que rigen estas leyes, las cuales han mantenido la red de vida en constante interacción y evolución. Si continuamos perdiendo especies y áreas naturales, la más esencial fuente de conocimiento e inspiración del hombre se perderá para siempre. La naturaleza debe ser realmente valorada, de alguna forma debemos reconectarnos a ese pensamiento. Y aunque la búsqueda de innovación es innata o instintiva en la mente humana, ésta puede ser guiada hacia una sana y estética responsabilidad al crear objetos o construcciones, ya que el diseño tiene la capacidad de imponer límites. Hoy no todo está perdido, los diseñadores ya empiezan a darse cuenta de su participación en la configuración del mundo, en lugar de seguir generando obsolescencia o centrarse demasiado en nuestros sistemas tecnológicos humanos, empiezan a adentrarse en el mundo de las ciencias de la vida, comenzando con ello a rediseñar mejores sistemas para beneficio del planeta; y es precisamente por su trabajo interdisciplinar que el armamento tecnológico, el consumo y la economía global están comenzando a ser movilizados hacia una sensibilización del mundo natural. Nuestra meta debe ser la de generar un ambiente realmente resiliente en donde la cooperación, armonía, experiencia, restauración y el verdadero amor por nuestro planeta generen una nueva filosofía en las disciplinas del diseño.

Alexander Wilson menciona que: "Debemos construir paisajes que alivien, conecten y permitan realizar inteligiblemente nuestra relación entre individuo y sociedad así como con el mundo natural: lugares que den la bienvenida y acerquen todo aquello sin significado. Personas realmente viviendo su tierra, cuidando de ella, trabajando con la idea de la Naturaleza en donde se incluya el vivir humano. Todo esto como un llamado a una nueva Cultura de la Naturaleza, la cual aún no se ha construido lo suficiente".¹²²

Nuestra mente humana, creación de la Naturaleza, nos ha llevado a conocernos a nosotros mismos, tratar de dar orden a nuestras acciones y hoy, a crear un balance con las demás formas de vida. Esta acción nos ha llevado a explorar nuestras células y hasta nuestra ubicación en el universo, el dar orden a nuestras acciones al crear sistemas económicos, sociales y tecnológicos así como también explorar nuestro papel en la red de la vida y los impactos que hemos causado; más que modificar esquemas, debemos buscar la armonía y cooperación con las demás formas de vida. Esto lo podemos notar en la "inteligente" adaptación y los servicios facilitados a través de ciclos, patrones y materiales interrelacionados que dan soporte y función a nuestro planeta. Expandir nuestras posibilidades culturales e individuales, a través del diseño en la producción de un mundo habitable, es el valor intrínseco que

¹²² WILSON, Alexander. *The Cult of Nature*, Between the lines publishers, Toronto, 1991, p.3

el hombre como especie tiene. Tecnología e industrialización, consumo de materia y la emergencia de la era digital configuran nuestra visión del mundo; sin embargo, la necesidad de mantener un mundo habitable requiere encontrar un nuevo lenguaje con lo Natural para co-habitar y co-operar.

Gregory Bateson, pionero de la cibernética, en su libro *Espíritu y Naturaleza*, nos ilustra con su idea del espíritu (o la mente) como algo que no solamente pertenece al hombre, sino que es una característica común en todas las manifestaciones de la vida y en muchas manifestaciones de la materia, si permea en la Naturaleza y el hombre, este se encuentra reflejado en la sus formas y estructuras de pensamiento. Él denota la intuición de 'el patrón que conecta' haciendo una pregunta: "¿Qué estructura conecta al cangrejo con la langosta; la orquídea con la primula y todas estas cuatro a mí, y a mí a tí, y todos nosotros seis a la amiba en nuestra mano y al esquizofrénico en la otra? En conclusión, es como una danza de partes que interactúan y que tal vez sólo se restringen por limitación de lo físico."¹²³ Esta cuestión refleja que la estética es el patrón que conecta todo. No podemos seguir perdiendo nuestro sentido de unidad con la Tierra, eso nos cegaría y perderíamos todo el sentido de afirmación de la belleza.

Relacionando el tema espiritual y totalmente involucrados en un "diseño planetario", debemos reconocer nuestro anima mundi para percibir la biofilia que expanda nuestro sentido de pertenencia a la Tierra, más que a un mundo totalmente humano. Stephan Harding, respecto a ello expresa que "Necesitamos re-descubrir nuestro sentido de pertenencia a nuestro planeta 'animado'. Sólo así podremos percibir nuestro sentido de 'expansión' abrazando toda aquella vastedad que nos envuelve como humanos".¹²⁴ Esta

expresión, nos invita a percibir un meta-diseño, todo con el afán de desarrollar y diseñar con amor, verdadera creatividad, comunidad, un vivir simple y sanando siempre a la Tierra, manteniendo así los niveles que se requieren y verdaderamente "un diseñar en conjunto con la Naturaleza".

Nunca sabremos lo suficiente para comprender la dinámica complejidad de nuestro planeta y justificar el pesimismo que se ve en el futuro. Y aunque ese miedo es una buena motivación, el amor hacia nuestro anima mundi es lo mejor de todo. Los objetos son parte de este mundo animado, el interactuar con la Naturaleza y mimetizar sus atributos en objetos de valor simbiótico, generará una estética natural, borrando la imagen de arrogancia y poder. Con este ejercicio se pretende encontrar una motivación duradera que integre una genuina innovación sustentable. Daniel Botkin expresa "Podemos ingeniar Naturaleza en su propia proporción y en su propia forma"¹²⁵. En mi opinión tal dinámica debe ser la tarea del diseño industrial futuro, con la intención de mantener una precepción biológica, la cual sólidamente puede ser expresada a través de la Biomimética.

Uno de los grandes pioneros del diseño como fue William Morris escribía en 1881 que "cada individuo debe estar comprometido a la supervisión y resguardo para mantener nuestro paisaje terrenal, cada uno con su espíritu y sus manos, es en proporción responsable de dejar a nuestros hijos los tesoros que nuestros padres nos dejaron(...) tenemos suficiente tiempo para cualquier cosa: poblar desiertos, borrar fronteras entre naciones(...) habrá hasta tiempo para ahorcar las fuerzas de la Naturaleza guiándolas a nuestro poder material; pero si en verdad deseamos voltear nuestra atención y nuestros deseos a recrear la belleza de la Tierra, no hay minuto

¹²³ BATESON, Gregory. *Espíritu y naturaleza: una unidad necesaria*. Amorrortu, Buenos Aires 1997(edi 1977) p. 13

¹²⁴ Stephan Harding. Lost connection to animate Earth en <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/5120868.stm> (vi: 28 mayo de 2009)

¹²⁵ GRUEN, Lori. *Reflecting on Nature* (Readings in Environmental Philosophy). Oxford University Press, Nueva York. 1994, p. 32. Extracto de (Discordant Harmonies: A New Ecology for the Twenty-First Century de Daniel Botkin)

que perder(...)”.¹²⁶ En aquel tiempo para Morris la “belleza de la historia” estaba en crisis, hoy mantener la belleza de nuestro medio ambiente es un problema de salvación, y lo es desde que el ser humano se tomó el tiempo para “ahorcar” las fuerzas de la naturaleza y explorar nuestro mundo con toda nuestra artillería tecno-científica. Debemos urgentemente aplicar herramientas que generen estética, que si bien para Morris era en contra de la industrialización, hoy es en contra de la artificialización y el consumismo, nada destinto desde aquella época. ¿Cuál es la manera de generar una nueva estética?

La sensibilidad se da en que cada ser vivo se reconoce en sí mismo y en las diferencias encontradas en los demás seres. La belleza debe ser reconocida en todos esos patrones que conectan y mantienen la vida en constante armonía. Y como lo menciona Daniel Wahl: “Debemos poner atención sobre lo que nos puede enseñar la Naturaleza acerca de cómo adaptarnos a los procesos de salud y soporte de la vida en la biosfera”.¹²⁷ Esta armoniosa relación fue experimentada entre los seres humanos y el ambiente natural que lo rodeaba. Sin embargo, aún podemos encontrar entre algunos pueblos indígenas filosofías y nuevas ciencias que se alimentan de esta relación; pero que desde la Revolución Industrial se volvió difícil mantenerla debido a que el volver a lo clásico representaba la pérdida de modernidad. Aún con todo esto existen muchas referencias que nos remiten al

organicismo, opuesto del tan llamado estado artificial o racional de los objetos.

En nuestra historia, encontramos culturas y civilizaciones con referencias que los unen a la Naturaleza a través de sus configuraciones materiales y espirituales, guiadas a la creación de objetos que reflejaban la sensibilidad, información, belleza, y no sólo como una utilidad encontrada en Ella. Gregory Bateson, indica que toda esa relación evoca sólo nostalgia: “Hemos perdido el núcleo del Cristianismo. Hemos perdido a Shiva, la bailarina del Hinduismo y la que con su baile tribal era creación y destrucción pero en el todo encontraba su belleza. Hemos perdido Abraxas, el terrible y hermoso dios del día y la noche en el Gnosticismo. Hemos perdido el totemismo, el sentido del paralelismo entre la organización del hombre junto con animales y plantas. Hasta hemos perdido el Dios que da la vida por nosotros”.¹²⁸ La mayoría de las personas en este mundo hemos perdido el sentido de unidad espiritual con la biosfera y la humanidad, lo cual podría unirnos y vivificarnos con la afirmación de la belleza.

El contraste hombre-Naturaleza, o mejor dicho, objeto (creado por el hombre)- Naturaleza, ha tenido su punto de crisis en la primera parte del s.XX cuando el objeto artesanal fue desapareciendo. Aunque las tendencias postmodernistas actuales nos guían hacia una era digital high-tech, descentralizada y en búsqueda de independencia, quedan vigentes los

¹²⁶ William Morris, en TIEZZI, Ezio. Nature as Model, Revista DOMUS Enero 2001, p. 19-40

¹²⁷ WAHL, Daniel C. Design for Human and... op.cit, pág. 37

¹²⁸ *Ibíd.*

ideales que buscan la unidad y conexión, a favor de una forma que vincule las condiciones de vida en el Planeta. La historia del diseño moderno confirma esta relación: Arts and Crafts, Art Nouveau, expresionismo, Neues Bauen, antroposofía, el movimiento orgánico Americano y la revolución psicológica Escandinava son ejemplos de movimientos históricos originados por la Naturaleza lo cual en el presente se está volviendo a gestar, junto con la sustentabilidad, y en este trabajo con la Biomimética.

Los diseñadores al involucrarnos en el estudio de los procesos naturales, no sólo ganaremos inspiración o innovación al proyectar. Al mismo tiempo nos reconoceremos como “seres orgánicos”, parte de una “Naturaleza Viva” en donde los objetos/ construcciones, como extensiones del hombre, forman parte de ese dinamismo biológico hoy podemos plasmar al diseñar.

Sabemos que para nuestra realización humana necesitamos tal modificación: una reconstrucción del mundo natural en nuestra propia imagen, para insertar nuestras metas y propósitos humanos. ¿Cuál es la verdadera imagen de lo que somos? Somos las naranjas que bebemos en el jugo de las mañanas, somos la niebla que empaña nuestras ventanas, somos el alimento que los árboles necesitan para fortalecer sus raíces, somos ciclos guiados por la luz del sol y las fuerzas del universo. Esta sinfonía infinita debe tener un ritmo, ritmo que extraemos del suelo,

que reconfiguramos en ese mismo suelo y en lo que sentimos en cada uno de nosotros. La Naturaleza está diseñada y sus criaturas son las que mantienen viva su idea de todo lo que en ella acontece. Se debe mantener la imagen “sinfónica” de esta mezcla en nuestros objetos, ambientes o mensajes, también diseñados, como parte de la Naturaleza para así mantener su espíritu vivo.

Peter Marshall, ecologista del Whole Earth Catalogue menciona que: “Hay dos cosas que pueden, probablemente, salvar al mundo. Una sería la práctica de bondad de cada uno en nuestro corazón; y la otra el reconocimiento de su pasión por su entorno y el amar realmente el sitio donde vive”. Para mí, el deterioro del ambiente de nuestro planeta es un espejo para el exterior de una condición interior, el interior se refleja en el exterior. Ese valor es el poder curativo que trae el acto de percibirnos, y eso hace gran parte del trabajo.”¹²⁹

El estar atraídos por la belleza y la búsqueda de bienestar, es claramente parte de esa biofilia, y si la sabemos reconocer en nuestro gremio llevará a guiar proyectos a un resonar con la Naturaleza y la armonía planetaria, casi como forma espiritual y teleológica en el diseño. Como menciona Terry Irwin: “Puede haber dos aspectos sobre la totalidad que debemos entender. Uno puede ser discernido y entendido a través de técnicas sensoriales y observación cuantitativa, el otro puede ser envuelto hasta en un elemento

espiritual (o al menos intuitivo) en donde la totalidad es experimentada como el estado de “idoneidad”, “plenitud” y “unidad” lo cual involucra algo de las cualidades implícitas en la salud y la belleza”.¹³⁰ Ese elemento espiritual o intuitivo, claramente genera discusión en relación a los objetos que son diseñados, sin embargo esta tesis no pretende ser el contexto para discutirlo, pero si busca entender esa totalidad que facilita encontrará la belleza y salud planetaria que se busca en nuestros días.

Irwin expresa otra importante cuestión: “Si alguien me preguntara ¿por qué los diseñadores deberíamos estudiar la forma natural? o ¿Por qué el significado de la forma es relevante? Les contestaría: si comprendemos ese significado es por que nos expresa el cómo vivir. Nos muestra de manera graciosa, eficiente, hermosa y cooperativa de cómo podemos venir al mundo, y de la

¹²⁹ Peter Marshall. En La Última Hora (The 11th Hour), Documental. Warner Independent Movies. 2007

¹³⁰ IRWIN, Terry. Intro to Holistic Science, essay for MSc program at Schumacher College, otoño, 2004, p.12

misma forma partir. Si sabemos identificar el significado de las formas por nosotros mismos aprenderemos como movernos de la disonancia a la resonancia. La forma Natural es 'el como ser en el mundo' y está ahí para que la aprendamos."¹³¹

Estamos conectados a este mundo a través de los objetos, los animales, el aire que respiramos y de muchas otras formas que aún no somos incapaces de comprender, contar o percibir. Nos maravilláramos tanto al encontrar lo saludable que nos hará el encontrar la belleza de esas relaciones, pero sobre todo plasmarlas en nuestros objetos. Este es el objetivo de este trabajo "imitar o emular ese actuar de la belleza encontrada en los seres y procesos vivientes" dejando de lado un mundo frío, mecanizado, cartesiano y determinista, promoviendo ser participes en la co-creación, co-evolución y co-diseño de este mundo viviente, reflejando así a la Humanidad-en-la naturaleza, la cultura de lo natural, y claramente un Diseño Natural.

Como síntesis de estos primeros dos capítulos propongo 9 principios para un Diseño Simbiótico:

- **Reconocer la morfogénesis.** Reconocer el dinamismo de la forma natural, como mecanismo de innovación.
- **Reflejar los ritmos y ciclos naturales** (ciclos rítmicos de la tierra). Reconocer las variaciones de temporadas (estaciones), los rangos de temperatura y la fertilidad de la tierra.
- **Diseñar pensando en el cambio o evolución natural.** Diseñar respecto a los cambios. Cualquier forma es fluida, debe considerarse el tiempo y el contexto en el que el diseño permanecerá. Empleo de modelos de evolutivos
- **Desarrollar relaciones simbióticas.** Buscar las relaciones e interacciones naturales y artificiales
- **Diseñar tomando en cuenta la red de la vida.**
- **Indagar en el significado biológico** de las forma naturales al igual que de las formas artificiales.
- **Observar o percibir meta-sistemas,** no sólo las partes. Diseñar para relacionar. Enfocarse en las interconexiones, no en los objetos particulares o individuales.
- **Observar directamente a la Naturaleza** (especie, proceso o sistema). Incluir trabajo de campo o por lo menos muestras (animales o vegetales).
- **Optar por los vínculos** o trabajo en equipo con biólogos y otras disciplinas (co-diseño).

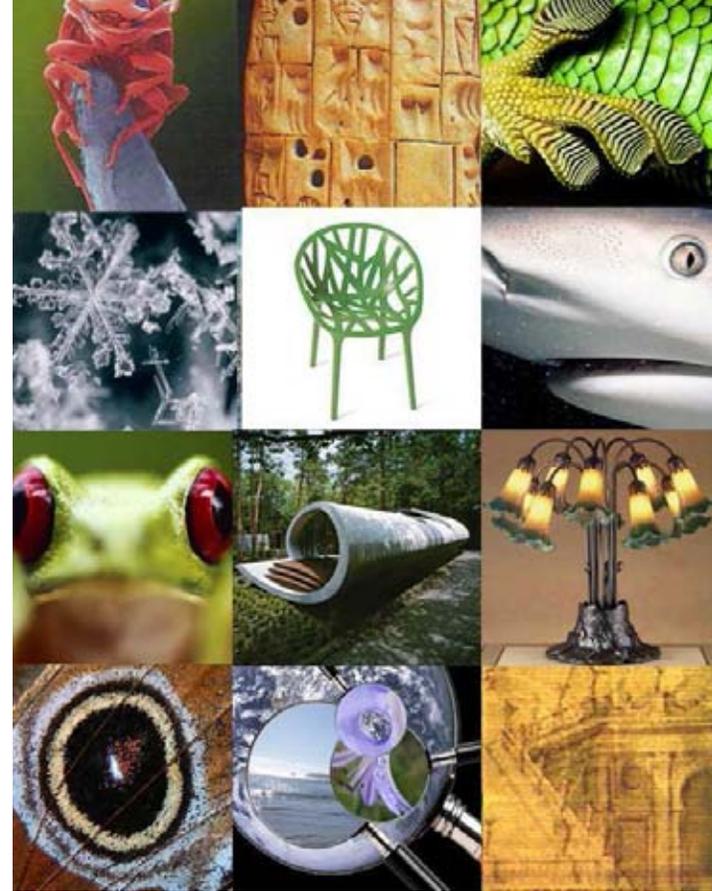
131 IRWIN, Terry Op.Cit. pp. 135

Capítulo III

Biomimética + Diseño

La lógica incuestionable que encontramos en la Naturaleza contra todo aquel dominio y superioridad causante del desequilibrio humano, nos remite a comprender su origen a través de la búsqueda de nuestra autenticidad. Los esfuerzos comienzan a vislumbrarse, ciencias, tecnología y humanismo buscan esa reincorporación. Hoy observamos sus principios, sus formas, sus propuestas de vida, que a través de un diseño biomimético, como nueva disciplina, intentamos revalorar.

Leonardo da Vinci en el estudio de los murciélagos con su máquina voladora; William Morris enamorado de la ornamentación; Buckminster Fuller y su auto dimaxion inspirado en la gota de agua; el pico del pájaro carpintero para incorporar el diseño de trenes de gran velocidad; el estudio de los tiburones o mantarayas en la inspiración de turbinas y aviones, y la arquitectura orgánica, entre otros miles ejemplos son expresiones de analogías históricas y contemporáneas de una conciencia de la sabiduría encontrada en la Naturaleza, la cual nos lleva años luz de experiencia en sistemas, estructuras y eficiencia energética, por mencionar algunas cualidades.



A inicios del siglo XXI el estudio de los extraordinarios diseños de la Naturaleza, ahora asimilados a nivel molecular (nano) y a nivel planetario (macro) están encaminando a todas las ciencias a involucrarse en las conexiones ocultas existentes dentro de la red de la vida. Y aunque algunos dicen que en la Naturaleza no cabe hablar de diseño, la emulación de sus propiedades emergentes y

selección natural plasmada en colores, comportamientos y formas, han sido materializadas, en la creación de imágenes sustentables, estéticas y saludables encaminadas a la búsqueda de la co-evolución y auto-organización humana.

¿Qué haría la Naturaleza? Es una pregunta clave no sólo para la aplicación de esta nueva disciplina, sino la respuesta a un complemento

más profundo que ofrece a la ciencia, industria, gobierno e individuos un nuevo acceso a la inteligencia en el principio de sus diseños. “La abstracción del buen diseño de la Naturaleza”¹³² está guiando a una profunda conciencia, que no sólo va encaminada a la eficiencia formal-funcional sino a una simbiosis planetaria entre productos, ambientes o mensajes que junto con los preceptos del Diseño Natural, establecen la inclusión de la complejidad, la holística y estética salutogénica hacia un futuro Bio-cultural.

Valorar a la Naturaleza en todas y cada una de sus especies, crea un gran incentivo en la aplicación de la biomimética, precisamente el de conservar la biodiversidad. Sabemos que en toda ella existe ese recurso importantísimo que es la información. Precisamente Fabricio Vanden Broeck menciona que “Parte de la información contenida en la Naturaleza es información relativa a los temas de función, forma y material, temas centrales en la cuestión proyectual, y que nos enseñaría cómo solucionar mejor nuestros problemas constructivos y técnicos”.¹³³ Los diseñadores tenemos la capacidad de observar y

extrapolar creativamente tales soluciones, que al aplicarlas permitiría generar resultados en pro del desarrollo sustentable.

Cuestionar nuestros hábitos y costumbres para proponer mejores remedios de adaptación al mundo (entre artificialidad y naturaleza), harán de la biomimética una herramienta indispensable en la acción de las disciplinas del diseño. La biomimética de hoy no sólo busca formalizar el uso de analogías biológicas, sino también busca reflejar todo el potencial de innovación y creatividad que se requiere para el futuro simbiótico.

Precisamente la Naturaleza hace exactamente lo que el diseño implica: Resolver problemas complejos a través de procesos iterativos. Si volteamos a la historia de los millones de años, la naturaleza nos ha provisto de inspiración y modelos, en donde nuestras prácticas contemporáneas no son la excepción. En este sentido, la naturaleza ha sido, es y será nuestro gran maestro. Si como diseñadores estamos limitados por la industria, es entonces la naturaleza la que nos puede llevar a trascender hacia nuevas fronteras.

Las funciones de una hoja, el entramado de la telaraña, el vuelo de las aves y millones de patrones que pueden ser observados en el reino animal, vegetal y mineral comienzan a estudiarse y emularse de una forma más holística por el diseño. La Biomimética está re-configurando no sólo la estética, sino dirigir un entendimiento profundo e multidisciplinario debido a los principios y metodologías que en ella se integran.

¹³² Julian Vincent en Biomimetics <http://www.bath.ac.uk/mech-eng/biomimetics/> (vi agosto de 2007)

¹³³ VANDEN BROECK, Fabricio. El diseño de la Naturaleza o la Naturaleza del diseño. UAM Azcapotzalco. México, 2000 p.1

APRENDIENDO DE LA NATURALEZA: Orígenes de la Biomimética.

A lo largo de la historia, la inventiva humana ha encontrado en la Naturaleza inspiración para la producción de nuevos materiales, creación de algoritmos, la construcción de ambientes y por supuesto la forma eficiente de objetos, herramientas y mecanismos. Si bien toda esa observación y análisis de la funcionalidad fisiológica, estética morfológica y eficiencia en adaptación al medio encontrada en animales, plantas, bacterias y ecosistemas han generado la innovación técnica o tecnológica, sería absurdo revelar una fecha de inicio de la Biomimética, ya que es parte intrínseca de los humanos la emulación de la Naturaleza con el fin de subsistir o adaptarse al medio natural.

Existen ejemplos históricos sobre innovación técnica, los cuales algunos expertos sobre el consideran como los orígenes de la Biomimética. Por ejemplo, Julian Vincent, doctor experto en biomimética de la Universidad de Bath en Inglaterra, comenta que uno de estos fue la creación de la seda artificial hace 3000 años, por parte de la cultura china¹³⁵(img 1), obviamente imitando el proceso de fabricación de los capullos que las larvas de la *Bombix Mory* (Mariposa de Seda) generan.



Img 19. Chinos produciendo seda. Por getty images

“La creatividad es un prerequisite universal que el humano comparte con todas las criaturas, la cual se representa en todas sus formas adecuadas”¹³⁴ Ian McHarg

También se puede hacer referencia como primer documento escrito a Demócrito en el 400 a. C. en donde elegantemente decía: “Copiando a los animales aprendemos las cosas más importantes, somos aprendices de la araña imitándole en los oficios de tejer, aprendemos de la golondrina a construir viviendas, del ruiseñor a cantar...”¹³⁶

De la base de datos Biónica y Diseño de la Universidad de los Andes en Colombia, Leonardo Morales cita que: “Un primer registro tangible de un elemento “biónico” data del 300 a. C. y consiste en una prótesis de pierna

¹³⁴ McHARG, Ian. Design in Nature. Wiley and Sons Press. New York. 1992. pág. 165

¹³⁵ VINCENT, Julian. Stealing ideas from Nature en Deployable Structures. S. Pellegrino Springer, Viena, 1995 pág. 51-58.

¹³⁶ Sitio Web Biónica y Diseño. Universidad de los Andes, Facultad de Arquitectura y diseño http://bionica.uniandes.edu.co/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=22&Itemid=106 (vi. Agosto 2008)

en madera y cobre que fue hallada en Capua, Italia. Se habla de otra serie de dispositivos entre estos una maquina que podía volar que data del Siglo V d. C. pero de la cual no se tienen vestigios físicos”.¹³⁷ Fue hasta el siglo XV que comienzan a surgir aplicaciones biomiméticas reales, tal es el caso de Leonardo da Vinci quien basó muchos de sus estudios en entender el vuelo de las aves, y morfologías animales y humanas para así crear inventos que permitieran el vuelo de humanos (img 2). El barroco y el rococó como estilos estéticos representativos del siglo XVII y XVIII integraban toda aquella alegoría que respondía a la “irregular” Naturaleza, representada con curvas y colmados de plantas, animales y rocas que pueden ser vistos principalmente en altares religiosos, fuentes, herrajes y alfombrados exuberantes a lo largo de Europa y por supuesto en los nuevos pueblos de América. En el siglo XIX la biomimética comienza a ser aplicada en áreas médicas: prótesis, anteojos y audífonos entre otros, fueron elementos determinados por características que se relacionaban estrechamente con la Naturaleza. Un ejemplo muy cercano es el radar y el sonar, inspirados por las emisiones de alta frecuencia que generan animales como los murciélagos (ecolocalización) para comunicarse y como elemento de guía durante su desplazamiento. Durante el siglo XIX la ciencias revelaban sobre la Naturaleza un cumulo de verdades. En aquella

época la teoría de la evolución de las especies alteró el concepto de creación, el trabajo de Darwin representaba la culminación del espíritu ilustrado que emprendió la exploración científica y objetiva de la Naturaleza.

Al surgir la industrialización, se alienó completamente la noción de la Naturaleza. Sentimiento que reflejaba uno de los pioneros del diseño, John Ruskin, quien criticaba ampliamente la nueva vida urbana en relación a la vida del campo y siempre buscando unir la noción de la Naturaleza con el Diseño. “A lo largo de ese siglo, el ejercicio de las ciencias naturales se hallaba muy extendido entre las clases intelectuales y sus publicaciones, arquitectos, artistas y diseñadores llegaban a especializarse en botánica o zoología. Tal sería el caso de John Ruskin, Hermann Obrist, Eugene Grasset, Émile Gallé o Christopher Dresser”¹³⁸. Para ellos, y muchos otros la Naturaleza representaba una fuente inagotable de inspiración.

William Morris usaba la Naturaleza como base para la producción de sus tapices, mobiliario o telas. Como precursor del movimiento ecologista, él escribió: “si el hombre destruye su ambiente se destruye a sí mismo”.¹³⁹ Ya dentro del movimiento de Artes y Oficios (Arts and Crafts) buscaba ver a la naturaleza como parte de un ejercicio noble al estar presente en la producción artesanal.



Img 20. Modelos de alas para humanos inspiradas en murciélago. Por Leonardo Da Vinci



Imagen 21. Crystal Palace en Hyde Park. Por GI

137 Loc.cit 1

138 CAMPI, Isabel. La Idea y la Materia. GG Diseño. Barcelona, 2007 p. 25

139 POWERS, Alan. Nature in Design. Conran Octopus Publishers. Londres, 1999 p. 60

El famoso Crystal Palace (img. 21) que albergó la gran exposición de 1851 en el Hyde Park de Londres fue inspirada en las hojas del lirio acuático amazónico. Joseph Paxton, un magnífico constructor de invernaderos, estudio la estructura acostillada del tallo llevándolo a diseñar aquel majestuoso edificio.

Paul Greenhalgh en su libro *Art Nouveau: 1890-1914*, describe cuatro estrategias sobre el tratado de la forma natural: El panteísmo, la convencionalización simbólica, la metamorfosis y el evolucionismo. Dentro del 'panteísmo' se creaban reproducciones altamente realistas y detalladas de la Naturaleza, y los objetos o edificios podían aparecer literalmente recubiertos de animales, plantas o cuerpos humanos. Una visión obsesiva de la "Naturaleza Incontrolable" que todo lo invade, recreaba excesos a veces inapropiados. Teteras en forma de repollo o lámparas eléctricas en forma de tulipán; La 'convencionalización' integraba la reelaboración del repertorio natural basado en la simplificación, la geometrización y la armonía de la composición. No se trataba de cuestionar a la Naturaleza sino de domesticarla, acercándola más a la abstracción sin entorpecer las funciones prácticas de los objetos. Esta estrategia fue la más utilizada durante el Art Nouveau, lo cual implicaba el aprendizaje de manuales de ornamentación que promovían su causa.¹⁴⁰ Esto podía devenir en un carácter simbólico o poético al representar animales o plantas que al azar o irregularmente integraban algunas piezas, dándole el toque natural o inacabado. La 'metamorfosis' y el 'evolucionismo' claramente integraban las teorías evolucionistas de Lamarck y Darwin, los cuales teorizaban que las especies se encontraban en constante evolución, y por ende, el mundo natural no era en absoluto estable.

La fusión entre lo humano y lo natural, aunque no era nuevo, fue interpretado por los creadores del Art Nouveau como una fusión entre lo constructivo y lo natural, que otorgaba al creador individual el poder de fusionar a su antojo, una especie de "metamorfosis metafísica".¹⁴¹ Este recurso claramente fue empleado por René Lalique, en joyas o piezas que parecían fantásticas o imposibles de ver en el mundo natural (img. 22). Gaudí utilizó también el mismo recurso en algunas

de sus creaciones, integrando elementos marinos, rocas, huesos o caracoles, tanto con una finalidad simbólica como estructural, un ejemplo es la Casa Milá en Barcelona (img. 23).

Dentro del Art Nouveau, el evolucionismo no era una moda pasajera sino un hito fundamental en la evolución de la cultura, siendo sumamente atractiva, ya que eliminaba la intervención de la historia y servía para legitimar supuestas leyes de cambio basadas exclusivamente en el progreso material: Las civilizaciones, la economía, la tecnología y la cultura podían reinterpretarse ahora mediante la teoría darwinista. Aquí nos situamos en la cúspide del reflejarse en la Naturaleza, ya que se situó a la humanidad en la evolución de la moderna civilización industrial integrada al progreso tecno-científico. El siglo XX encuentra en el Art Nouveau la introducción de un concepto clave, el 'Biodiseño'; e utilizan formas vegetales en producciones industriales, todo en busca de conceptos de ligereza y elegancia. Las vidrieras, escaleras, entradas de metro, integraban ultraligeros esqueletos de hierro (img 24). Era por lo tanto, participar en la construcción una nueva cultura.

Esta estrategia "estructural" debería añadirse a las cuatro estrategias descritas por Greenhalgh, ya que hubo arquitectos y diseñadores como Christopher Dresser, Henri Labrousse, Viollet-le-Duc, Gottfried Semper o Gaudí, que fueron más allá de las



Img 22. Prendedores de René Lalique.
Por Artists Rights Society (ARS),
New York /ADAGP, Paris



Imagen 23. Casa Milá de Antonio Gaudí.
Por Brett Gordon



Imagen 24. Interior del Horta Museum.
Por Rafaelji

140 GREENHALGH, Paul. *Art Nouveau: 1890-1914*, V&A ediciones. Londres 2000
pp. 58-59

141 Op.cit



Imagen 24. Entrada de la Gran Exposición de 1900 en París. Por McMillan Inc.



Imagen 25. Torre Eiffel. Por DSR

interpretaciones formales de la Naturaleza y vieron en ella modelos de construcción que se podían imitar. Gaudí manifestó en alguna ocasión, que no encontraba en los libros las soluciones a lo que buscaba y que la naturaleza era el único libro que el arquitecto debía leer.¹⁴²

Muchos artistas y arquitectos de aquella época se maravillaban con los dibujos de Ernst Haeckel. Precisamente el diseñador francés René Binet concibió la entrada a la Exposición Mundial de 1900 en París, inspirado en los dibujos de radiolarios de Haeckel, microscópicos organismos marinos (img. 25). D'Arcy Thompson, ilustra también, que la torre de Gustav Eiffel fue inspirada en la estructura curva del hueso humano (trabécula), a través de un estudio facilitado por el anatomista Hermann Meyer y el ingeniero C. Culman en Zúrich. (img. 26)

A la entrada del Art Decó, Louis Sullivan revolucionó la ornamentación en su diseño de edificios. Posteriormente su discípulo, Frank Lloyd Wright mostraría una arquitectura orgánica que brindaría el clímax del Art Nouveau mostrando a la Naturaleza como un balance y dando la bienvenida al Modernismo, en el cual se trató de integrar esa visión de lo natural a la industrialización. Frank Lloyd Wright, quien en innumerables ocasiones encontró inspiración en la forma natural, describía al cactus saguaro como “un perfecto ejemplo de construcción reforzada (...) un real edificio con una construcción

de efectiva economía, funcionalidad y estética.”¹⁴³

El gremio del diseño trató de integrarse a inicios del siglo XX a esta modernidad. Claramente la Bauhaus con Walter Gropius, Mies van der Rohe o Le Corbusier expresaban su visión individual de la Naturaleza; precisamente en la escuela de Weimar, Johannes Itten trataba de separarse de la visión mecanicista del diseño. Le Corbusier se inspiraba considerablemente en las lecturas de Ruskin sobre la ornamentación, al igual que en Laszlo Moholy-Nagy con su gusto por la exploración del desarrollo orgánico.

Muchos otros buscaban inventiva, economía e ingeniería de tales estructuras naturales. Los hermanos Wright famosos por sus invenciones aeronáutica, hicieron múltiples estudios sobre el vuelo de las aves y principalmente en el aterrizaje de los buitres.

El Styling de los años cincuenta, en donde se incorporó la forma “aerodinamizada” -de matriz orgánica y biomórfica, nacida al calor de los estudios de aerodinámica del automóvil- tenía un aura de sofisticación que encandilaba a los consumidores de la época.

A mediados del siglo XX, fue acuñado el término ‘Biónica’, palabra generada uniendo la biología y la electrónica (para muchos estudiosos de esta disciplina es sinónimo de la Biomimética). Ya como disciplina, la biónica comenzó a influir principalmente en la ingeniería; Jack E. Steele la definió como: “el

¹⁴² Op.cit

¹⁴³ TREIBER, Daniel. Frank Lloyd Wright. Birkhauser Publishers. Basilea, 2008

estudio de los sistemas, estructuras de animales vivos y plantas, y la aplicación de esos principios a dispositivos, maquinas, así como órganos artificiales para el beneficio de los humanos”¹⁴⁴. Aún hoy la NASA continúa con diversos proyectos ligados a la biónica, sobre todo en aplicación en el área de la aeronáutica y astronáutica, derivándose también hacia el área médica y biotecnológica. En esa misma época, junto con la cibernética, la biónica se enfocó principalmente a las aplicaciones militares, mostrando innumerables ejemplos: el camuflaje, inspirado por el mimetismo de animales en zonas de alta vulnerabilidad frente a sus depredadores; las cortinas de humo inspiradas por animales como el calamar que liberan sustancias para no ser localizados por sus depredadores; el estudio del sonar de los cetáceos y murciélagos para la ecolocalización. Esos y muchos otros son los aportes de una disciplina que iniciaba una búsqueda inspirada en la sabiduría natural.

Posterior a esta etapa, comenzaron a surgir aplicaciones en el diseño utilitario. El diseño escandinavo de los años sesenta representa una importante imagen de ello. Alvar Aalto y Tapio Wirkkala, quienes rodeados de un ambiente natural y prístino, veían a la naturaleza como símbolo de libertad y proveedora de materiales hermosos y maleables (img. 26). Sus piezas reflejan la estética natural hoy muy presente en el gremio del diseño de países nórdicos.



Imagen 26. Diseños de Tapio Wirkkala. Por Design Museum

¹⁴⁴ VINCENT, Julian. Stealing ideas from Nature en Deployable Structures. S. Pellegrino Springer, Viena, 1995 pág. 51-58.

¿POR QUÉ HOY LA BIOMIMÉTICA?

A través de 3,800 millones de años, animales, vegetales y bacterias ya han resuelto sus problemas concibiendo soluciones con el máximo desempeño y el uso mínimo de recursos. Son diseñadores e ingenieros muy completos; ellos han encontrado lo que funciona, lo que es apropiado y, más importante, lo que dura aquí en la Tierra. Esta es la novedad de la biomimética: millones de años de investigación y desarrollo; los fallos son los fósiles y lo que nos rodea es el secreto para el futuro de la humanidad. Estas invenciones encontradas en la naturaleza siempre han inspirado a la iniciativa humana llevando a la creación de materiales, estructuras, procesos, algoritmos, mecanismos o sistemas.

Aunque la biomimética se basa en el estudio de las formas, procesos o sistemas de la Naturaleza, actualmente su estudio debe fortalecerse con la búsqueda de la sustentabilidad, ya que muchos de los involucrados mantienen una visión reduccionista enfocados sólo en la tecnología sin importar la profundidad de funciones. Éstas son vistas como separadas, estáticas, desligadas y que no se relacionan con la dinámica y los ciclos naturales.

Hoy debemos estar alentados a integrarnos en el proceso natural y aplicar las lecciones de diseño que nos da la Naturaleza en la creación de infraestructura, productos y procesos humanos sustentables. John Todd en su visión del diseño en el siglo XXI argumenta que, "La ecología de la Tierra está incrustada a

**"Son tres mil millones de años de experiencia frente a la tecnología del hombre que se encuentra aún en desarrollo. Si el diseño siguiera hasta la más humilde de las pautas de la Naturaleza, nos brindaría formas adecuadas a nuestra propia esencia (...)
Si la intención consiste en rescatar lo perdido, entonces utilicemos el manual de patentes que no ha pasado ni pasará de moda: El Libro de la Naturaleza"¹⁴⁵
Javier Senosiain**

¹⁴⁵ SENOSIAIN, Javier. BioArchitecture. Architectural Press. Amsterdam 2003 pág. 12

un conjunto de instrucciones que urgentemente necesitamos decodificar y emplear en el diseño de sistemas humanos”.¹⁴⁶ Hoy, después de bastante tiempo, esa ecología de la que Todd habla, junto con la biología y las ciencia holística nos están abriendo paso a un “diseñar con la naturaleza”.

Las terminologías de un “aprender de la naturaleza” han venido variando en términos de un diseño biológico o ecológico; Biomimética, biomímica, biodiseño, diseño biocibernético o bioinspiración son algunos de los diferentes nombres, que si bien en los sesentas se abrió paso con la creación de la Biónica con miras a una tecnología bio-inspirada en el cuerpo humano, hoy contribuye en la implementación de innovación en el campo de la construcción e ingeniería, su definición continua enfocada en una exclusividad técnica atrapada en la predicción y control, sin tomar en cuenta aspectos ecológicos y mucho menos de sustentabilidad.

La biónica comenzó a implementarse en el diseño con la intención de “formalizar el uso de analogías biológicas para resolver problemas proyectuales”,¹⁴⁷ tal como lo menciona Fabricio Vanden Broeck en su libro *El diseño en la naturaleza o la naturaleza del diseño*. Sin embargo, hoy resulta un cúmulo de nociones respecto a una estética y la manera eficiente de resolver problemas de sustentabilidad. Precisamente en el diagrama 7¹⁴⁸ se ilustran los procesos de esa mimesis en el diseño.

Por su parte, la definición de Biomimética (o Biomímica) enlista principios ecológicos, sustentables, y más aún “biológicos” dentro del diseño. John Todd, como uno de sus iniciadores, ya incluía en los años setenta estos principios mismos que aún se mantienen vigentes, ya que reflejan una visión holística y participativa

(transdisciplinaria). Actualmente organismos como Bioneers, el Centre for the Study of Natural Design o el Biomimicry Institute, por mencionar algunos, continúan documentando e implementando teoría y práctica de esta disciplina.

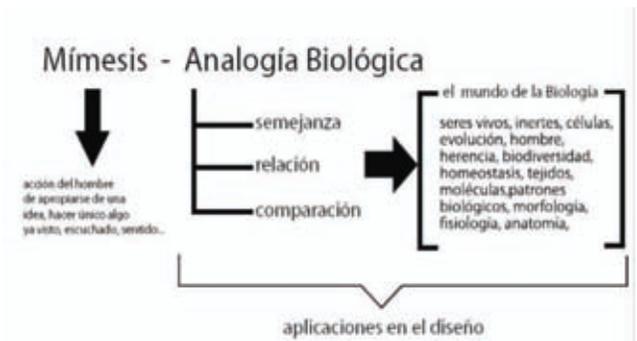
La palabra Biomimética, viene del griego BIOS que significa vida y MIMETIKOS que significa imitación. Esta disciplina busca soluciones sustentables para resolver problemas humanos consultando o emulando los patrones y estrategias que han demostrado ser válidas a través el tiempo. De acuerdo a la bióloga Janine Benyus, autora del libro *Biomimicry: innovation inspired by nature*, la idea central es que la Naturaleza imaginativa por necesidad, “ya ha resuelto muchos de los problemas que los diseñadores hoy enfrentan y que con todo el conocimiento biológico contamos ya con la capacidad e instrumentos necesarios para empezar a imitarle”¹⁴⁹. Su libro concretó la manera en que tecnología y biología pueden complementar al diseño en una nueva etapa.

¹⁴⁶ John Todd en WHAL, Daniel. *Bionics vs. Biomimicry, from the control of nature to sustainable participation in nature*. Design and Nature III, WIT Press, Southampton. 2006 pág. 289

¹⁴⁷ VANDEN BROECK, Fabricio. *El diseño de la Naturaleza o la Naturaleza del diseño*. UAM Azcapotzalco. México, 2000.6 pág. 6

¹⁴⁸ RUIZ, Rosangela. *La Bioinspiración*. Tesis de maestría PDI -UNAM, 2008, pág. 48

¹⁴⁹ BENYUS, Janine. *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. Perennial. New York, 2002



Benyus enfatiza que “el único camino para seguir aprendiendo de la Naturaleza es salvaguardarla como la fuente de buenas ideas” enfatizando que “a este momento de la historia, estamos contemplando la posibilidad real de perder un cuarto de las especies en los próximos treinta años y la Biomimética, se vuelve más que un nuevo camino para observar la Naturaleza, se vuelve una carrera al rescate”.¹⁵⁰ Por otro lado, se debe saber que casi la mitad de los ecosistemas terrestres están degradados y en peligro de desaparecer, y por esta razón la biomimética es también una forma de valorarla y conservarla. La Naturaleza puede mostrarnos no sólo una estética incomparable, sino también puede ser nuestro modelo, mentor y medida. Así lo propone Janine Benyus (Tab. 8):

Tabla 8. Naturaleza modelo, mentor y medida. Trad. DSR

- La Naturaleza como modelo: Estudia los modelos de la Naturaleza y luego imita o toma inspiración de tales diseños y procesos para resolver los problemas humanos.
- La Naturaleza como mentor: Usa un estándar ecológico para juzgar la certeza de nuestras innovaciones. Después de 3800 millones de años de evolución, la naturaleza ha aprendido: lo que funciona, lo que es apropiado, lo que perdura.
- La Naturaleza como medida: Se basa no en lo que podemos extraer del mundo natural, sino en lo que podemos aprender de él.

Uno de los aliados más sobresalientes del diseño actual, como lo es John Tackara, expresa que “Tal vez podríamos aprender más rápidamente de los pingüinos y las arañas, si no estuviéramos rodeados de los apiñamientos de nuestras tecnologías”.¹⁵¹ Lógicamente esta frase de Tackara denota dos cuestiones: una que sería el observar el potencial de todas y cada una de las criaturas, y otra la inevitable interrelación con nuestra tecnología. Confrontamos un dilema de innovación: hemos construido un sistema industrial que es brillante en sus medios, pero que carece de fondo en sus fines. Por su parte el autor David Wann en su libro *Biologic- Designing with Nature to protect the environment*, considera que la esencia biológica puede usarse como un estrategia para aplicar las “dinámicas fundamentales de los sistemas naturales”.¹⁵² Sus pruebas y errores a lo largo de esos billones de años nos pueden mostrar la fuente de esa innovación y soluciones sustentables para adaptarnos apropiadamente a la biósfera. Del mismo modo, el arquitecto William McDonough tiene presente la idea de este diseño biomimético

en sus proyectos, como lo argumentaba en una entrevista: “¿Qué tal si pensáramos en un árbol como diseño? Él produce oxígeno, retiene el carbono, filtra agua, proporciona hábitat para centenas de especies, acumula energía solar, produce azúcares y alimentos completos, genera microclimas, enriquece el suelo, cambia con las estaciones y se auto-reproduce. ¿Cómo sería diseñar un edificio como un árbol? ¿Cómo sería diseñar una ciudad como un bosque? ¿Cómo sería un edificio, si fuese fotosintético, capaz de retener la energía solar e integrarla a un sistema de iluminación híbrida para sustituir la luz artificial usada de día? Todo esto estaría guiado hacia un uso productivo y benéfico.”¹⁵³

Actualmente el tema de la biomimética está destacando en múltiples conferencias, debido a que ofrece respuestas y metodologías en áreas de la ciencia, el diseño, la industria, organizaciones regionales e individuos que hoy ven esa inteligencia y principios de diseño en la Naturaleza. Jonathon Porrit en su libro *Capitalism: As if the world matters* pronuncia que “La Biomimética se está convirtiendo en una de las propuestas más visionarias que

¹⁵⁰ Ibid. Pág. 9

¹⁵¹ THAKARA, John. In the Bubble: Designing in a complex world. MIT Press Cambridge, 2006. Pag.188

¹⁵² WANN, David. *Biologic- Designing with Nature to protect the environment* Johnson Books. Boulder.1994 pag. 9

¹⁵³ Cradle to Cradle pp71

enfrentan los modelos humanos que hasta hoy hemos utilizados para nuestro progreso y desarrollo hacia un entendimiento con los sistemas y procesos naturales”¹⁵⁴

Un diseño basado en la biomimética introduce la participación de la biología, química, física, ecología y otras disciplinas. Esta búsqueda multidisciplinaria aplica la sabiduría de diversos puntos de vista hacia la creación de soluciones de diseño biomimético que se integran positivamente al proceso natural. Este diálogo basado en el aprendizaje y la resolución creativa de problemas a través del entendimiento con la Naturaleza requiere una nueva actitud informada por la ciencia holística.

Con todo esto, y después de un detallado análisis de diferentes autores y contextos, la definición sobre Biomimética que se propone es la siguiente: Disciplina que incorpora el estudio de las formas, sistemas y procesos encontrados en la Naturaleza que nos pueden ayudar a encontrar soluciones innovadoras y sustentables dentro del diseño de productos, materiales, ambientes, servicios y mensajes. De modo más sencillo, la biomimética es una herramienta que puede usarse para re-diseñar nuestras prácticas modificadoras del ambiente hacia una condición simbiótica.

¹⁵⁴ PORRIT, Jonathon. *Capitalism: As if the world matters*. Earthscan. London, 2007. p. 106

REPRESENTACIONES CONTEMPORÁNEAS DE LA BIOMIMÉTICA

Los diseños de la Naturaleza están en todos lados. Nuestra sociedad incorpora muchos de ellos en logotipos, joyería, ropa, comida, construcciones, etc. Todo ello es reflejo de nuestra necesidad biológico-cultural.

Esta riqueza heredada que nos da hoy la biomimética está involucrando a la comunidad de científicos y tecnólogos con los diseñadores, los cuales comienzan a romper los paradigmas sobre las formas tradicionales de generar innovación: nuevas celdas solares, robots, mobiliario, materiales, arquitectura, urbanización, vehículos, y muchos más ejemplos manifiestan de manera dramática el futuro simbiótico que se visualiza.

Paola Antonelli, curadora de la exposición *Design and the Elastic Mind* en el MoMA NY (2008) afirma que “además de dar balance a nuestras vidas ante los imperativos de las nuevas tecnologías, los diseñadores de hoy consideran el impacto ambiental de sus creaciones. El diseño orgánico, ha manifestado tener diferentes connotaciones en la historia, pero un significado contemporáneo constituye no sólo una exploración de las formas y estructuras naturales,

sino también la interpretación de la Naturaleza en sí (...) Aunque la tecnología nos ofrece más opciones, muchos argumentan que en realidad requerimos menos –o ya no más- objetos en nuestras vidas. Esta opinión ha llevado a los diseñadores alrededor del mundo a tratar de integrar en nuestras vidas la misma economía de energía y materiales encontrados en la naturaleza”.¹⁵⁵

Esta idea ha emergido fuertemente en los últimos años al darnos cuenta de que necesitamos usar menos materia y energía, así como ser más eficientes en la vida cotidiana. Sin embargo, la urgente necesidad de manejar recursos más consciente y económicamente ha provocado un sentido de responsabilidad en investigadores y creadores. El integrar atributos biológicos en los objetos se comienza a convertir en una fuerte tendencia en el diseño. Desde la nanotecnología que trata de copiar estructuras auto-replicantes de las células o virus hasta las grandes construcciones biomórficas.

La noción de Naturaleza en las diferentes disciplinas del diseño continúa incrementándose, ésta fue una buena razón para que el Museum für Gestaltung (El

Museo del Diseño) en Zúrich montara una interesante exhibición con gran cantidad de proyectos y una publicación adjunta: *Nature Design – From Inspiration to Innovation* (Diseño de la Naturaleza – De la Inspiración a la Innovación).¹⁵⁶

Existen trabajos grupales con diferentes líneas de investigación en el campo de la biomimética y sus diferentes sinónimos (biónica, biomimética o biodiseño), como es el caso del ‘Design Innovation Institut’, que ofreció cursos intensivos de diseño con enfoque en biónica en Italia y España, dirigidos por Carmelo di Bartolo, antiguo director de la maestría de Biónica del Instituto Europeo di Design en Italia, desafortunadamente el curso fue cerrado en el año 2000.

Una agrupación importante en la temática de la biónica es BIONIKON (Bionics Kompetenz Network) en Alemania, el cual forma parte de un proyecto federal apoyado por el ministerio de educación e investigación nacional, cuyo objetivo último es demostrar las posibilidades que esta disciplina tiene para la industria y los negocios, la ciencia y las personas en general. Fundado en el 2001, cuenta con 28 centros

¹⁵⁵ ANTONELLI, Paola. *Design and the elastic mind*. MoMA. 2008

¹⁵⁶ SACHS, Angeli. *Nature Design: from inspiration to innovation*. Lars Muller Publishers. Zurich, 2007

e institutos a lo largo del país, que organizan y consolidan la actividad académica y de investigación alrededor del tema.

El profesor Werner Natchigall, director del instituto zoológico de la Universidad de Saarland, ha escrito sobre la cuestión interdisciplinar de la biónica, y su aplicación ingenieril ha comenzado a encontrar colaboración. El define a la biónica como “el aprender de la Naturaleza como una inspiración de un diseño técnico e independiente”¹⁵⁷ para él esta disciplina científica involucra esa realización técnica desarrollada a partir de los sistemas biológicos. Estos estudiosos se enfocan en nociones ingenieriles como la optimización de procesos, propulsión, locomoción, nuevos materiales, etc.

En 1997, la Biónica acuña el término Biomímica (Biomimicry), debido a la publicación del libro de Janine Benyus, *Biomimicry: Innovation inspired by Nature*¹⁵⁸ describiendo que a una disciplina que trata de observar y estudiar a la Naturaleza y sus respuestas, confirmadas y comprobadas a través de miles de años de evolución, para ser transferidas y adaptadas a plantear soluciones inteligentes dentro del contexto humano.

Profesores de la Universidad de los Andes argumentan que: “el cambio de biónica a biomímica se debe a una actualización que le otorga un enfoque ecológico y vincula la Biónica con conceptos de sustentabilidad que son inherentes a sus principios teóricos. A primera vista este enfoque suena tan evidente que es imposible creer que nos hemos tomado todo este tiempo haciendo completamente lo contrario: en lugar de imitar las soluciones milenarias de la naturaleza, la hemos observado y estudiado con el objetivo superarle o de dominarle, con los desastrosos resultados que ya son bien conocidos para todos (contaminación, agotamiento de recursos, extinción, etc.)”¹⁵⁹

Julian Vincent, fundador del Centre for Biomimetics and Natural Technologies (Centro de Biomimética y Tecnologías Naturales) en Bath, Inglaterra define a inicios de los noventa a la Biomimética como: “La abstracción del buen diseño de la Naturaleza”. Él comenta también que: “La Naturaleza todavía nos da confidencialidad en sus correctos resultados al ser interpretados por las técnicas computacionales, en donde al modelar estructuras y modificarlas, en respuesta podemos producir tales formas biológicas en el proceso de evolución”.¹⁶⁰ Y aunque Vincent prevé un futuro ampliamente tecnológico, está muy interesado en el potencial de esta disciplina aplicada al diseño utilitario.

Otra red importante que está generando grandes innovaciones en el área de materiales y difusión de esta disciplina es BIONIS (Biomimetics Network of Industrial Sustainability) por sus siglas en inglés. Este organismo define a la biomimética como una: “Disciplina facilitadora, que busca en la Naturaleza ideas que puedan ser adaptadas y adoptadas para la solución de problemas”.¹⁶¹ Esta

157 Trad. Natchigall, Werner: *Natur macht erfinderisch*. Ravensburger. Munich. 1997, pag. 1

158 BENYUS, Janine. *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. Perennial. New York. 2002

159 Leonardo Morales, en *Historia de la biónica*. http://bionica.uniandes.edu.co/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=22&Itemid=106 (vi marzo 09)

160 Julian Vincent en *Biomimetics* <http://www.bath.ac.uk/mech-eng/biomimetics/> (vi agosto de 2007)

161 BIONIS. <http://www.extra.rdg.ac.uk/eng/BIONIS/> (vi agosto de 2007)

definición acierta en la búsqueda de una inspiración más que de una imitación. Existen también otros importantes movimientos que están influenciando a diseñadores como:

Biomorfismo: Semejanza con organismos vivos o formas para sólo generar resultados estéticos careciendo de un análisis integrador. El historiador de arte Alfred H. Barr usó esta palabra en 1936 para describir un arte no representativo que utilizaba la forma orgánica. Hoy es ampliamente aplicada al diseño industrial y arquitectura, por ejemplo: Philip Stark "Tooth stool", que se asemeja a una muela (img 27).

Bioinspiración: Usada para la búsqueda de la conexión humana con otras especies y formas de vida. Éste término fue propuesto por Erich Fromm en 1964. Ejemplo: El edificio de la Universidad de Guelph-Humber en Canadá, que integra una pared "biopared" cubierta de plantas (img 28).

Bioteología: Tecnología basada en la Biología. Uso de organismos para facilitar soluciones a necesidades humanas. Ha sido practicada desde que el hombre usó levadura para hornear pan, Karl Ereky -ingeniero húngaro- nombró a esta disciplina en 1919, hoy se le relaciona con la creación de medicinas, modificación genética o diseño de biomateriales, por mencionar algunas áreas de aplicación. Ejemplo: Plástico biodegradable producido por bacterias (img 29).

Inventores, ingenieros y diseñadores en numerosas ocasiones ha tomado inspiración de la Naturaleza, sin embargo no de manera consciente, lo cual no es nada sorprendente ya los recursos materiales y el ser parte diversidad biológica ha guiado a plasmarlo en la vida cotidiana. Mientras que este diseño biomimético ha sido impredecible y hasta accidental, es ahora que los grandes avances tecnológicos toman partida de esta nueva rama. Sin embargo, en este trabajo de investigación enfatizo, que ésta nueva forma de proyectar en el mundo debe valorarse como una total simbiosis planetaria además de reconocer su infinito potencial. Es por eso que los diseñadores deben sentirse, no sólo inspirados, sino libres al proyectar cualquier diseño.



Imagen 27. Banco "Tooth". Por Phillip Stark Inc.



Imagen 28. Biopared. Por UGH



Imagen 29. Bioplástico. Por Linda Stewards/stockphoto

155 ANTONELLI, Paola. Design and the elastic mind. MoMA. 2008

156 SACHS, Angeli. Nature Design: from inspiration to innovation. Lars Muller Publishers. Zurich, 2007

Existen innumerables ejemplos de biomimétismo aplicado o análogo. Javier Senosiain enlista algunos de ellos en su publicación Bioarquitectura¹⁶² (Tab 9):

Tabla 9. Biomimétismo. Por Javier Senosiain	
Naturaleza	Diseño
Pez Vela	Velero
Delfin	Torpedo acuático
Libélula	Helicóptero
Retina del ojo	Cámara fotográfica
Murciélago	Radar
Patas de cangrejo	Pinzas
Nautilo	Submarino
Sistema nervioso	Computadoras
Escamas	Tejas
Patas de aves acuáticas	Aletas
Aletas dorsales de pez	Quilla de barcos
Telarañas	Redes
Ostra	Bisagra
Raíz	Cimiento
Cascaron de huevo	Cúpula
Mimetismo en animales	Camuflaje
Pestaña	Visera
Ventosas de pulpo	Ventosas de hule
Caparazón de tortuga	Armadura
Oruga	Tanque
Pezón	Chupón
Antenas de insecto	Antena de tv
Hormiguero	Ciudad
Oso hormiguero	Aspiradora
Ardilla voladora	Planeador
Pluma de ave	Pluma fuente
Tronco	Columna

A continuación se ilustran y describen ejemplos actuales de diseño biomimético, en el cual, interpretaciones y nociones sobre formas, mecanismos, estrategias ya son aplicados en proyectos individuales y masivos en:

Diseño Industrial o de Producto

Diseño de Joyas y Cerámica

Diseño Grafico y Envase

Diseño de Interiores/ambiental

Diseño Textil

Arquitectura

Otros disciplinas: ingeniería y medicina

¹⁶² SENOSIAIN, Javier. BioArchitecture. Architectural Press. Amsterdam. 2003
 Pág. 17

DISEÑO INDUSTRIAL O DE PRODUCTO

Arne Jacobsen con sus icónicas sillas Ant, Model3107 de los años cincuenta y posteriormente la silla Egg y la silla Swan (img 30), son aún utilizadas en innumerables apartamentos oficinas, hoteles y salas de lectura. Todas ellas con íntegra forma biomórfica. El vaso "savoy" de Alvar Aalto, fue según su autor

inspirado en las costas finlandesas (img 31). De este mismo modo la silla "La Chaise" de Charles Eames representa un imagen clara de estética inspirada en lo natural: las conchas del mar; así como algunos elementos decorativos como el "eames bird" reproducido por Vitra (img 32).

El ambiente marino y el reino vegetal han inspirado a renombrados diseñadores como Ronan y Erwan Bourolloec. Hoy sus módulos "Algae" y la silla "Vegetal" (img 33) son recientes adquisiciones para el ámbito del diseño, en donde análogamente a ellos los hermanos Campana contribuyen con sus sillas "Anemone" y "Corallo", así como su sofá "Boa" envuelven con estas expresiones de estética y funcionalidad (img 34).



Imagen 30. Diseños de Arne Jacobsen. Por Vitra.



Imagen 32. Diseños de Charles Eames. Por Vitra



Imagen 33. Diseños de los Hnos. Bourolloec. Por Vitra



Imagen 34. Diseños de los Hnos. Campana. Por Vitra.

La arquitecta Zaha Hadid y su mobiliario “Z-scape” inspirada por glaciares y por la erosión. Al igual que Karim Rashid con el diseño de envase para el perfume “Ryoko” de Kenzo, inspirado en los guijarros, son muestra también de la bioinspiración obtenida en esta ocasión por la topografía de la tierra (img 35).



Imagen 35. Diseños de Zaha Hadid y Karim Rashid. Por Vitra y Kenzo

De igual forma Joris Laarman integra en sus piezas un diseño evolutivo con ayuda de los patrones de crecimiento de los árboles o huesos, tal como lo plasmó en la silla “bone” así como otras piezas orgánicas como el radiador “heatwave” (img 36). Hoy gran parte de estos proyectos están sujetos a la inclusión con las nuevas tecnologías de materiales y tecnologías digitales. Un ejemplo claro es el colectivo holandés FOC (Freedom of creation) que con la manufactura aditiva –o también llamada impresión 3d- logran piezas con una inigualable funcionalidad y estética (img 37).



Imagen 36. Diseños de Joris Laarman. Por JL

La intervención de las tecnologías renovables en unión con la biomimética también ha rendido frutos en prototipos inspirados en la forma orgánica y sustentable. Ejemplos de ello es el “wave garden” de Yosuke Obuchi que al estar integrado a la superficie del mar produce energía a través del movimiento marino; como lo es también el “solar tree” de Ross Lovegroove, que recolecta la luz solar del día para producir energía y por la noche iluminar a través de una eficaz estructura arbórea (img 38).



Imagen 37. Diseños de FOC. Por FOC



Imagen 38. Wave Garden y Solar Tree. Por NTR

Estos productos representan necesidades, innovaciones y eficiencia energética, todos ellos inspirados en animales o vegetales adaptados a una determinada actividad. El concepto de un capullo aplicado en la bolsa "cocoon" para emergencia en exteriores (img 39), el sentido de ubicación o sonar del murciélago aplicado en bastones "ultracane" para personas ciegas (img 40), el "owlet" un ventilador silente inspirado en el aleteo del búho (img 41), el trabajo de Franco Lodato en productos para escalar o en teléfonos celulares (img 42) o la lámpara "invisible" de Jongoh Lee ganadora de un premio IDSA que se mimetiza en el follaje de los árboles y aprovecha la luz solar del día para emitir luz de noche (img 43).



Imagen 39. Bolsa de emergencia Cocoon. Por John Moriarty



Imagen 41. Baston Ultracane. Por Leeds University



Imagen 40. Ventilador Owllet. Por ZiehlAbegg



Imagen 42. Diseños de Franco Lodato. Por Motorola.

Es evidente que la biomimética, puede generar innovación en el diseño de productos. Esta es sólo una pequeñísima muestra de productos que representan una imagen contemporánea de la Naturaleza. Y si bien es cierto, algunos sólo involucran estética careciendo de funcionalidad y eficiencia energética o viceversa-, todos ellos intentan armonizar nuestro mundo euclidiano de una manera más orgánica y simbiótica.



Imagen 43. Lámpara Invisible. Por Jongoh Lee

DISEÑO DE JOYAS Y CERÁMICA

Aunque los materiales sigan siendo los mismos, las técnicas son las que cambian o viceversa. Sin embargo, la bioinspiración integrada al diseño de joyas siempre ha involucrado el uso de metales preciosos, hoy en día se integra el uso de madera, plástico y cerámica así como materiales nanotecnológicos o inteligentes. Muchos de los accesorios, más allá de reproducir copias fieles de elementos naturales, hoy intentan integrar elementos multifuncionales, transformables y hasta en crecimiento. Tal es el caso del broche “blossoming” de la compañía Nutre (img 44) la cual se trasforma o configura de manera que va creciendo como una flor.

Otra creativa del diseño es Jill Platner, que con su imaginación y sensibilidad hacia los insectos, crustáceos y peces ha logrado piezas representando estos organismos en la estructura de las uniones en brazaletes, collares, dijes y anillos los cuales son muy funcionales (img 45).

La joyería regenerativa o viviente es una alternativa al uso de elementos naturales de la forma más pura. El trabajo de Hafsteinn Juliussen y Sara Hood (img 46) es digno de reconocerse como una nueva expresión del diseño biomimético, ya que integra el materiales que no requieren muchos procesos de modificación Respecto a la cerámica, un ejemplo claro de aplicación biomimética, es el del diseñador Ted Muheling que con sus piezas de porcelana, vidrio o marfil vegetal imita conchas, caracoles o corales (img 47) posicionándose



Imagen 44. Broche Blossoming. Por Nutre



Imagen 45. Brazaletes Caterpillar. Por Jill Platner



Imagen 46. Anillos Grass. Por H Juliussen y Sara Hood



Imagen 48. Diseños de cerámica y vidrio. Por Ted Muheling



Imagen 49. Diseños de Ceramica. Por Marcel Wanders



Imagen 50. Azulejos Coral. Por Heather Knight

como uno de los personajes más talentosos en este gremio. Sus formas y materiales son altamente sustentables, funcionales y estéticos.

Otros ejemplos claros son los diseños de Marcel Wanders con su tazón “foam” y el jarrón “sponge” (img 5) o los azulejos decorativos de Heather Knight (img 6) se incluyen también dentro de los objetos representativos contemporáneos de la biomimética, ya que integran toda esa alegría natural.

DISEÑO GRÁFICO Y DE ENVASE

Los mensajes representados en imágenes son parte de nuestra vida cotidiana actual, todo un mundo de colores, formas y estructuras dan forma a marcas, artículos, animaciones, páginas web y envases. La incursión de la biomimética en el ámbito gráfico y de envase representa un factor a seguir en el futuro. Un obvio ejemplo es la diversidad de marcas, algunas de gran tradición y muy posicionadas en el mercado, presentan un biomimétismo. El collage de abajo (ver imagen 51) es un extracto del sitio web nextnature.com donde se muestran claramente la imagen de animales.

Por otro lado, con ayuda de la visión holística y la biomimética los requerimientos iconográficos que son necesarios para la señalización o información en panfletos sobre las exigencias actuales en el cuidado del medio ambiente, intentan plasmar relaciones entre el humano y su actividad cotidiana, o inclusive relacionar íconos como una hoja que se está secando con el cáncer de próstata o la manzana pudriéndose con el cáncer de vejiga (img 52).

Internet se ha encargado de conectar a la humanidad con información. Los diseñadores usan en ésta bastante inspiración del medio natural para incluir en sitios diversos, como representaciones sobre la organización de negocios (img 53) o bien generar ambientes virtuales con la ayuda del color encontrado en los contextos naturales, logrando así rediseñar páginas con interfaces integrales y con un lenguaje sistémico (img 54).

Desde 2004 el artista computacional y escritor Paul Prudence con base en Londres comenzó su blog con la intención de llevar a cabo una investigación recreativa cubriendo tópicos que van desde el Arte Algorítmico

hasta la Arqueología Computacional dirigidas hacia las diferentes comunidades interesadas. Los contenidos Datos son Naturaleza¹⁶³ (img 55) son una brillante compilación de trabajos, vínculos y libros recomendados en los que explica cómo si comenzamos a utilizar los modelos de fractales, radiolarios, células, genes y otras dinámicas de la Naturaleza nuestro arte, gráficos y objetos podrían ser más eco-rationales. Hacer notar que logotipos y tipografías no están exentos de la incursión de la biomimética, es mostrar que ésta es indudablemente una herramienta creativa. (img 56)

Por otro lado, las aplicaciones de la biomimética en envase empieza a ser un rubro de importante de innovación. Un ejemplo clásico es el envase y diseño del chocolate Toblerone, que integra la imagen de la topografía alpina (img 57). Otros más pueden distinguirse en las piezas elaboradas por Naoko Fukasawa con envases que integran una textura acorde al contenido, análogamente al envase para agua de Ross Lovegroove (img 58).

¹⁶³ www.dataisnature.com



Img 51. Tapiz Brandiversity. Por Koert van Mensvort



Imagen 52. Iconos, folletos y señalización sustentable. Por Foro Alfa y DSR



Imagen 53. Menú página web origins. Por Origins Inc.

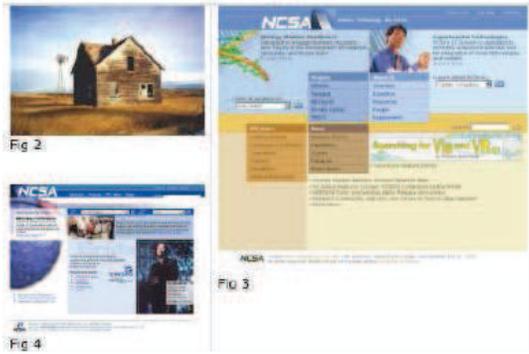


Imagen 54. Cambio de color de pagina web de NCSA. Por NCSA



Imagen 55. Graficos Data is Nature. Por Paul Prudence



Imagen 56. Alfabeto en alas de mariposa y paleta de colores del sitio web de la ciudad de Dublin. Por Kjell B. Sandved y DCC



Imagen 57. Envase de Chocolate Toblerone. Por Kraft Foods



Imagen 58. Envase Jugo de Fesa y Envase para Agua. Por Naoko Fukasawa y Ross Lovegroove

DISEÑO INTERIORES/ AMBIENTAL

Habitar en armonía con lo que nos rodea, ha llevado a optimizar nuestro hogar de acuerdo a los recursos naturales locales, tanto en materiales, energía o la propia imagen física del lugar. El diseño de interiores o ambiental (del paisaje), como algunos lo llaman, hoy comienza a interrelacionarse con la práctica de la biomimética. A continuación algunos ejemplos: La compañía de diseño de interiores NatScape analiza los patrones de color existentes en la localidad para integrar así mobiliario, tapices, acabados y otros accesorios (img 59).



Imagen 53. Menú página web origins. Por Origins Inc.

El sistema de paneles "The ANEMIX" es un sistema de iluminación que crea efectos 3D únicos. Es desarrollado por LUXIA, una compañía chilena. Fue inspirado en la bioluminiscencia,...fenómeno... natural ...que ocurre no sólo en la profundidad del mar (crustáceos y peces) también existe entre setas (hongos), especies selectas de bacterias, insectos, y anélidos (gusanos) que producen luz para poder sobrevivir en un ambiente oscuro y hostil. Este fenómeno quimioluminescente fue tomado como concepto para el diseño del sistema (img 60), que con sus formas y colores transporta al espectador a la profundidad del mar, donde ondas y curvas se mezclan en formas orgánicas.

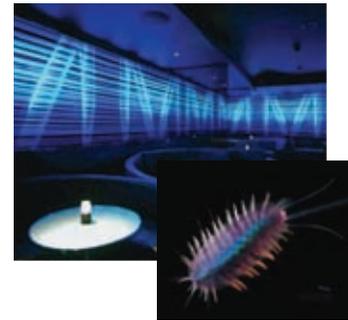


Imagen 60. Panel Anemix y creatura marina de las profundidades. Por Luxia y NGC

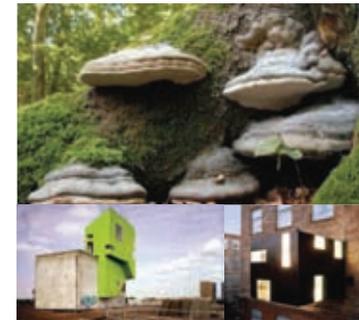


Imagen 61. Hongos Silvestres y Edificio Parasite/Rucksack. Por NGC, Korteknie y S. Eberstad



Imagen 62. Casa Hermitaño. Por FNP



Imagen 63. Edificio Laren. Por Monk Architekten



Imagen 64. Fachada Grow. Por Smit.Grow

Por su parte, el despacho Korteknie Architekten con su Parasite y Stefan Eberstad con la Rucksack House (img 61) relizaron un ejercicio que compone la simbiosis existente entre un edificio común y un nuevo parásito arquitectónico, tal como un hongo no podría sobrevivir sin los nutrientes de un árbol. Un ejercicio logrado en exteriores, es la casa "hermitaño" (img 62) de la firma FNP Architekten, en donde a partir de la utilización de un casco abandonado de una propiedad, interpretando el

mecanismo del cangrejo hermitaño que habita la concha de un molusco extinto se reconstruyó y adecuó de nuevo para ser habitado.

El pelaje, característico de los animales mamíferos, es una capa epidérmica que los aísla de la temperatura exterior. Este es el modelo que ha seguido el estudio Monk Architekten para crear las paredes de morfología orgánica del edificio "Laren" en Holanda (img 63). El entramado de cañas (estructuras huecas, repletas de aire) con el que se han confeccionado las paredes, genera una estructura aislante que protege

el interior de la temperatura del exterior, recreando, de esta manera, las funciones térmicas del pelaje. Las energías renovables son también objeto de implementación en el diseño de fachadas como lo hace la empresa Smit.Grow. Una enredadera fue la inspiración para el diseño de una red de celdas solares en forma de hojas llamada Grow, que al mismo tiempo que captan la luz solar, también están propensas al movimiento del viento (img 64). Esta energía se almacena para aprovecharla en el interior.

DISEÑO TEXTIL

Desde la forma común de estampados florales, hasta llegar a los textiles reactivos al calor y la luz (autoregulables) son ejercicios comunes de la aplicación de biomimética en textiles. La seda artificial fue uno de los primeros esfuerzos de biomimetizar el mecanismo del gusano de seda. El Kevlar, el textil más fuerte que existe, fue desarrollado inspirándose a partir de la estructura de la telaraña.

Un ejemplo muy representativo es el Velcro (img 65), que surgió en los años cincuenta cuando el ingeniero suizo George de Mestral descubrió lo complicado que resultaba desenganchar de sus pantalones y del pelo de su perro los frutos del cardo alpino (*xanthium spinosum*). El uso del velcro se ha popularizado tanto que ha desplazado en multitud de prendas y complementos a los cordones, cremalleras y botones.

La compañía Sto desarrolló Lotusan, una pintura que imita el "efeto lotus" (propiedad superhidrofóbica y de autolimpieza de las hojas de la planta de loto o lirio acuático), la compañía de textiles Finisterre del reino unido la incorporó de igual forma en el desarrollo de un textil repelente al agua (img 66). Esta compañía también añade otros mecanismos que utilizan las plantas o animales para protegerse del exterior.

El traje de baño FastSkin (img 67) de la empresa Speedo fue diseñado imitando al tiburón. El estudio de su piel reveló que la forma de sus ribetes producen

estabilidad y reducción de la fricción al agua. Inclusive se han creado texturas especiales en los cascos de los barcos para imitar esta eficiencia hidrodinámica. Las mariposas Morpho nos remiten a un azul brillante sin necesitar nunca de una nueva capa o retoque de pintura. A pequeña escala, sus alas están constituidas por múltiples capas de proteínas que refractan la luz en diferentes direcciones, y el color que vemos es siempre un juego entre la luz y su estructura más que pigmentos. La fibra llamada Morphotex es la primera en su clase que incorpora ese tipo de iluminación colorida sin ningún tipo de pigmento. Teijin Fibres creó un filamento para aplicación en textiles y otro filamento para pinturas (img 68), estos hoy pueden ser utilizados en la confección de ropa, polvos para pintura horneada y de impresión, todos aún pendientes de ser aplicados en proyectos de diseño.

164 Producción de luz por parte de organismos vivos.

Imagen 65. Velcro. Por NGC

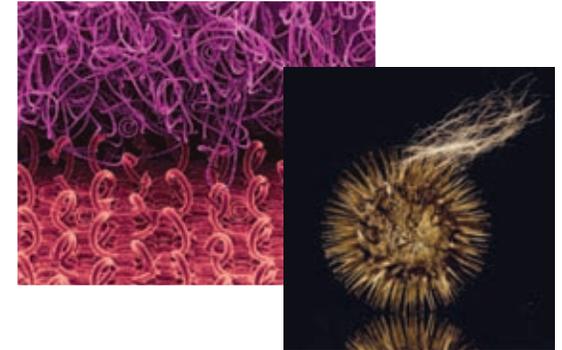


Imagen 66. Lotus efect. Por Sto y Finisterre



Imagen 67. Traje FastSkin. Por Speedo

Otro ejemplo es el textil autoregurable que reacciona al calor del cuerpo. Un equipo de ingenieros de la Universidad de Bath y de Leeds estudiaron las propiedades de los conos de pino y su forma de abrirse ante diferentes condiciones de temperatura (img 69). El colectivo LoopPH tiene también aplicaciones en textiles responsivos al clima ambiental, y utilizando también la bioluminiscencia¹⁶⁴ (img 69). La empresa Interface, productora de alfombras, integra principios de la biomimética en el diseño de sus estampados con "Entropy" (img 6), una alfombra que integra el estudio del caos existente en el bosque o pastizal, para la selección de colores, así como un plus ecológico al permitir reemplazar pequeñas secciones cuando ésta se daña.

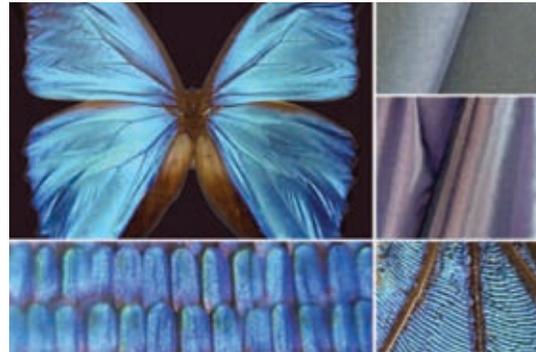


Imagen 68. Morphotex. Por Tejin Fibers



Imagen 69. Textil autoregurable. Por Universidad de Bath



Img 71. Alfombras Entropy. Por Interface Inc.

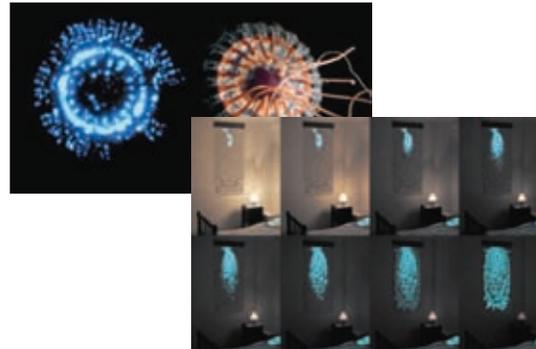


Imagen 70. Textil Bioluminiscente. Por LoopPH

ARQUITECTURA Y URBANISMO

El campo de la arquitectura y el urbanismo, al igual que el diseño de productos, se ha beneficiado por la gran cantidad de aplicaciones en las estructuras de los edificios y la planeación de ciudades con ayuda de la biomimética. Arquitectos reconocidos por todo el mundo han encontrado conocimiento en la sabiduría que la Naturaleza brinda.

Un pionero de la bio-Arquitectura es Frank Lloyd Wright, creador de iconos arquitectónicos como el Museo Guggenheim en Nueva York o la "FallingWater House" en Pennsylvania (img 72), en los que integra el organicismo de la forma natural.

Eugene Tsui con su teoría de la arquitectura evolutiva ha generado centenares de propuestas en las que visualiza un futuro armónico entre hombre y Naturaleza. Inspirándose en los tardígrados, pequeños seres microscópicos, Tsui amplió la casa unifamiliar de sus padres con una construcción que imita la concha sumamente resistente de la bellota de mar (img 73). El arquitecto italiano Renzo Piano, en casi todas sus obras ha integrado el gesto armónico de la Naturaleza. Una de ellas es el "Centro cultural Tjibau" ubicado en la Polinesia Francesa, el cual fue construido a partir de los modelos de la "kanak" (chozas tradicionales de palma) y materiales locales. Otro de ellos es el "Auditorium parco della musica" en Roma, complejo en el que al estudiar la acústica integró la forma del techo como las cochas o caparazones de los insectos (img 74)

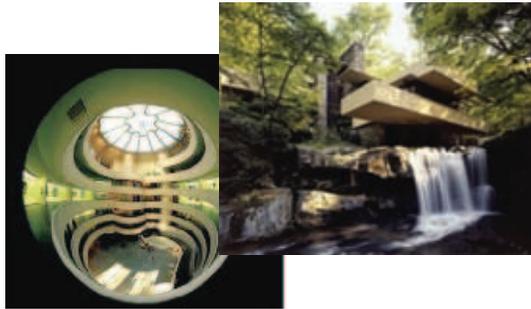


Imagen 72. Museo Guggenheim y Residencia Falling Water. Por Smithsonian Institution



Imagen 73. Residencia Tsui y edificio concepto. Por Eugene Tsui



Imagen 74. Tjibau cultural center y Auditorium parco della musica. Por Renzo Piano.

El proyecto "Eden" de Nicholas Grimshaw junto con el "California Academy of Sciences" del mismo Renzo Piano, son proyectos favorecidos por las estructuras ligeras, la economía de materiales y el espacio para la generación de atmósferas, recrean o conservan ambientes naturales diversos (img 75).

La "Ciudad de las Ciencias y las Artes" (img 76) de Valencia, España por el arquitecto Santiago Calatrava es un completo ejercicio en el estudio de la anatomía humana integrado en columnas, domos y cuerpos de agua.

Toyo Ito es otro de los arquitectos que ha estudiado la estructura vegetal para la proyectación de sus edificios. La tienda Tod's en Tokio y la Mediateca Sendai en la ciudad de Miyagi en Japón, son los proyectos más representativos con estas estructuras (img 77).

El "Espanade Theater" (img 78) de la ciudad de Singapur, fue realizado con base en la forma del durión, rey de los frutos de la región surasiática. Los picos que cubren el domo del edificio generan sombra y al mismo tiempo una estética sin igual.

Los juegos olímpicos de Beijing 2008, se albergaron en un complejo inspirado totalmente en elementos naturales. El estadio llamado "el nido" y el "cubo de agua" para deportes acuáticos, fue diseñado por el despacho suizo Herzog & de Meuron donde plasmaron un simbolismo totalmente orgánico (img 79).

En la ciudad de Harare, Zimbabue, el arquitecto Mick Pearce construyó un edificio que imita la estructura y el funcionamiento de los enormes termiteros de aquella región. El edificio de oficinas Eastgate (img 80) no requiere aparatos de aire acondicionado, se autoregula y ventila tal y como lo hace el hábitat de las termitas.

El concepto de simbiosis también es aplicado en la arquitectura contemporánea, un ejemplo claro es la “Fab Tree Hab”, un proyecto experimental desarrollado por el MIT, el cual integra una casa que crece al mismo tiempo que un árbol que sirve de estructura. Junto con “Daekwon Park”, concepto que incorpora un sistema prefabricado adaptable a las construcciones como una extensión simbiótica (img 81).

El restaurant “yellow tree house” diseñado por el despacho neozelandés Pacific Enviroments, el cual es un magnifico espacio inspirado en una crisálida o el edificio “árbol” del arquitecto William McDonough que es un edificio con las mismas funciones de un arbol –obtiene energia del sol, bombea el agua, tiene multiclimas-, así como todos los conceptos del eco-eficiencia(img 82).

Imagen 75. Eden Project y California Academy of Sciences. Por Nicolas Grimshaw y Renzo Piano



Imagen 76. Ciudad de las Ciencias y las Artes Valencia. Por DSR



Imagen 77. Edificio Tod's y Mediateca Sendai. Por Toyo Ito



Imagen 78. Teatro Esplanade y durion. Por DSR

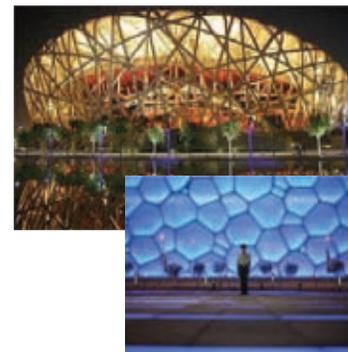


Imagen 79. Complejo Olimpico Beijing. Por GI



Imagen 80. Termitero y Edificio Eastgate, Zimbabue. Por. NatGeo.



Img 81. Fab Tree Hab y Daekwon Park. Por MIT y eVolo



Imagen 82. Restaurant Yellow tree y Edificio Árbol. Por Pacific y William McDonough

OTRAS DISCIPLINAS: Ingeniería y Medicina

Dentro de la ingeniería hay numerosos ejemplos que incluyen un estudio complejo, que va desde crear nuevos materiales hasta la aplicación de principios de aerodinámica en vehículos espaciales. Muchas de esas representaciones ya son vistas de forma comercial, algunas sólo industrialmente, y otras se encuentran en proceso de conceptualización o de prueba.

El mundo de los materiales se encuentra una gran cantidad de avances: estructuras multifuncionales, configuraciones de alta resistencia, nanoestructuras, características de auto-reparación, entre otros. Un claro ejemplo son las celdas solares, las cuales gracias a los nanomateriales hoy se asemejan cada vez más a lo delgado de una hoja (img 83).

Precisamente la nanotecnología ha brindado grandes avances en ingeniería, uno de ellos es la aplicación de películas o materiales antirreflejantes en las pantallas de aparatos electrónicos, basándose en el estudio de los ojos de las polillas nocturnas. Precisamente los animales nocturnos como los murciélagos han brindado avances en las aplicaciones de ecolocalización en diversos aditamentos, como los bastones para ciegos o robots (img 84).

Mencionando a los robots, existen centenares de ejemplos, algunos que emulan mecanismos de locomoción muy simple, hasta aquellos que implementan la adaptación de insectos en ambientes hostiles como la cucaracha o la gran velocidad de un



Imagen 83. Celda solar flexible. Por NASA



Imagen 84. Pantalla antirreflejante y murciélago. DSR



Imagen 85. Robots del MIT robotic lab. RLMIT

guepardo (chita). Abajo algunas ilustraciones del MIT Robotic Lab (img 85).

Por otro lado, los avances en el desarrollo de sustancias industriales con la ayuda del reino animal o vegetal están siendo promisorios. Ya existen en el mercado adhesivos no tóxicos, generados sobre el estudio de la secreción de los mejillones, los cuales la componen completamente en el agua. Por otra parte, la adhesión que el gecko logra en paredes y techos, fue un gran enigma hasta hace poco; los científicos descubrieron que su mecanismo está ligado a la existencia de microfibras existentes en sus extremidades y las fuerzas electrostáticas de las superficies. Este principio ya está siendo aplicado a cintas sin pegamento (img 86).

Un ámbito ingenieril de gran relevancia es también el de los vehículos. Uno de los más representativos es el tren bala. Cuando los ingenieros que diseñaron este tren de alta velocidad se dieron cuenta de que los cambios de densidades en el aire provocaban ruidos extremos al salir de los túneles, pronto se preguntaron si existía en la Naturaleza algún organismo que se las tuviera que ver día a día con estos mismos cambios. Pronto el ingeniero Eiji Nakatsu informó sobre el martín pescador (Alcedo atthis), el cual, al cazar a sus presas, se zambulle de cabeza de manera rápida y precisa en el agua, pasando de un medio que ofrece poca resistencia –el aire– a un medio más denso –el agua–, y sin salpicar. Todo debido a los



Imagen 86. Adhesivos del mejillon y Gecko. Por NGC



Imagen 87. Tren de alta velocidad y martín pescador. Por NGC



afilados márgenes y a la forma aerodinámica de su pico. La misma forma se aplicó a la cabeza del tren y se redujo así el impacto sonoro del rápido medio de transporte (img 87). Además, el tren puede ir un 10% más rápido y se ahorra un 15% en el consumo de electricidad. Como dice Nakatsu, “un árbol, una brizna de hierba, un pájaro o un pez, pueden ser brillantes y eternos profesores”.¹⁶⁵

El concepto arquitectónico-ingenieril del “Managed Cloud”, un hotel-dirigible planteado por Jean-Marie Massaud, también estudia las fuerzas de fricción de un grandioso animal: la ballena. Este mamífero, a pesar de su gran tamaño realiza maniobras en el medio acuático con gran precisión. Tal característica también es aplicada en el diseño de turbinas de aire (img 88), de las que Frank Fish de la Universidad de West Chester ha sido el encargado de difundir. Fish hizo notar que su diseño difiere de las teorías ingenieriles tradicionales, demostrando que la aleta de la ballena jorobada y sus bordes desiguales tienen más que un propósito: reducen la fricción, incrementan la elevación, amplían la eficiencia en la dinámica de fluidos y reducen el riesgo de detenerse o atascarse.

La compañía australiana Pax Scientific, manufactura piezas de alta ingeniería que por su estética parecen piezas de museo. Sus proyectos al estudiar elementos naturales, logran que en su funcionamiento sean 50% más eficientes y un 75% menos ruidosos que los productos competidores, como ejemplos de los

¹⁶⁵ Jon Marin en Biomimésis: Un tren bala silencioso The Ecologist No39 octubre-diciembre 2009, España p16

¹⁶⁶ Adelheid Fischer, en Designers Explore Biomimicry .http://researchstories.asu.edu/2008/09/designers_explore_biomimicry.html (vi feb 09)

Imagen 88. Dirigible Managed Cloud y Turbina Ballena. Por Jean-Marie Massaud y NGC



Imagen 89. Hélice para bomba de agua. Por Pax Scientific Company

resultados de tal metodología podemos encontrar esta bomba para agua (img 89). Su inspiración: El Nautilo y su concha de forma espiral.

Ingenieros de la Daimler Chrysler, después de analizar al pez caja (un residente común en los arrecifes coralinos), diseñaron un automóvil aerodinámico. Encontraron en esta especie que su peso con relación a su desempeño en el agua, puede ser reducido en un 30% por la forma de sus ribetes. Debido a esta propiedad aplicada, el automóvil puede acelerar de 0 a 60 mph en 7.9 segundos (img 90). Precisamente Dieter Gurtler, ingeniero de esta compañía, expresa que: “Viendo a la Naturaleza, vienen a ti ideas que nunca pudiste haber imaginado”.¹⁶⁶

Es de destacarse la labor de la “red para el aprendizaje de la biónica” (Bionic Learning Network) parte de la empresa alemana Festo, que comprometida con



Imagen 90. Pez caja y el Daimler Chrysler auto concepto. Por NGC

la educación y capacitación técnica genera grandes innovaciones. En cooperación con los estudiantes, renombradas universidades, institutos y compañías, Festo ayuda a desarrollar proyectos y prototipos en su división de Automatización y Didáctica en donde producen interesantes aplicaciones a la resolución de problemas, todo con la ayuda de la biomimética. Precisamente la estructura y cinemática del AirJelly y el AirRay (img 91) están basadas en modelos biológicos de las medusas y rayas marinas; éstas adaptan navegación inteligente adecuada a sistemas mecánicos.

Por su parte la eficiencia energética es buscada a través de los biocombustibles. Uno de los más recientes y eficaces es el producido a través del cultivo de las algas, mismas que se reproducen a gran velocidad en ambientes húmedos y soleados (img 92). Esto genera la producción controlada y eficiente a través del manejo y disposición de estos microorganismos.

Ese mismo manejo de bacterias y sustancias locales ha generado en el campo de la agronomía novedosas aplicaciones al analizar praderas resistentes a plagas y auto-fertilizables estudiando sus interrelaciones



Imagen 91. Vehículos aéreos Air Jelly y AirRay. Por Festo Inc.

y ciclos de la biodiversidad existente en diferentes ecosistemas (img 93).

Por su parte, en el área de la medicina, se desarrollan principalmente nuevos medicamentos basados en el funcionamiento bacteriano, en el estudio de diversidad de plantas y hasta la observación de animales. Un ejemplo de ello es el chimpancé, en el cual se ha estudiado la dieta que sigue y su relación con la cura contra diversos tipos de cáncer (img 94).

De esta manera podría extenderse con millares de ejemplos que están haciendo conciencia sobre el factor de innovación que la biomimética genera, pero llevaría varios tomos de texto mencionarlos. A continuación distinguiremos por qué es necesario dar un paso más para encontrar el potencial de la biomimética en el diseño y la sustentabilidad.



Imagen 92. Biocombustible de Algas. Por New Scientist Mag



Imagen 93. Praderas auto-fertilizables. Por DSR



Imagen 94. Bacterias y Chimpancé. Por NGC

LA BIOMIMÉTICA + DISEÑO: Hacia la innovación sustentable

A inicios de este siglo XXI la búsqueda de productos, arquitectura, servicios, comunidades y políticas sustentables buscan interpretar ese aprender de la Naturaleza. John Todd, como lo comente en el capítulo anterior, proponía la búsqueda una nueva biotecnología, para la búsqueda de esas oportunidades de adaptación.

El principio de que todo organismo vivo es resultado de dos millones de años de evolución y que con toda su historia de selección natural ha sobrevivido entre una relación simbiótica con sus ecosistemas, da pautas para que hoy desde la perspectiva de un Diseño Biomimético se busque manifestar una co-evolución, al tiempo que, como un ejercicio multidisciplinario trate de integrarse a diferentes campos de reflexión y síntesis ante la diversidad de problemáticas humanas. Los colaboradores de esta disciplina, encuentran que gran parte de las soluciones que necesitamos para un futuro sustentable podemos encontrarlas en la Naturaleza: estructuras altamente eficientes, compuestos biodegradables altamente durables, superficies auto-lavables, sistemas con cero desperdicios, energías de bajo consumo para generar agua limpia, etc. Sin embargo al entrar a la era de un mundo mejor a través de la química dejamos de mirar a la Naturaleza al sentirnos superiores. Cambiar este enfoque sobre la dependencia material al petróleo, requiere madurez de la raza humana para aceptar que la Naturaleza integra mucho mejores soluciones.

“En la Naturaleza encontraremos siempre las pistas, la información, huellas y mapas para emularles directamente dentro del diseño para la sociedad del nuevo milenio. Urgentemente debemos decodificarlas y emplearlas.”¹⁶⁷

John Todd

Los diseñadores contemporáneos debemos comenzar a redescubrir la Naturaleza no sólo como una fuente de formas armoniosas o estéticas, sino como toda una colección de estructuras sensibles y sustentables que usan menos material y menos energía, siendo más eficientes que los sistemas tradicionales humanos. La Biomimética ofrece un enorme potencial para las disciplinas del diseño con la intención de generar innovación sustentable. Aprendiendo de los principios de la Naturaleza podemos prever lo siguiente: Aprender el mejor camino en el cual los sistemas

naturales han logrado soluciones con el uso mínimo de energía, utilizando solamente la luz del sol y usando sólo la energía que se requiere; aprender a optimizar en lugar de maximizar el uso de materiales; poder crear artefactos en respuesta a situaciones locales; a reciclar y no impactar en el manejo de recursos; entender que en la Naturaleza nada es estático; y que en lugar de copiar la forma física, se debe aprender a copiar el cómo la forma surge y continúa vigente, con el propósito de aprender su dinamismo como mecanismo de innovación para el diseño.

¹⁶⁷ TODD, John. Ecological Design: Reinventing the Future. 21st Annual E.F.Schumacher Lecture, Amherst College. E.F. Schumacher Society .Great Barrington, 2002. Pag. 34

Invariablemente, la mayoría de los productos y sistemas diseñados por el hombre son aún generados de manera lineal. Durante los procesos de transformación y su ciclo de vida gastan grandes cantidades de energía, son usados ineficientemente, no transmiten la esencia para la que son creados y al final de su ciclo sólo son un “desperdicio”. Muchos de estos problemas son vistos en el mismo nivel de conciencia en los que fueron creados y de manera separada.

OKALA, un artículo publicado por el IDSA (trad. Sociedad de diseñadores industriales de America) expresa que “los ecosistemas en la Naturaleza son totalmente sustentables y la mayor parte de las comunidades nativas e indígenas en todo el mundo lo sabían, pero parece que lo olvidamos con la revolución industrial”.¹⁶⁸ Esa dinámica debería seguir la civilización humana hacia la sustentabilidad, la cual incluye el aprovechar los recursos renovables y la luz solar. Si toda la biodiversidad es la reminiscencia de nuestros antepasados biológicos, claro está que somos una especie muy joven en búsqueda aun de una adaptación óptima. Si sabemos que numerosas especies se han extinguido debido a que sus procesos o productos no estuvieron bien adaptados, y a esto le agregamos nuestra segregación, es muy claro que debemos adquirir nuevas herramientas para ese futuro sustentable.

Edgard Morin expresa una frase de gran valor, “De su diversidad la humanidad puede extraer sus mayores tesoros, siempre y cuando recobre el secreto de su unidad y se replantee el futuro solidariamente en una Tierra que es su casa común”.¹⁶⁹ Tales diferencias aparentes entre climas, geología, bosques, especies, etc. observados en la Naturaleza hoy encuentran un fundamento en relación a sus variaciones producidas entre la cooperación, comunicación, significado y diversidad. Una diferencia clara dentro de tal “cultura biológica” involucra a la Biomimética. En lugar de domesticar o manipular organismos para nuestro beneficio, debemos consultar en ellos y sus ecosistemas los principios de diseño que requerimos para nuestras innovaciones. Esto, al mismo tiempo despierta la importancia de conservar la biodiversidad, ya que tiene mucho que enseñarnos. Estos servicios ecosistémicos son los que debemos aprender a emular: la desintoxicación, la asimilación de nutrientes, cómo limpia el aire y el agua, cómo resuelve sus mecanismos y materiales, supervivencia a ambientes extremos, la homeóstasis ecosistémica¹⁷⁰, entre otras presentes en la tabla siguiente (tab 10):

¹⁶⁸ OKALA, currículo de diseño sostenible, IDSA industrial design society of América. http://www.idsa.org/WHATSNEW/SECTIONS/ECOSECTION/pdfs/IDSA_okala_guide_web.pdf (Vi junio de 2009)

¹⁶⁹ MORIN, Edgard. La Tierra como patria. El Correo de la Unesco, noviembre 1995.

¹⁷⁰ Homeostasis: del griego hmeso-mismo y stasis- permanecer. Propiedad de estabilidad dinámica de sistemas complejos, organismos vivos y ecosistemas. Un sistema homeostático resiste los cambios y a las perturbaciones

Tabla 10. Servicios facilitados por Naturaleza. Por JEV

- Producción de una amplia variedad de bienes ecosistémicos como mariscos, maderas, forrajes y medicinas
- Purificación de agua y aire
- Protección contra huracanes, inundaciones o sequías
- Desintoxicación y descomposición de los desperdicios o reciclaje de nutrientes
- Generación, preservación y renovación de suelos fértiles
- Polinización de cultivos y vegetación natural
- Dispersión de semillas
- Control de la mayoría de las plagas
- Mantenimiento de la biodiversidad
- Protección del sol contra los rayos UV
- Estabilización parcial del clima
- Provisión de una estética y estimulación intelectual

Estos servicios muestran las interacciones que se manifiestan en la biósfera, las cuales son vistas como una confección saludable y estética que recrea las condiciones generadoras de vida. La Naturaleza, ya ha resuelto muchos de los problemas que nosotros hoy enfrentamos: energía, producción de comida, control del clima, química no tóxica, transportación, envase y muchos más. Hoy nos encontramos en una fase de desarrollo básica, sin embargo debemos avanzar a una fase más madura que busque desarrollar una simbiosis planetaria. Precisamente Janine Benyus muestra una lista de aspectos que muestran los organismos en un ecosistema maduro (tab. 11):

Tabla 11. Características de un ecosistema Maduro. Por Janine Benyus
<ul style="list-style-type: none"> • Utilización del desperdicio como un recurso • Se diversifican y cooperan alrededor de su hábitat • Almacenaje y uso de energía eficientemente • Optimizan en lugar de maximizar • Uso de materiales frugalmente • Nunca disminuyen sus recursos ecosistémicos • Mantienen un balance con la biosfera y sus extinciones • Funcionan con la información • Se establecen localmente

La tabla de abajo (tab 12), adaptada del libro de Janine Benyus por Jonathon Porrit¹⁷¹ interpreta tales principios en comparación con el desajuste de nuestro actual sistema inmaduro.

La imitación consciente de la genialidad de la vida es una estrategia de supervivencia para la especie humana, un camino hacia un futuro sustentable. A medida que nuestro mundo se parezca y funcione como el mundo natural, mayor será la probabilidad de sobrevivir en él.

Esta disciplina provee a los diseñadores de una estructura básica para reconocer el poder de la innovación de la naturaleza de manera sustentable, y aunque comienzan a existir múltiples metodologías o principios que guían hacia la una innovación, ninguna trata de integrar puntos de vista de otras disciplinas, principios de simbiosis, salutogénesis y búsqueda de una estética natural.

Es por eso que involucrar a la Biomimética en este proyecto de investigación tiene dos razones primordiales: que se utilice como modelo teórico para reflejar la acción humana dándonos cuenta de nuestro lugar en la Naturaleza, y que se utilice como herramienta práctica para proyectar objetos simbióticos. Ésta pues, debe representar para el diseñador un factor creativo que genere sustentabilidad de manera innovadora. Estas soluciones prácticamente son accesibles a nosotros como diseñadores, y ya no es posible ignorar sus dinámicas. Para ejecutar y adaptar nuestro futuro se debe seguir estos patrones evolutivos que conformen una viabilidad tecnológica y económica. La gran fuente de ideas que la Naturaleza nos ofrece puede ser valorada y transformada en términos de diseño y sus métodos. Es por ello que en el siguiente capítulo se presenta un análisis de las metodologías y principios más relevantes que están siendo utilizados por el gremio del diseño y algunas por parte de la ingeniería.

Tabla 12. Naturaleza vs Cultura. Por Jonathon Porrit	
Leyes, Estrategias y principios de la Naturaleza	Acciones Humanas comunes
<p>La Naturaleza opera con luz solar*</p> <p>La Naturaleza utiliza sólo la energía que necesita</p> <p>La Naturaleza adapta la forma a la función</p> <p>La Naturaleza recicla todo</p> <p>La Naturaleza gratifica la cooperación**</p> <p>La Naturaleza promueve la diversidad</p> <p>La Naturaleza demanda la experiencia local</p> <p>La Naturaleza frena sus excesos</p> <p>La Naturaleza conecta el poder de los límites</p>	<p>Los humanos fluimos con los combustibles fósiles</p> <p>Los humanos usamos cantidades masivas de energía</p> <p>Los humanos forzamos la forma de la naturaleza hacia nuestras propias funciones</p> <p>Los humanos aún tenemos el concepto de desperdicio</p> <p>Los humanos idolatran la competencia</p> <p>Los humanos optamos por la monocultura, destruyendo la diversidad</p> <p>Aceleradamente, lo local se está perdiendo en la economía global</p> <p>Los humanos celebramos los excesos: la ambición es buena</p> <p>Los humanos no reconocen los límites</p>
<p>*Existen especies marinas que viven en el fondo de los océanos y en ausencia de luz solar.</p> <p>**Aunque existen especies solitarias, pueden depender del medio en el que se desarrollan; sin embargo no requieren de otras especies.</p>	

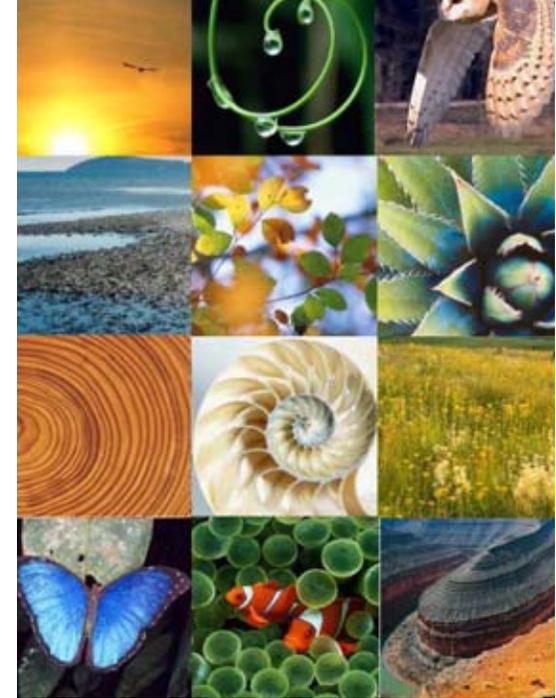
Capítulo IV

Metodologías para un Diseño Biomimético

¿Cómo sería si dentro de los fundamentos de diseño, en lugar de enseñar los preceptos del diseño sustentable, el concepto de ciclo de vida del producto, los principios de ecodiseño, (entre otros) se inculcara en los estudiantes cómo observar directamente a la naturaleza para inspirarse?

¿Qué pasaría si en lugar de mostrar a los estudiantes las últimas tendencias en el diseño de autos, los íconos representativos del diseño como Newson, Stark o Rashid, se expusiera en el diseño básico muestras de la forma de los árboles, los dientes de tiburón, la cornamenta de venado, el funcionamiento de un termitero? ¿Qué pasaría si antes de diseñar cualquier cosa se examinara la Naturaleza y preguntásemos como podrían resolverse problemas similares? ¿Qué tal si enseñáramos a entender la Naturaleza, no como una fuente de recursos, sino como un modelo

integral del cómo vivir en la tierra? ¿Cómo lograr formar un vínculo entre biología y el diseño en donde realmente se valore su aplicación común en su trabajo diario? Con estas preguntas surge la necesidad de contar con metodologías sobre el cómo aprender de la Naturaleza, la respuesta a ello es: La biomimética. ¿Por qué un oso polar tiene el pelaje hueco?, ¿por qué un pavorreal tiene esos colores sin usar pigmentos?, ¿por qué un gecko escala sin usar ningún adhesivo? y ¿Por qué de la fisionomía de las plantas? Son preguntas que empiezan a llamar la atención de los diseñadores. Hoy la biología, la ingeniería y la cibernética nos ofrecen datos que van desde el estudio de la genética hasta la función atmosférica. Estudiar de manera interrelacionada la selección genética, consumo de energía, su adaptación ecosistémica relativa a colores, texturas y estructuras, y hasta la fotosíntesis en



animales o plantas manifiesta que las fronteras para su estudio son muy relativas, y el diseño hoy busca involucrarse a ésta micro o macro biología. Tales lecciones sobre la adaptabilidad encontrada en la Naturaleza, al relacionarlas con las disciplinas del diseño integran una pregunta esencial: ¿Cómo puede la Naturaleza resolver tal problema en particular? A pesar de que el diseñador es quién maneja los parámetros de función, forma y material en el desarrollo o planeación de un producto, sistema o servicio, este aún no cuenta en su formación con una apertura hacia la observación en los parámetros e interrelaciones existentes en la Naturaleza. Las soluciones que de ella podemos obtener son una respuesta tecnológica, creativa, económica y sintética hacia los requerimientos de diseño más exigentes y complejos.

Y aunque existen ya instituciones a nivel internacional que han implementado en sus programas de estudio a la 'biónica', aún se constituye como parte de cursos de diseño básico, pero también son generados en maestrías o especializaciones. México no cuenta aún con algún grupo formal. Alemania con BIONIKON y Werner Natchigall, han venido integrándose en los programas de universidades, el Biomimicry Institute en Estados Unidos comienza a incorporar cursos y lazos con universidades nacionales y extranjeras, el Reino Unido con BONIS y CBNT de la Universidad de Bath y Reading realizan la mayor parte de las investigaciones. Estas agrupaciones integran proyectos con una clara base ingenieril y muy poco diseño industrial. Como lo explica Fabricio Vanden Broeck, en su publicación para la UAM, "muchas de las propuestas metodológicas respecto a la Biomimética están limitadas a nuestro desarrollo científico y tecnológico".¹ Él hace énfasis en que nuestros objetos artificiales son transparentes, fáciles de descifrar y leer sus partes que lo contienen, a diferencia de uno natural que es básicamente una unidad. De igual forma indica, que "contrariamente al hombre, que puede proyectar de cero, la Naturaleza construye modificando estructuras preexistentes para producir nuevos sistemas y a veces toma el camino largo para solucionar problemas, por lo que nos damos cuenta que estos nunca son productos terminados".² Es precisamente como deberíamos proyectar los productos, sistemas o servicios, susceptibles a un cambio perpetuo y reminiscentes a un proceso anterior, siempre en desarrollo. Hoy cada diseñador debe entender los principios básicos biológicos y ecológicos, con el propósito de generar sus diseños. Es por eso que en este último apartado se analizan algunas de las metodologías

utilizadas por la Biomimética y el diseño ecológico. Y donde la propuesta última es una nueva metodología en la búsqueda de un diseño simbiótico.

Una metodología de diseño hoy por hoy es transdisciplinaria, y esta no es la excepción. Es necesario generar relaciones de colaboración con otras disciplinas como la biología, la física, las matemáticas y la química, entre otras, si se quiere lograr articular un proyecto de Biomimética y obtener buenos resultados.

El proceso pretende unir de manera lógica y complementaria, todas estas visiones, apreciaciones y perspectivas para nutrir una propuesta de diseño que dé esa base sea innovadora, ya que el objetivo final de este proceso es transferir todo aquello que se puede estudiar en un sujeto biológico y sus interrelaciones a una aplicación de diseño en el mundo artificial.

Al relacionar a la Biomimética con aspectos contemporáneos como la sustentabilidad y el ecodiseño, los descubrimientos que pueden lograrse son deslumbrantes, porque a la vez que se revelan los misterios y los porqués de la Naturaleza se llega a encontrar asociaciones de aplicación en productos, servicios o sistemas que reflejen la verdadera innovación sustentable.

Si los principios de diseño son extraídos directamente de la sabiduría de la Naturaleza, los resultados serán eficientes, estéticos y acordes en todos los sentidos a nuestro mundo real; si la Biomimética se practica metódicamente, siguiendo y respetando la lógica de éstos principios fundamentales y claros, la respuesta de diseño, solución de mejora o aplicación que se proponga será coherente a los principios de la vida en la Tierra.

La Naturaleza ha estado diseñando lenta, iterativa y apropiadamente durante 3.8 billones de años y ha evolucionado con sus propios principios de diseño a un nivel sofisticado y sustentable en donde el concepto de "desperdicio" no existe. Todo lo que la Naturaleza crea es biodegradable, desde panales hasta telarañas, desde arrecifes de coral hasta hormigueros. Si los diseñadores hicieran más que seguir los pocos y simples principios de diseño encontrados en la Naturaleza, nuestra sociedad probablemente podría transformarse a lo largo de una sola generación.

En el presente toda esta complejidad al conocer a la Naturaleza y su actuar, nos puede generar una gran riqueza intelectual, y en el futuro podremos proyectar todo ese conocimiento y así lograr un ambiente próspero. Los pasos han comenzado a darse, tratando de incluir esta disciplina en nuestras metodologías de diseño.

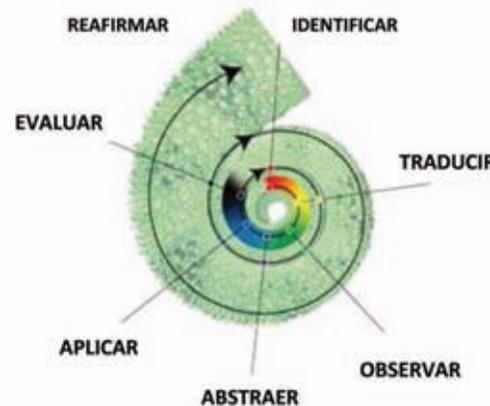
1 VANDEN BROECK, Fabricio. El diseño de la Naturaleza o la Naturaleza del diseño. UAM Azcapotzalco. México DF, 2000. Pag.145

2 Ibid.

A continuación se muestran las metodologías más representativas y las más utilizadas en centros universitarios sobre la disciplina de la biomimética:

ESPIRAL DE DISEÑO BIOMIMÉTICO (BIOMIMICRY INSTITUTE)

Espiral de Diseño Biomimético (Biomimicry Institute)
Janine Benyus y Dayna Baumeister usan la siguiente metodología para enseñar y practicar la biomimética. Según su sitio web (www.biomimicryinstitute.com) esta “Espiral de diseño” puede servir de guía a los innovadores para usar la biomimética biologizando un problema de diseño, pudiendo evaluar al final si en realidad el producto imita a la Naturaleza en todos los niveles –forma, proceso y ecosistema-. Esta metodología no sólo ayuda a obtener el objeto físico, sino también la forma de manufactura, el envase, la forma de distribución y hasta la toma de decisiones. Al final se evalúan estos diseños con los “principios de la vida”



Identificar

Desarrollar un planteamiento de diseño sobre la necesidad humana:

- Desarrollar un planteamiento de diseño con especificaciones del problema a resolver.
- Descomponer el sumario de diseño para identificar el problema central y las especificaciones de diseño.
- Identificar la función que se quiere lograr: ¿Qué es lo que el diseño quiere implementar? (no ¿Qué es lo que personalmente se quiere diseñar?). Continuar preguntándose hasta llegar al problema principal.
- Definir las especificaciones del problema:
 - Identificar al usuario principal:
¿quién está involucrado con el problema y quien se verá envuelto con la solución?
 - Contexto: ¿Dónde se ubica el problema?, ¿donde será aplicada la solución?

Traducir

Biologizar la pregunta; es decir, plantear el informe de diseño desde la perspectiva que tiene la Naturaleza.

- Traducir la función práctica de diseño en relación a las funciones que se encuentran en la Naturaleza.
¿Cómo la Naturaleza realiza esta función?
¿Cómo la Naturaleza No realiza esta función?
- Replantearse estas preguntas con palabra clave adicionales
- Definir el Hábitat/Locación
- Condiciones climáticas
- Condiciones sobre los nutrientes
- Condiciones sociales
- Condiciones temporales

Observar

Voltear hacia los campeones en la Naturaleza que han resuelto el problema.

- Encontrar los mejores modelos naturales que respondan a las preguntas
- Considera tal modelo tanto literal como metafórico

Encontrar los campeones en adaptación preguntando ¿de qué depende su supervivencia?

- Encontrar organismos que han luchado con el problema que se está tratando de resolver, pero que a la vez está determinado a ello.
- Observar a los extremos del hábitat
- Abrir discusión con Biólogos y especialistas en este campo

Abstraer

Encontrar los patrones y procesos repetitivos en donde la Naturaleza ha logrado aciertos

- Crear una taxonomía en las estrategias de la vida
- Seleccionar los campeones con la estrategia más relevante en el particular reto de diseño.
- Abstraer de la lista de aciertos y principios aquellos ejemplos que han generado trascendencia.

Aplicar

Desarrollar ideas y soluciones basadas en modelos de la naturaleza

- Desarrollar conceptos e ideas que apliquen las lecciones de los maestros naturales
- Aplicar estas lecciones lo más profundo que se pueda en el diseño:
- Imitando la Forma:
 - Encontrar detalles en la morfología

Entender los efectos en la escala

- Considerar factores de influencia en efectividad de la forma del organismo
- Considerar caminos en donde se debería profundizar al imitar el proceso y/o ecosistema.

- Imitar la Función:

- Encontrar detalles en los procesos biológicos
- Entender los efectos en la escala
- Considerar factores de influencia en la efectividad del proceso del organismo
- Considerar caminos en donde se debería profundizar al imitar el ecosistema

- Imitar el Ecosistema:

- Encontrar detalles en el proceso biológico
- Entender los efectos en la escala
- Considerar factores de influencia en la efectividad del proceso del organismo

Evaluar

¿Cómo estas ideas pueden ser comparadas con los “principios de la vida”, los principios efectivos de la Naturaleza?

- Evaluar la solución de diseño con los “Principios de la Vida”(ver tabla 13)
- Desarrollar preguntas apropiadas a los “Principios de la vida” y continuar cuestionándose la solución obtenida
- Identificar los diferentes caminos para mejorar el diseño y plantearse más preguntas para explorar. Las preguntas ahora deben ser para refinar el concepto en el siguiente nivel: Envase, Manufactura, Mercadotecnia, Transporte, Nuevos Productos, aditamentos, etc.

Reafirmar

Desarrollar y refinar el planteamiento de diseño basado en las lecciones aprendidas al evaluar los “principios de la Vida”.

Análisis: Esta metodología es muy completa y permite lograr buenos resultados hacia la innovación sustentable. Sin embargo dentro de sus 7 fases se puede notar que integra otras subfases las cuales pueden frenar el desarrollo de la investigación debido a su extensión. Las fases “evaluar” y “reafirmar” son de gran valor, ya que se requieren para dar seguimiento después de que el objeto, sistema o servicio es diseñado.

Tabla 13. Patrones de la vida o principios básicos de la biología

Estos patrones nos llevan a entender la vida, estando insertados en la biología general o las ciencias naturales, dan una amplia noción de lo que se puede adoptar para generar diseño biomimético.

Janine Benyus autora de Biomimicry resume estos en 9 principios:

- La Naturaleza se ejecuta en luz solar
- La Naturaleza utiliza sólo la energía que necesita
- La Naturaleza adapta la forma a la función
- La Naturaleza recicla todo
- La Naturaleza gratifica la cooperación
- La Naturaleza se concentra en la diversidad
- La Naturaleza demanda la experiencia local
- La Naturaleza frena sus excesos
- La Naturaleza relaciona el poder de los límites

Principios básicos en la biología (Janitzio Ejido Villareal, Curso de Biodiseño UNAM 2007)

- La vida está organizada en niveles estructurales(cadenas)
- Los seres vivos presentan propiedades emergentes en sus componentes
- La célula es la unidad básica de estructura y función
- La vida está indicada por la información heredable por parte del ADN
- Estructura y función están correlacionadas
- Las estructuras biológicas cumplen por lo regular con varias funciones al mismo tiempo
- Los organismos interactúan continuamente con su entorno. Los seres vivos mantienen sus condiciones internas relativamente estables
- Diversidad y unidad es una característica dual de la vida en la tierra
- La vida está sujeta a la evolución
- La vida responde a un principio de diseño óptimo.

TRIZ/BIOTRIZ

El método TRIZ (Teorija Reshenija Izobretatel'skih Zadach) traducida como "Teoría de resolución Inventiva de problemas", fue desarrollada hace 50 años en Rusia. Este método es bien conocido por sus exitosos resultados en las invenciones y en soluciones en el campo de la ingeniería.

TRIZ es una colección de técnicas hoy más desarrolladas por Genrich Altshuller y Rafik Shapiro³ de la Universidad de Maryland, estas aseguran la definición precisa de un problema en un nivel funcional, y luego provee de fuertes indicadores hacia soluciones exitosas y a menudo muy innovadoras. Este método también es utilizado por la Universidad de Bath y la consultora BIOTRIZ que integran Julian Vincent, Olga Bogatyreva, y Nikolaj Bogatyrev; ellos indican que desde que comenzó a transferirse en el campo de la biomimética en la aplicación de funciones, mecanismos y otros principios formales el TRIZ generó resultados "realmente ideales".⁴ Una de las ventajas de utilizar este método es que se basa en las miles de patentes existentes.

Dentro de su estructura se estandarizaron 40 características técnicas comunes asignadas en 40 fases contradictorias con la finalidad de descubrir las mejores soluciones. (Ver tabla 14 y anexo 3 con ejemplos)

Tabla 14. Principios de Inventiva TRIZ

- Principio 1. Segmentación
- Principio 2. Eliminar
- Principio 3. Calidad Local
- Principio 4. Asimetría
- Principio 5. Anexar
- Principio 6. Universalidad
- Principio 7. "Muñeca Rusa"
- Principio 8. Anti-peso
- Principio 9. Anti-acción Preliminar
- Principio 10. Acción Preliminar
- Principio 11. Acolchonado Previo
- Principio 12. Equipotencialidad
- Principio 13. 'Al revés'
- Principio 14. Esferoidal/Curvatura
- Principio 15. Dinamismo
- Principio 16. Acciones Parciales o Excesivas
- Principio 17. Otra dimensión
- Principio 18. Vibración Mecánica
- Principio 19. Acción Periódica
- Principio 20. Continuidad de acción útil

- Principio 21. Saltarse/Brincarse
- Principio 22. "No hay mal que por bien no venga" o "Convertir limones en limonada"
- Principio 23. Retroalimentación
- Principio 24. Intermediario
- Principio 25. Autoservicio
- Principio 26. Copiar
- Principio 27. Objetos baratos efímeros
- Principio 28. Mecanismos de sustitución
- Principio 29. Neumática e Hidráulica
- Principio 30. Corazas flexibles u láminas delgadas
- Principio 31. Material Poroso
- Principio 32. Cambios de Color
- Principio 33. Homogeneidad
- Principio 34. Descartar y Recuperar
- Principio 35. Cambios de Parámetros
- Principio 36. Transiciones de fase
- Principio 37. Expansión Térmica
- Principio 38. Oxidantes Fuertes
- Principio 39. Atmosfera Inerte
- Principio 40. Materiales Compuestos

³ Altshuller, G. 1999 The innovation algorithm, TRIZ, systematic innovation and technical creativity. Worcester, MA: Technical Innovation Center Inc.

⁴ Biomimetics: its practice and theory Julian F. V. Vincent*, Olga A. Bogatyreva, Nikolaj R. Bogatyrev, Adrian Bowyer and Anja-Karina Pahl. Journal for the Royal Society. Interface (2006) 3, 471-482 Published online 18 April 2006

Esta metodología cuenta con cuatro pasos:

Definición del Problema

El problema debe ser planteado pretendiendo una analogía funcional.

Ejemplos:

Problema: ¿Cómo me sujeto a una superficie mientras me muevo?

Pregunta biológica ¿Cómo escala un árbol un gato?

Pregunta técnica ¿Cómo retenerse en hielo?



Revelar contradicciones

Se distinguen un par de características naturales que pueden ser comparadas con otro par derivadas de otros problemas resueltos (patentes o aplicaciones). Aquí cierto número de "técnicas de inventiva" aseguran situar el problema en el contexto apropiado (cambiando el contexto puede incluso resolver el problema). Se enlistan en el lado derecho las resueltas por el mundo biológico (Biotriz) y del lado izquierdo las resueltas por el mundo técnico (TRIZ). Es recomendable tratar de plantear más de 2.

Ejemplos para revelar contradicciones:

Contradicción técnica a resolver: ¿Cómo incrementar fuerza de agarre en el piso sin ayuda de peso?

Soluciones Naturaleza (Biotriz) : Garra de Gato	Soluciones Técnicas (Triz): Llanta(patente)
<p>No 1 Segmentación Ej. Garra dividida acojinada</p> <p>No 3 Cualidad local Ej. Es Filoso</p> <p>No17 Otra dimensión Ej. Hace contacto en superficies de 3D</p>	<p>No1 Segmentación Ej. Llanta estriada</p> <p>No8 Anti-peso Ej. Llanta inflable</p> <p>No18 Vibración Mecánica Ej. Uso de Caucho o plástico blando</p>



Contradicción técnica a resolver: ¿Cómo sostenerse sólo cuando es necesario?

Soluciones Naturaleza (Biotriz): Gato	Soluciones Técnicas (Triz) : Botas para caminar en el hielo (patente)
<p>No19 Acción Periódica Ej. El felino puede utilizar sus garras solo cuando trepa</p> <p>No15 Dinámica Ej. El movimiento acciona el mecanismo de sus garras</p>	<p>No15 Dinámica Ej. Zapatos para caminar en el hielo (patente)</p> <p>No30 Corazas flexibles y láminas delgadas Ej. El uso de navajas o picos facilita caminar</p> <p>No2 Eliminar Ej. Cuando no es necesario se aprieta un botón</p>



MÉTODO DE BIODISEÑO

El modelo de trabajo del Biodiseño es empleado por el biólogo Janitzio Égido que basado en estudios de otros expertos ingenieros y diseñadores como D.H Offner, V. Vaikili y Gámez, los cuales establecen guías prácticas interdisciplinarias donde proponen utilizar y buscar material científico que complemente el objetivo creativo del diseño.

Égido propone distinguir tres cosas fundamentales: La entidad biológica, el modelo lógico y la aplicación de diseño.

ENTIDAD BIOLÓGICA

Es aquello que se va a estudiar, en el caso de un organismo, éste puede ser estudiado según:

Su forma, estructura o funcionamiento.

Su relación con su historia natural

ontogenia: desarrollo biológico a nivel individual
filogenia: historia evolutiva completa de un grupo de organismos

Su relación con el ambiente (comportamiento).

Se propone hacer un Análisis Original: Descripción de cómo se percibe con sus propias palabras, dibujos.

Revisión de literatura biológica: Nombre científico, publicaciones científicas, internet, bases de datos científicas.

Imagen de búsqueda científica



Imagen de búsqueda científica

MODELO LÓGICO

Es el estudio que comprende el análisis de interpretación y abstracción del objeto biológico.

En esta sección entra el proceso creativo, como parte del esquema de trabajo que se requiere para estructurar el objeto técnico o propuesta final.

*El proceso creativo es una actividad que cada diseñador desarrolla y lleva a cabo de distinta forma. (desarrollando su propia metodología de trabajo)

APLICACIÓN DE DISEÑO

Es el resultado de la aplicación y solución de los principios estudiados en el objeto biológico.

Proyección a través de:

Bocetos

Prototipo

Imagen de un prototipo



Imagen de un prototipo basado en radiolarios

Análisis: Uno de los primeros aciertos de este método es que fue creado por biólogos, lo cual facilita que el análisis de un organismo animal o vegetal sea investigado de manera profunda.

Una de las partes que podría carecer este método es en lo que corresponde al proceso creativo o conceptual, ya que

Ejemplo:

Confrontación del problema: Crear un nuevo juego infantil para playa inspirado en un animal marino

Entidad Biológica: Medusa de la especie *Chrysaora quinquecirrha*

Su análisis puede comprender:

- 1) El estudio de su forma, estructura y funcionamiento. (Trasparente, pegajosa, tóxica)
- 2) Su estudio en relación con su ambiente. (Mar, Playa)



Imagen de entidad biológica (*Chrysaora quinquecirrha*)

Modelo Lógico:

En esta fase se abstraen los principios de forma esférica flagelada, la estructura transparente y funcionamiento de sus tentáculos. Así como la conceptualización de: materiales resistentes al agua, la salinidad y el sol. Todos ellos proyectados a través de modelos computacionales o 3D.

Aplicación de diseño:

(Producto o concepto final)

Empapa Medusa: "Juego Infantil producido en material transparente para colocarse cerca de la playa o parques acuáticos"

El concepto utiliza agua de mar (como recurso local) y plástico poliláctico o extraído de la soya (como material biodegradable).

Su estética logra atraer al juego y el aprendizaje entre los infantes.

sólo se sugiere implementarlo por su cuenta o cómo se enseña en la universidad. Además de no integrar criterios en la fase del planteamiento del problema. Por otro lado, y al igual que el método anterior, no integra ninguna fase que implemente alguna evaluación profunda del objeto, construcción o mensaje diseñado.

MÉTODO INDUCTIVO/ DEDUCTIVO DE LA BIÓNICA

Este método fue implementado originalmente por el Instituto Europeo di Design⁵ en Milán por el profesor Carmelo Di Bartolo. Puede implementarse desde dos perspectivas: de manera inductiva y de manera deductiva.

Inductivo: Se ha observado la especie y su manifestación particular e información contenida. Se procede a buscar información zoológica o botánica. Cangrejo de río *Cherax destructor* (img a). Se busca abstraer sus procesos biomecánicos, formales y su eficiencia. En este caso la locomoción de su escape rápido. Para posteriormente aplicarse la información en alguna necesidad, en este caso, una pinza para utilizarse con agua (img b).

Deductivo: Es lo contrario al inductivo y se empieza con el análisis del objeto: una pinza (img 3) adaptada a la utilización humana de la mandíbula o las manos para transformarla en el rediseño haciéndola más eficiente al compararla con un pico, gancho, pinza o garras.

Ken Yeang menciona algunos criterios metodológicos generales que conformarían el proceso biónico a partir de un problema específico por resolver. Él expresa que "se requiere del conocimiento del área técnica en donde ocurre el problema de diseño, de un conocimiento de la biología, o al menos de aquella parte del campo donde se puedan encontrar respuestas, y de una terminología que permita una comunicación con biólogos".⁶

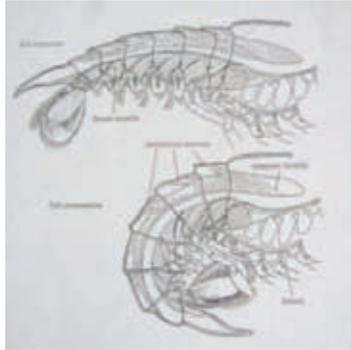


Imagen a. Partes del *Cherax destructor*. Por DFS

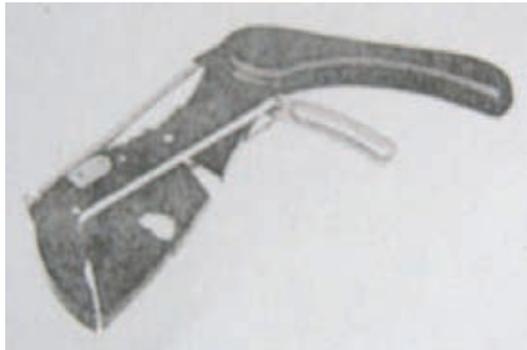


Imagen b. Pinza sumergible. Por DFS

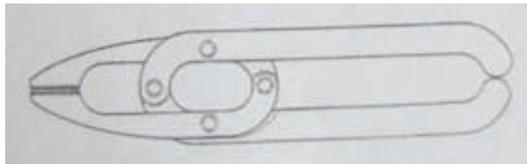


Imagen c. Pinza común. Por DFS

Consta de 6 fases:

- Selección del sistema biológico de estudio considerando que sus atributos sean análogos a los del sistema que se pretenda diseñar.
- Determinación de los criterios que permitan calificar y cuantificar la validez de la analogía establecida.
- Proceso de observación experimental y abstracción del sistema biológico investigado (considerado como prototipo).
- Proceso de traducción a un lenguaje técnico, a través de la modelización.
- Interpretación del modelo y adecuación del principio detectado al sistema por diseñar.
- Proceso de evaluación del funcionamiento del sistema diseñado y retroalimentación.

Análisis:

Una de las carencias de este método es que no argumenta o no hace ninguna recomendación para decidir en qué caso se debe utilizar el proceso deductivo o inductivo.

En cambio, dentro de sus sintetizadas y bien explicadas 6 fases, si propone una evaluación para generar una retroalimentación en el proyecto implementado.

⁵ BIRKELAND, JANIS. Design for sustainability. The bionic method in industrial design . Earthscan Publications, Londres, pág. 84

⁶ VANDEN BROECK, Fabricio. El diseño de la Naturaleza o la Naturaleza del diseño. UAM Azcapotzalco. México, 2000. p. 100

PROCESO CREATIVO DEL DISEÑO PARA LA BIOARQUITECTURA

Javier Senosiain, autor de BioArquitectura⁷ propone una metodología creativa para la arquitectura orgánica en donde busca llegar a una imagen conceptual funcional, en donde el paso del funcionamiento es lo más importante. He aquí las siete pases que le integran:

Información: Consiste en un inventario de necesidades, tanto físicas y psicológicas, tomando en cuenta las condicionantes culturales y contextuales del proyecto.

Investigación: Búsqueda y análisis de proyectos similares.

Funcionamiento: Organigrama en el que se indica la liga que existe entre un órgano y otro, a este órgano o célula se le considera como una zona o como un espacio. Se debe apreciar un todo embrionario (con su ubicación y proporción correcta) que continua gestionándose hasta pasar a la síntesis.

Síntesis: Requerida para generar una imagen conceptual. Ya concentrada toda la información, condicionantes ambientales, de cultura, etc., busca ascender para buscar un desecho minucioso de elementos innecesarios, tal y como se ilustra en la imagen del volcán (Diag. a).

Concepto: Es el instante en que se produce la idea y que detona al generar un producto nuevo, una imagen concepto que aflora en el vértice de dos conos opuestos.

Anteproyecto: Es la expresión del concepto.

Proyecto ejecutivo: Se pule el anteproyecto para pretender crear un todo armónico

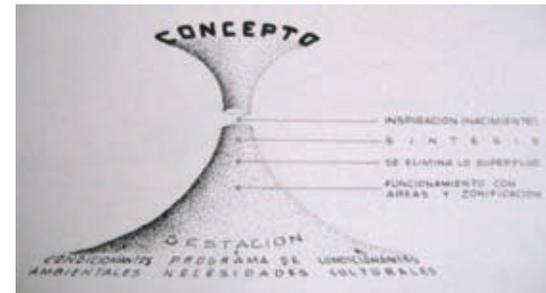


Diagrama a. Volcán del proceso creativo del diseño. Por Javier Senosiain.

Análisis:

Aunque el proceso es planteado para el área de arquitectura, puede ser adaptado fácilmente a las demás disciplinas del diseño.

Una de las principales carencias de este método es en el primer paso, ya que habla de la generación de un "inventario de necesidades" y no se plantea la manera que se debe implementar. Del mismo modo no implementa ninguna fase de evaluación.

⁷ SENOSIAIN, Javier. BioArchitecture. Architectural Press. Amsterdam 2003 pp 10

PROPUESTA METODOLÓGICA: Método de Diseño Simbiótico.

Después de analizar las metodologías anteriores, el trabajo de diversos organismos y personas involucradas en la biomimética, e incluir los principios para un diseño simbiótico resultado del primer capítulo (pág.47), se propone la siguiente metodología nombrada: **“Método de Diseño Simbiótico”**.

El relacionar al Diseño con la simbiosis provee de un ejercicio interdisciplinario que fomenta la búsqueda de un balance en la manera de generar objetos, mensajes o sistemas, prometiendo resultados innovadores que integran los preceptos de sustentabilidad, visión holística y biomimésis de manera natural en el resultado final.

El seguir proyectando objetos, mensajes o sistemas para beneficio humano, debe incluir una instrucción que fomente la co-evolución junto con las demás especies, por tal motivo se implementan fases de evaluación que insisten en percibir los principios o patrones de la vida en la Tierra.

de forma, eficiencia y adecuación.

“La teoría de la simbiogénesis sucede entre organismos que encuentran un beneficio mutuo trabajando juntos. A primera instancia, es la absorción de la mitocondria unicelular (la cual es la que provee de energía útil) en células grandes (las que proveen comida y protección) haciendo posibles organismos complejos como nosotros.”⁸

Lynn Margulis

Ubicación

1. Ubicarnos como seres orgánicos. Se concientiza que somos habitantes de un planeta que evoluciona y coopera en simbiosis.
2. Ubicar el problema emergente dentro de los dominios del diseño. Richard Buchanan y Víctor Margolin define cuatro dominios: Mensajes, Objetos, Acciones y Ambientes complejos.⁹ (Ver Anexo 3)
3. Ubicar el campo de acción. Es el ámbito en el que se estará trabajando: Individual, comunitario, regional o global. Se compara o análoga con un elemento orgánico, comunidad orgánica, región ecosistémica o planeta entero.

Confrontación

4. Confrontación del problema. Plantearlo pretendiendo una analogía funcional. Ejemplo: ¿Cómo me sujeto a una superficie vertical?
5. Biologizar el problema. Traducir la función de diseño en funciones que se encuentran en la Naturaleza. ¿Cómo la Naturaleza realiza esta función? ¿Cómo la Naturaleza NO realiza esta función? Comparar soluciones biológicas con soluciones existentes. En ocasiones el revelar contradicciones en productos o patentes existentes puede ayudarnos a situar el problema o generar más alternativas.
6. Selección del sistema biológico/artificial de estudio. Ya sea por Inducción (elemento orgánico) o Deducción (elemento técnico), considerar que sus atributos sean análogos a los del sistema que se pretenda diseñar o resolver.

⁸ Lovelock, James, Healing Gaia, Harmony Books, Nueva York. 1991

⁹ Margolin, Victor and Richard Buchanan, editors, The Idea of Design, The MIT Press, Cambridge, MA, 1995, p.7-8.

Observación

7. Proceso de observación experimental. Observar directamente el elemento técnico u elemento biológico de manera holística a través del método goethiano (p. 24) Se debe apreciar un todo embrionario (con su ubicación y proporción correcta) que continúa gestándose. Se propone hacer un análisis original: descripción de cómo se percibe con sus propias palabras y dibujos, así como el trabajo de campo o tener los elementos físicamente.

8. Recolectar datos biológicos. Incluir hojas de datos biológicos. Revisión de literatura biológica. (nombre científico/nombre técnico) publicaciones científicas, internet, bases de datos científicas.

9. Encontrar Patrones. Encontrar los patrones y procesos en donde la Naturaleza ha logrado aciertos o encontrar los patrones que ha logrado el objeto técnico que se requiera modificar. Es aquello que se va a estudiar, en el caso de un organismo biológico/ objeto técnico puede ser estudiado según:

- Su forma, función y ecosistema
- Su relación en su historia natural/historia técnica.
 - ontogenia: desarrollo biológico a nivel individual /desarrollo en el sistema antropogénico a nivel individual
 - filogenia: historia evolutiva completa de un grupo de organismos/ historia de diseño
- Su relación con el ambiente (comportamiento natural)/ desarrollo industrial.

Abstracción

10. Abstractar el elemento biológico/elemento técnico. Desarrollar ideas y soluciones basadas en modelos formales, funcionales o ecosistémicos de la naturaleza.

Imitar la Forma :

- Encontrar detalles en la morfología.
- Entender los efectos en la escala.
- Considerar factores de evolución de la forma.

Imitar la Función (Eficiencia):

- Encontrar detalles en los procesos biológicos.
- Entender los efectos en la escala.
- Considerar factores de influencia en la efectividad del proceso del organismo.
- Considerar caminos en donde se debería profundizar al imitar el proceso.

Imitar el Ecosistema (Adecuación):

- Encontrar detalles en el proceso biológico .
- Entender los efectos en la escala.
- Considerar factores de influencia en la efectividad del proceso del organismo/ sistema.

En este paso se sugiere apoyarse con biólogos o ecólogos expertos.

11. Originar el concepto. Es el instante en que se produce la idea y detona la generación de un producto nuevo. Se busca incluir los principios de forma, eficiencia y adecuación.

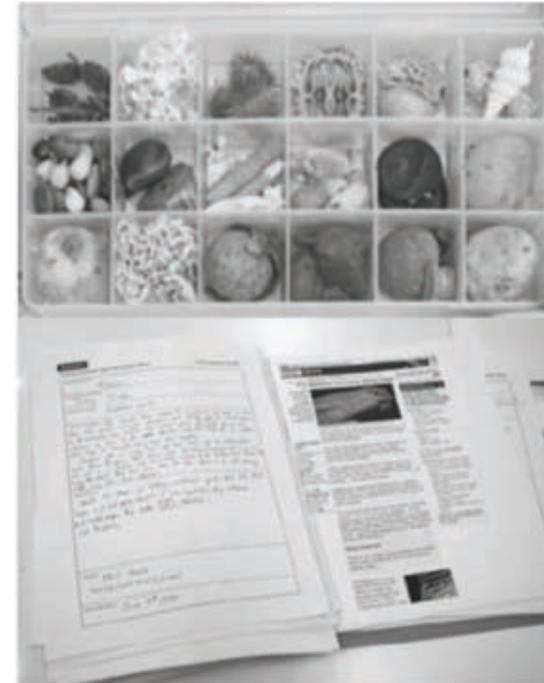


Imagen de muestras y análisis original

12. Generar el anteproyecto. Expresión del concepto. El proceso creativo entra en esta etapa: materiales, ensambles, instalación, etc. La propuesta por se genera por el propio diseñador (prototipos, renders, maquetas o dummies)

13. Proyecto ejecutivo. Se perfecciona el anteproyecto para lograr un todo armónico. Se genera un prototipo del objeto, mensaje o sistema.

Evaluación

14. Re-identificación de problemas. Continuar cuestionándose la solución obtenida. Identificar los diferentes caminos para mejorar el diseño y plantearse más preguntas para explorar interconexiones. Las preguntas ahora deben ser para refinar el concepto en el siguiente nivel: envase, manufactura, mercadotecnia, transporte, nuevos productos alternativos, aditamentos, etc.

15. Evaluación con los patrones de la vida. ¿Interfiere con las condiciones de vida en la tierra? ¿Cómo estas ideas pueden ser comparadas con los “patrones de la vida”, los principios efectivos de la Naturaleza? Evaluar la solución de diseño con los “Patrones de la Vida” (ver tabla A).

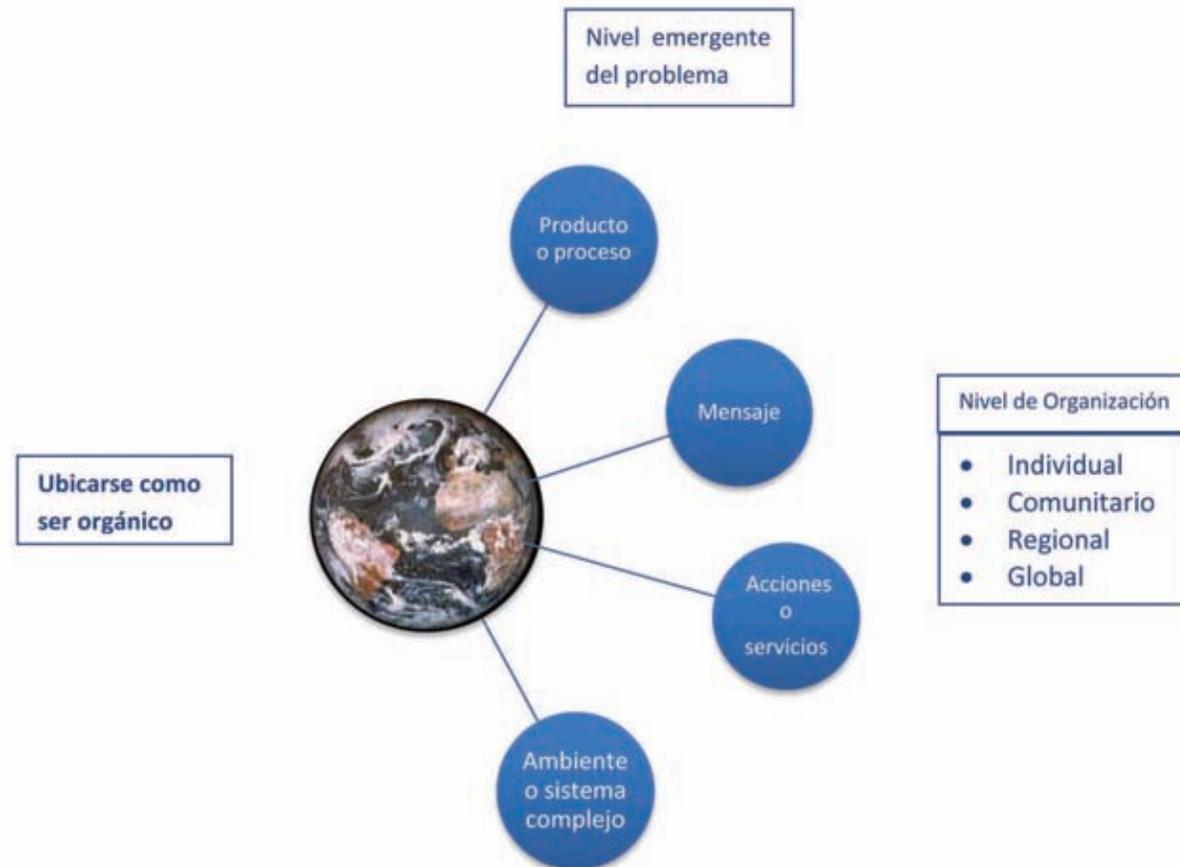
16. Re-afirmar la simbiosis del elemento. Desarrollar y refinar el planteamiento de diseño basado en las lecciones aprendidas al evaluar los “principios de un diseño simbiótico”(pág. 47).

Tabla A. Patrones de la vida (Biología General)

La vida se construye desde abajo hacia arriba(de células a macro-organismos)
La vida se ensambla entre sí en cadenas de retroalimentación
La vida necesita un interior y un exterior
La vida utiliza muy pocos temas para generar diversidad de variaciones
La vida se organiza con información
La vida estimula la variedad para reorganizar la información
La vida se crea a partir de los errores
La vida se origina en el agua
La vida funciona con el azúcar
La vida trabaja en ciclos
La vida recicla todo lo que usa
La vida se mantiene a través de los volúmenes de producción
La vida tiende a optimizar en lugar de maximizar
La vida es oportunista
La vida compete en medio de un entramado de cooperación
La vida está interconectada y es interdependiente

Diagrama del Método de Diseño Simbiótico

Ubicación



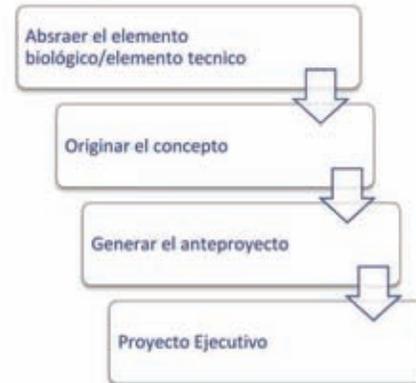
Confrontación



Observación



Abstracción



Evaluación



EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL MÉTODO DE DISEÑO SIMBIÓTICO.

Dentro de este apartado se incluyen los trabajos de los alumnos de la clase de Biomimética y Diseño Holístico impartida en el Posgrado en Diseño Industrial en 2009. La capacidad de análisis aprendida de este método alcanzó los resultados esperados en donde todos los conceptos, maquetas y prototipos incluyen características estéticas, salutogénicas y holísticas logrando una innovación sustentable en sus estructuras, materiales, procesos de fabricación y ciclo de vida. A continuación se presenta la descripción de los ejemplos:

Parabus Armadillium

Por Yanira Fitz/Antonio Sanchez

Esta solución está enfocada al problema que envuelve a las urbes en cuestiones de movilidad, la falta de contacto con lo natural y el problema de los desechos al dejar en desuso un mueble fijo.

El objetivo de este proyecto fue crear un parabus que logró adecuarse a las condiciones de vida urbana y los cambios bruscos de clima dando protección a los usuarios de transporte público.

El elemento fue inspirado en el sistema de defensa que presenta los artrópodos denominado conglobación, que consiste en enrollarse formando una esfera con su exoesqueleto o placas dorsales flexibles. La cochinilla (*armadillium opacum*) y su mecanismo de defensa fue reinterpretado a través del vinil hidrosoluble, material que se expande con la acción de la lluvia y se contrae con el calor del sol, generando una solución funcional y estructural.

El uso de materiales reciclables y el estudio de la vida urbana también se incluyeron en el proyecto el cual concluyó en un fundamental diseño simbiótico.



Joyería Multifuncional

Por Karla Díaz/Andrea Angulo

La multifuncionalidad estructural y de uso que logró esta pieza inspirada en los tejidos musculares -los cuales tienen la capacidad de contraerse y estirarse- fue el motivo para el desarrollo de esta pieza.

El confort que incorpora se complementa con el uso de materiales biodegradables como la madera, el caucho y la celulosa. Este brazalete permite convertirlo en un collar por su entramado y flexibilidad.

Así pues el saber interrelacionar diversos usos, diversos, materiales sustentables y relacionarlo con nuestro cuerpo humano es generador de estética y organicismo en objetos de moda.



Estampados Textiles para reconectar con la Naturaleza

Por Dora Calderón/Nallely Vega

Los objetivos de este proyecto eran integrados en tres:

- Descubrir por medio de estampados textiles el mundo natural en un ambiente artificial como lo es el hogar urbano.
- Lograr que objetos de decoración textil acerquen al habitante de la ciudad a especies de flora y fauna.
- Crear estampados con materiales de bajo impacto ambiental.

El contexto para este proyecto era enfocado a casas y departamentos de la ciudad de usuarios interesados en tener objetos en casa que den la sensación de una reconexión con la naturaleza para el ciudadano urbano.

Se plantearon redes de textiles vegetales inspirados en el tronco y hoja lobada de diferentes especies de árboles. Fusionando estas en una modulación de rapport por medio de una retícula fractal y motivos abstractos. Todos estos en estampado para la industria de la moda, algodón orgánico y tintas no tóxicas.

Otros motivos textiles integraron la abstracción del organismo y su entorno. En este caso el hongo *Aspergillus* y el vegetal *Solanum Elaeagnifolium*. La función de este estampado se planteó para decoración de interiores, y su aplicación en papel tapiz.

Implementar textiles con esta configuración híbrida fomenta la creatividad en la creación de estampados e indumentaria, sobre todo por la infinidad de diseños que la naturaleza (incluyendo la microscópica) se encuentra. De igual forma relacionarlos con textiles y tintes orgánicos fomenta un diseño en simbiosis.



Metamorfosis Colectiva

Por Verónica Córdoba/Lucía Ramírez

La pregunta inicial de este proyecto fue ¿Cómo cambiar la estética de un lugar mediante la acción humana a través de una acción biomimética?

Dentro de este proyecto se analizó el concepto de la metamorfosis de una especie de mariposa (papilio esperanza), y a través de material didáctico y una instalación de arte integrar a una comunidad con su entorno.

El objetivo final de este proyecto es que los habitantes logren la metamorfosis del lugar donde se interrelacionan, fomentando una educación ambiental para un mejor entendimiento tanto de su entorno físico como social haciendo del espacio público un lugar armónico.



Cipsel –Nube Inteligente

Por Miguel Osorio/Ángel Márquez

El objetivo de este proyecto fue el diseño de un artefacto que transporta y dispersa materiales.

El organismo analizado fue el diente de león (*Taraxacum officinale*), centrándose específicamente en sus cipselas (semillas) que son pequeñas agujas configuradas con pequeños ganchos para favorecer su adhesividad y un penacho (vilano), restos del cáliz transformados en estructuras filiformes, que facilitan la dispersión por el aire.

Una de las soluciones que puede generar este producto es crear nubes justo encima de las presas. Uno de los argumentos científicos estudiados fue que los cristales de hielo y el vapor en las nubes determinan la lluvia o la nieve. Si estos son grandes en verano, se tendrá lluvia. Si es invierno, habrá nieve. Se necesita insertar arena del desierto en las nubes, provocando así la lluvia. El polvo del desierto, que se infiltra en las nubes a través del viento, regresa a la tierra con la lluvia". Sembrar arena en la nube y a la elevación adecuada y con el contenido de humedad apropiado fue una de los problemas no resueltos

Sin embargo se propuso el material y proceso utilizado en las bases para huevo, conocido como pulp molding para la fabricación del Cipsel, el cual tiene como características que es económico por estar hecho de materiales reciclados como son el papel kraft y periódico con agua, no necesita aditivos, esto lo hace un material biodegradable.

Una de las conclusiones a la que llegaron estos estudiantes fue que la Naturaleza es un referente abundante de dispositivos aplicables a problemas tecnológicos. Referencia para el diseño en el desarrollo propuestas innovadoras y respetuosas con el medioambiente.



Escalera Gramínea

Por Eduardo Hernández

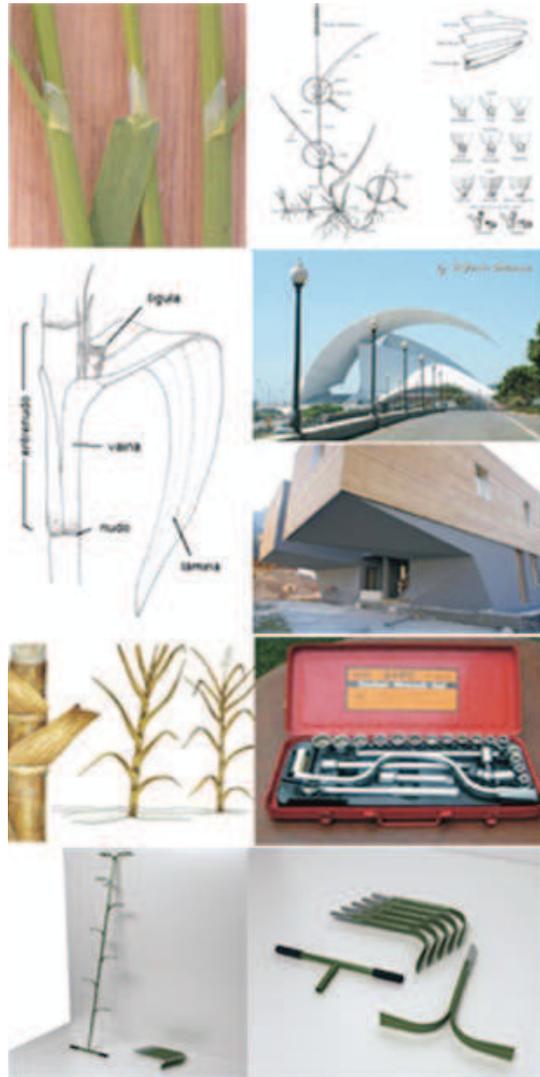
¿Cómo escalar a una altura con un mediotransportable y adaptable? Fue el problema a resolver con este proyecto en donde se analizó la conformación estructural de las gramíneas. Esta familia de plantas utiliza un sistema de modulación de elementos a partir de la disposición alterna de sus hojas, que se incorporan cambiando su geometría al tronco que les otorga rigidez estructural.

Partiendo del análisis de estas plantas se decidió utilizar las soluciones morfológicas de la planta y su modularidad implementada a partir de las soluciones tecnológicas compatibles sobre todo en el tema de la separación en partes.

La solución fue diseñar una escalera modular de partes interconectables, que se transporta y ensambla según la necesidad usuario-contexto. Sus partes son iguales y basadas en la estructura morfológica de las gramíneas, su solución estructural y la disposición de sus hojas.

En el producto diseñado, el estudio de las propias soluciones naturales garantiza la durabilidad y la efectividad del diseño. La modularidad hace posible su comercialización según las necesidades del usuario, la optimización del espacio en su transportación, la factibilidad de reparación en lugar de la caducidad de la totalidad del producto, e incluso facilita la socialización de su propiedad.

En este caso se ha querido demostrar que el diseño con una visión holística y ecológicamente comprometida, no puede estar complicado con fórmulas preestablecidas y visiones puntuales de la producción o el ciclo de vida de un producto, sino también de su usabilidad, del impacto en el propio usuario y la sociedad reflejo de la Naturaleza.



Conclusiones Generales

La interfase, en donde los objetos artificiales y naturales colisionan, es donde más énfasis deberíamos tener hoy los diseñadores, buscando vincular nuestra cultura con la Naturaleza, no dividirla. Entender la vida y su auto-organización promete redibujar las disciplinas del diseño, buscando una mayor exploración intuitiva, creativa, integradora y transdisciplinaria para generar soluciones reales al reconocer su complejidad y dinamismo.

Relacionar a la ciencia holística sirve de soporte para incluir en la práctica del Diseño a la Biomimética, manifestando que más que inspirarse y copiar, es involucrarse en el actuar mismo de Naturaleza sabiendo comprender sus niveles de complejidad y relacionando objetos, mensajes, actividades o ambientes que creamos los diseñadores hacia una comprensión de la sociedad que hoy busca retomar ritmos naturales.

Sabidamente Víctor Papanek expresaba que “Todo diseño educa para establecer un orden [...] debemos guiar la intervención del diseño en la Naturaleza y la humanidad”.¹⁰ ¿Cómo podemos hacer visible o incrementar esta sensibilidad hacia el mundo

natural? Indudablemente cada disciplina tiene una tarea, ¿pero cómo establecerla dentro del diseño? Indudablemente la Biomimética lo puede lograr, ya que estoy convencido de su potencial. Generar un entendimiento con la Naturaleza ayudará a fortalecer nuestra capacidad de análisis como diseñadores y aumentará nuestra voluntad proyectual abriendo perspectivas entre las exigencias del medio natural y del desarrollo humano.

En la Naturaleza podemos encontrar un repositorio de inteligencia y aplicaciones en el diseño, si seguimos investigando y teniendo ese sentido de percepción hacia ella nos sorprenderemos con la innovación benéfica y dócil que podemos lograr generando una verdadera conciencia sobre nuestra evolución. El diseño urgentemente debe integrarse, no sólo en el estudio de la sustentabilidad o la ecología, sino que estas deben guiar e ir más allá en el estudio de sistema natural buscando una sinergia, simbiosis y salutogénesis.

La innovación tecnológica y sustentable que la biomimética promete reflejar benefician un cambio sustancial en la economía junto con otros temas

¹⁰ PAPANEK, Victor. The green Imperative. Thames and Hudson, Nueva York, 1995, p. II

como la permacultura, la ecología industrial, la bioarquitectura y todos los demás temas que trata el Diseño Natural pudiendo guiar hacia una revolución planetaria. Si la teoría del caos ha transformado la visión de la interconexión de las cosas, la biomimética esta transformado la forma generar diseño, en la búsqueda de una innovación sustentable: una herramienta que nos incita a re-imaginar el mundo que queremos heredar.

Si los indígenas sabiamente dicen “que la forma de un pez es moldeada por el agua, y la forma del agua toma esa forma modelada por la del pez,” Esa simbiosis es caracterizada por el ambiente físico, geográfico y biológico en el cual las especies viven. ¿Por qué no moldear nuestro mundo a esa imagen y semejanza? Trasformar nuestros métodos y prácticas en el diseño para reflejar esto pondrá las “alas del búho en movimiento”, o en otras palabras, abrirá caminos distintos hacia la búsqueda de mejores alternativas en la transformación y cosmovisión del mundo.

En mi opinión lo que está pasando es que el concepto de la vida, la armonía de medio ambiente y el de comunidad sustentable está siendo vista como una “estructura viva”. El mismo concepto de tecnología se está reorientado al observar íntima y extensivamente (holísticamente) con una mayor sensibilidad hacia la Tierra. Los diseñadores debemos aprender a pensar en diferentes dimensiones sobre los problemas de diseño, esa es la metodología que debemos estar buscando,

en donde Naturaleza y cultura entretrejan una co-evolucion como la solución a todos los problemas y haciendo a la Tierra progresivamente nuestra casa.

Esta transposición debe ser tomada en cuenta en nuestro gremio, ya que todavía nos dedicamos a proyectar para generar consumo, entretenimiento o modificar el ambiente sin concientizarnos de las conexiones que mantienen nuestra biosfera saludable. ¿Es entonces capaz el diseño industrial de transformarse y generar tendencias hacia una cultura sobre lo Natural, sobre lo Orgánico, sobre lo Holístico, sobre lo Simbiótico?

Sin duda alguna alcanzaremos un futuro en el que será reconocido el gran diseño de la Naturaleza, sus patrones informarán a las nuevas generaciones para dar una mejor forma al mundo. Y a pesar de que estemos entrando en una ingeniería genética, nanotecnología, robótica y mundos virtuales, todos buscan una fluidez con lo natural, o como dice Todd hacia una Nueva Biotecnología. Las tendencias indican una era biocentrada, en donde nuestros métodos de diseño estarán implicados hacia un grado entendible entre la complejidad y la holística preparándonos hacia un rol activo en la evolución.

Hoy más que nunca diseñadores, ingenieros y arquitectos debemos buscar informarnos o generar grupos interdisciplinarios con relación en el campo de la Biología, para obtener información necesaria sobre el porqué de tales procesos, formas y estrategias.

Personalmente, veo a la biomimética como una forma de vida a futuro, y aunque para muchos puedes ser un “estilo” o una “técnica”, va más allá. Es eliminar la línea entre lo natural y lo artificial, es generar una nueva estética e innovación sustentable.

Existe infinidad de maneras de relacionar el diseño con la Naturaleza. Como se vió históricamente, han existido cantidad ejemplos; desde da Vinci y sus estudios anatómicos, la Arquitectura Orgánica de F.L Wright, el modernismo y Art Nouveau, el biomorfismo de los cincuentas, el movimiento verde de los ochentas y hoy con toda aquella sofisticación en la biotecnológica aplicada al diseño.

Biónica, Biomímica, Biodiseño, Bioinspiración han venido transformándose, y como sinónimos todas estas definiciones promueven hoy una relación común. Mi propuesta no sólo reconoce el potencial de la biomimética junto con el diseño, si no que nos lleva a entender cómo guiar al diseño a un nivel armónico con el mundo natural, al comprender sus leyes, formas, mecanismos, procesos y ecosistemas a un nivel holístico. Este meta-nivel nos puede generar casi de manera automática un diseño ecológico y sustentable en sí mismo.

El apreciar la Naturaleza de esta manera y contextualizarla en el campo del diseño generará un mejor entendimiento ya que se transforma en una completa herramienta de aprendizaje. De igual manera brindará información formal, seria y profunda

(basada en publicaciones científicas, bases de datos acreditadas y trabajo de campo) llevando hacia una práctica biomimética en el campo del diseño aprendiendo que es lo apropiado, que es lo que permanece y que es lo que funciona en la Naturaleza, lo cual estará dentro de los estándares ecológicos y de innovación. Así futuros diseñadores y los que ya se encuentran en la práctica, elegirán correctamente soluciones para sus proyectos.

La biomimética está abriendo los ojos a las nuevas tecnologías aplicadas al diseño, visualizando el gran potencial de innovación que el mundo viviente nos ofrece; La Naturaleza es una lección permanente. En esencia, el proceso de aprender de la Naturaleza es el cómo “participar apropiadamente en el proceso natural”. El aprendizaje nunca terminará, ya que la Naturaleza cambia al igual que las tecnologías, hoy buscamos adaptarnos a sus ritmos en ese proceso continuo e intermitente, una habilidad que como humanos debemos hoy más que nunca interpretar. Simplemente el diseño no debe dejar que se pierda la comunión entre la red de la vida y las extensiones del hombre como las herramientas de comunicación. Si no logramos diseñar conexiones en donde el humano y las demás especies entren en simbiosis, colapsaremos. Ver a la Biomimética como herramienta para el diseño es entender cómo está formado un bosque para construir una ciudad; el estudiar el vuelo ligero de los pájaros para construir transportes más eficientes; el

emular las semillas o frutos para generar envases; el comprender mecanismos fractales de las moléculas para diseñar joyas, entre otras miles de innovaciones que hacen de la Naturaleza nuestra más grande maestra.

La adopción de un modelo simbiótico, como la metodología que propongo, nos llevará a considerar la constitución, no sólo de nuestra artificialidad, sino de una mejor visión e innovación sustentable para el futuro. Por ello, la aportación conceptual más importante del diseño incluido en una postura biomimética, es manifestar la percepción del mundo y la evolución natural como un proceso creativo. Con todo esto se buscará mantener un equilibrio junto con los demás organismos, logrando una simbiosis al proyectar productos orgánicos, biodegradables, efímeros, perdurables, serviciales, protectores, acordes con la Naturaleza.

El estudio de la metodología aquí propuesta ayuda a promover la ciencia interdisciplinaria, preservación de biodiversidad, la educación del diseño y el desarrollo de innovación tecnológica de manera saludable, estética y renovable, así como infinidad de soluciones técnicas. Inclusive este método puede ayudar a crear en una empresa productos y procesos que:

- Sean Sustentables
- Se desempeñen saludablemente
- Ahorren energía
- Disminuyan costos de material
- Redefinan o eliminen “desperdicio”
- Aumenten las categorías de los productos
- Guíen a la Renovación
- Construyan una marca

De igual forma biólogos, físicos e ingenieros deben buscar plasmar todo su conocimiento -acervo de información científica que es de gran beneficio y que sería un desperdicio no utilizarlo- en los productos o aplicaciones cotidianas, siendo la Biomimética un vínculo con los diseñadores, y en verdad visualizar que en la Tierra toda creación humana también tiene razón de ser, en la generación de una acciones simbióticas. No sólo el diseñador profesional, si no todo ciudadano, debe buscar un entendimiento entre la auto-organización y la simbiosis en la Naturaleza. Sin embargo como agentes para la manifestación de tendencias debemos ser precursores críticos para todas aquellas decisiones de innovación que se hagan hoy en el siglo XXI, viéndolas como una evolución natural y un vivir armónico en nuestra casa: “El Planeta Tierra”.

“Buscar una armonía que vaya más allá de los daños limitados causados a nuestro mundo físico, abre las puertas al futuro del diseño que nos dirigen a situarnos en el mundo real. Ya sin estar separados de las ciencias y las humanidades, buscamos disolver la ansiedad moderna sobre esa alienación del mundo de unos con otros, guiando a una tierra placentera.”¹¹

Alan Powers

“La forma sigue la función- eso ha sido malentendido. Forma y función deben una sola, incorporadas por una unión espiritual”
Frank Lloyd Wright

“Hasta lo más innatural es Naturaleza... Aquel que no ve a la Naturaleza en todas partes, nunca la vera entonces de manera correcta”.

Johann Wolfgang von Goethe

“Si un camino es mejor que otro, debes estar seguro que es el camino que toma la Naturaleza.”

Aristóteles

Perderemos nuestra alma si perdemos la experiencia del bosque, las mariposas, el canto de los pájaros y si no vemos las estrellas en las noches.

Tomas Berry

“Todas las cuestiones importantes de nuestra era tiene que ver en el cómo incorporarse a la “Gran Creación”, transformando la actividad humana en la tierra yendo de la destrucción a la participación y las actitudes humanas hacia la naturaleza logrando eliminar ese tipo de autismo hacia una reverencia competente.”¹²

David Orr

¹¹ POWERS, Alan. Nature in Design. Conran Octopus Publishers. Londres, 1999

¹² Orr, David, The Nature of Design, Oxford University Press, Nueva York, 2002, p.4.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- ALDERSEY, Hugh. Zoomorphic: New animal architecture. Collins Design. Nueva York, 2003.
- ANTONELLI, Paola. Design and the elastic mind. MoMA. Nueva York, 2008.
- AUSUBEL, Kenny. Nature's operating instructions. Sierra Club Books. San Francisco, 2004.
- BALL, Phillip. Shapes: Nature's Patterns, a tapestry in three parts. Oxford University Press. Nueva York, 2009.
- BATESON, Gregory. Mind and Nature: a necessary unit. Fontana/Collins Editions. Londres, 1980
- BEATTIE, Andrew. Wild Solutions. Melbourne University Press, Melbourne, 2001.
- BENYUS, Janine. Biomimicry: Innovation inspired by nature. Perennial. New York, 2002.
- BENYUS, Janine, PAULI, Gunter. Nature's 100 Best: World-Changing Innovations Inspired by Nature. Chelsea Green Publishing Company, Londres, 2009.
- BAR-COHEN, Yoseph. Biomimetics: Biologically inspired technologies. Taylor and Francis Group. Boca Raton, 2006
- BERNSEN, Jens. Bionics in Action: Design work of Franco Lodato. Story Works. Copenhagen, 2004.
- BREBBIA, Carlos. Design and Nature volumes. WIT Press. Southampton, 2008
- BROOKS, Bruce. Nature by Design. Farrar Straus Giroux. Nueva York,
- CAMPI, Isabel. La Idea y la Materia. GG Diseño. Barcelona, 2007
- EDWARDS, Andres. The Sustainability Revolution. New Society Publishers. Toronto, 2006
- FORBES, Peter. Gecko's Foot: bioinspiration. Fourth Estate Press. Londres, 2005
- FRENAY, Robert. PULSE: systems and machines inspired by living things. Farrar, Straus Giroux. Nueva York, 2006.
- FRENCH, M., Invention and evolution: design in Nature and engineering. Cambridge University Press. Cambridge, 1988.
- GOULD, James. Animal Architects. Basic Books. Nueva York, 2007
- GREENHALGH, Paul. Art Nouveau: 1890-1914, V&A editions. Londres, 2000.
- HAWKEN, Paul. LOVINS, Amori. Natural Capitalism. Black Bay Books. Nueva York, 1999.
- KELLERT, Stephen R. Building for life : designing and understanding the human-nature connection. Island Press, Washington, DC, 2005.
- LEE, David. Nature's Palette: the science of plant color. The university of Chicago Press. Chicago, 2007.

LEWENS, Tim. Organism and Artifacts. Design and Nature and Elsewhere, MIT Press, Cambridge, 2004.

McDONOUGH, William. BRAUNGART, Michael. Cradle to Cradle. North Point Press. Nueva York , 2002

McHARG, Ian. Design in Nature. Wiley and Sons Press. Nueva York, 1992

National Research Council. Inspired by Biology: from molecules to material to machines. National Academies Press. Londres, 2008.

PORRIT, Jonathon. Capitalism: As if the world matters. Earthscan. Londres, 2007.

POWERS, Alan. Nature in Design. Conran Octopus Publishers. Londres, 1999

SACHS, Angeli. Nature Design: from inspiration to innovation. Lars Muller Publishers. Zúrich, 2007

SELTMANN, Gerhard. Entry Paradise: New worlds of design. Birkhauser Publishers. Dusseldorf, 2006.

SENOSIAIN, Javier. BioArchitecture. Architectural Press. Amsterdam, 2003.

STEFFEN, Alex. World Changing. Abrams Publishers. Nueva York, 2008

THAKARA, John. In the Bubble: Designing in a complex world. MIT Press, Cambridge, 2006.

THOMPSON, D'Arcy. On growth and Form. Cambridge University Press, Cambridge, 1992.

TODD, John and Nancy. From ecocities to living machines. North Atlantic Books. Berkeley, 1994.

TREIBER, Daniel. Frank Lloyd Wright. Birkhauser Publishers. Basilea, 2008

TSUI, Eugene. Evolutionary Architecture. Wiley and Sons Press. Nueva York, 1999

VINCENT, J.F.V., Borrowing the best from Nature. In Encyclopedia Britannica Yearbook. (Bettman Archive).Londres p.169, 1995

VOGEL, S., Cat's paws and catapults: mechanical world of nature and people. Penguin Books. Londres, 1999.

VANDEN BROECK, Fabricio. El diseño de la Naturaleza o la Naturaleza del diseño. UAM Azcapotzalco. México, 2000.

VAN DER RYN, Sim. COWAN, Stuart. Ecological Design. Island Press. Washington, 1996.

WANN, David. Biologic-Designing with Nature to protect the environment. Johnson Books. Boulder, 1994.

YAHYA, Harun. Biomimetics: Technology imitates Nature. Global publishing. Estambul, 2006.

**Imagen de la portada. Cortesía de Seed Magazine.*

ANEXO 1. Principios del Ecodiseño

En su libro Diseño Ecológico¹³ Sym Van Der Ryn denota 5 principios:

- Soluciones generadas desde el propio contexto: Si somos sensibles a las pequeñas distinciones o matices de nuestro contexto local, podemos aprender de la riqueza cultural, de la adaptación de flora y fauna, sin destruir promoviendo una estética.
- Niveles ecológicos informan al diseño: si reconocemos desde un principio el impacto de nuestros diseños, determinaremos con mayor inteligencia su adaptación.
- Diseñar con la Naturaleza: resumidamente, es trabajar junto con los procesos vivientes, respetando las necesidades de las demás especies mientras conocemos las nuestras. El relacionarnos con procesos que se regeneran, en lugar de agotarlos nos hacen sentirnos más vivos.
- Todos somos diseñadores: Saber escuchar a más disciplinas participantes en la solución del problema es de gran beneficio para las sociedades, esto refleja que debemos trabajar

con biólogos, ingenieros o tener al menos conocimientos básicos. De igual forma el cooperar, claramente generara una salutogenesis automática, ya que el estar informados y relacionados es básico.

- Hacer visible la naturaleza: Es hacer visibles los ciclos, las formas, los procesos y las estética que nos informa del estado de desarrollo de la vida.

Las similitudes entre los 2 principios de ecodiseño en donde su primicia es un “diseñar con la naturaleza” en relación con las “leyes de la vida” o la “matriz” para estructura un proceso de diseño lo que el diseño necesita para generar soluciones. Que el diseño sea co- evolutivo con el mundo natural nos demuestra la búsqueda de una alianza sinérgica, un objetivo más que debe involucrar la biomimética.

¹³ VAN DER RYN, Sim. COWAN, Stuart. Ecological Design. Island Press. Washington, 1996.

ANEXO 2. Principios del Ecodiseño

John Todd y Nancy Todd en su libro *From eco-cities to living machines* presentan de forma más profunda y natural algunos preceptos para un Ecodiseño enfocado a estos sistemas vivientes:¹⁴

- El mundo viviente es la matriz para todo diseño
- El diseño debe ser entendido desde un contexto gaiano buscando la unidad entre naturaleza y cultura.
- El diseño debe seguir, no oponerse, a las leyes de la vida
- Los procesos biológicos deben proveer el modelo para diseñar que apunte una apropiada participación en el contexto natural.
- La equidad biológica deberá determinar el diseño
- La búsqueda de una ecotecnología o biotecnología requiere de un soporte de los procesos biológicos y al mismo tiempo generar justicia social.
- El diseño deberá reflejar la bioregionalidad
- La identidad y la cultura, la geografía, topografía, comida y los recursos indígenas deben ser expresados tal como lo han venido haciendo a través de milenios.
- Los proyectos deberán basarse en fuentes de energía renovable
- El uso del sol, aire, agua y biomasa como fuentes de energía renovable reducirán cada vez más la disrupción causada por el irresponsable uso de combustibles fósiles.
- El diseño deberá ser sustentable a través de la integración de sistemas vivientes
- La colaboración e integración a los sistemas biológicos, y las diferentes escalas y funciones deben mantenerse presentes hacia un diseño integral.
- El diseño deberá ser co-evolutivo con el mundo natural
- Adoptar el diseño a los procesos biológicos y ecológicos para resolver problemas humanos, también modificará medios humanos para proteger los procesos naturales.
- Construir y diseñar deberán ayudar a sanar al planeta
- Con la intención de formular una dirección para evolucionar en el planeta debemos aprender del conocimiento de la biología y la tecnología para buscar una cura o regeneración planetaria.
- El diseño deberá seguir una sagrada ecología
- La búsqueda de interconexiones entre la humanidad y la Naturaleza debe guiarnos a estimular un entendimiento entre los patrones que conectan y los procedimientos del diseño.
- Todos somos diseñadores
- Introducido recientemente, es una meta sobre la intención humana en la búsqueda de relaciones e interacciones para facilitar procesos de diseño en la búsqueda de conocimiento e inteligencia innata sobre el diseño.

¹⁴ TODD, John and Nancy. *From ecocities to living machines*. North Atlantic Books. Berkeley, 1994.

ANEXO 3. Principios de Inventiva

El siguiente formato contiene 40 principios inventivos. Estos ejemplos fueron desarrollados por Karen Tate y Ellen Domb en una clase titulada "Innovación Práctica."¹⁵ . Facilitado en el Curso de Biodiseño del Posgrado de Diseño Industrial - UNAM - noviembre 2007.

Principio 1. Segmentación

Dividir el objeto en partes independientes o
Que el objeto sea fácil de desensamblar.
Incrementar el grado de segmentación.

Principio 2. Eliminar

Separar la parte que interfiere en el objeto.
Dejar la única parte(o propiedad) necesaria del objeto.

Principio 3. Calidad Local

Cambiar la estructura del objeto de uniforme a no-uniforme o el ambiente externo de uniforme a no-uniforme.

Hacer que el objeto o sistema funcionen en condiciones correctas para su operación.

Principio 4. Asimetría

Cambiar la forma del objeto de simétrica a asimétrica.
Si un objeto es asimétrico incrementar el grado de asimetría.

Principio 5. Anexar

Integrar objetos similares o idénticos para que operen paralelamente.

Hacer que cada parte del objeto o sistema integre una función útil o extra.

Hacer operaciones continuas o paralelas; hacer que coincidan en tiempo.

Principio 6. Universalidad

Hacer que una parte del objeto desempeñe múltiples funciones; eliminando la necesidad de otras partes.

Principio 7. "Muñeca Rusa"

Situar un objeto dentro de otro.

Hacer que un objeto se pase través o se retraiga en otro.

Principio 8. Anti-peso

Para compensar el peso de un objeto, aliarse con otros para proveer ligereza .

Para compensar el peso de un objeto hacer que interactúe con el contexto natural.

Principio 9. Anti-acción Preliminar

Necesario para generar una acción de dañina y pero de efectos útiles.

Crear de antemano stress en el objeto que se opondrá posteriormente a un indeseado trabajable estrés.

Principio 10. Acción Preliminar

Ejecutar antes de que sea necesario el cambio requerido en el objeto (sea total o parcial)

Predisponer objetos que se requieran en la acción en el lugar más conveniente sin perder tiempo para entregar

Principio 11. Previamente acolchonado

Prepararse para la emergencia de antemano para compensar la relativa confiabilidad de un objeto.

Principio 12. Equipotencialidad

En un campo potencial, limitar cambios de posición.

Principio 13. 'El revés'

Invertir acción o acciones usadas para resolver problemas (en lugar de enfriar, calentar) .

Hacer partes (o ambiente externo) móvil fijo y partes fijas móviles.

Voltear el objeto(o proceso) o moverlo de arriba a abajo.

¹⁵ Ellen Domb, en "How to Help TRIZ Beginners Succeed. TRIZ Journal. Abril 1997. <http://www.triz-journal.com/archives/1997/04/a/index.html> (vi Octubre de 2009)

ANEXO 4. Dominios del Diseño

Principio 14. Esferoidal/Curvatura

En lugar de usar partes, formas o superficies rectilíneas usar curvilíneas, mover de superficies planas o cubicas a

Usar llantas, domos, espirales, bolas.

Ir de un movimiento lineal a un rotativo, usar fuerzas centrífugas.

Principio 15. Dinamismo

Diseñar las características de un objeto, ambiente o proceso para que cambie a una condición optima de operación.

Dividir un objeto en partes capaces de moverse una con otras.

Si un objeto o proceso es rígido o inflexible, hacerlo móvil o adaptable.

Principio 16. Acciones Parciales o Excesivas

Si un 100% de un objeto es difícil de lograr usando un método dado, usando un poco menos o un poco más el mismo método, el problema podría ser resuelto más fácilmente.

Principio 17. Otra dimensión

Mover un objeto de dos o tres dimensiones en el espacio.

Usar objetos multiusos en lugar de objetos o arreglos únicos.

1. Comunicación Simbólica y Visual: Diseño gráfico, Tipografía, Publicidad, Libros o Artes impresas, ilustración, emisión y media digital y diseño interactivo.

2. Objetos Materiales y Artefactos: Ropa, objetos domésticos, herramientas, instrumentos, maquinaria y vehículos.

3. Actividades y servicios organizados: La logística combinando recursos físicos, instrumentalismo y seres humanos en secuencias y agendas para alcanzar objetivos específicos

4. Sistemas Complejos y Ambientes para vivir, trabajar, jugar y aprender: Sistemas de ingeniería, arquitectura, planeación urbana, análisis funcional de partes que componen totalidades hacia su integración en jerarquías.

