

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**UNAM**



**DE LA ARQUITECTURA ORGÁNICA A LA BIO ARQUITECTURA**

**Contribución de dos autores Latinoamericanos**

**ANDRÉS ARMIN KULJIS MOLINA**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ARQUITECTURA CAMPO DE DISEÑO**

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNAM



**DE LA ARQUITECTURA ORGÁNICA A LA BIO ARQUITECTURA**  
**Contribución de dos autores Latinoamericanos**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ARQUITECTURA PRESENTA:

**ANDRÉS ARMIN KULJIS MOLINA**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ARQUITECTURA CAMPO DE DISEÑO**

2010



**DIRECTOR DE TESIS:**

M. en Arq. Alejandro Cabeza Pérez

**SINODALES:**

Dra. En Arq. Lucía Santa Ana Lozada

M. Arq. Alejandro Navarro Arenas

M. Arq. Enrique Villaseñor García

M. Arq. Miguel Ángel Aguilera Aguilar

## **AGRADECIMIENTOS**

**Agradezco a Dios por su luz, su energía y su magia**

**Gracias a la vida por esta oportunidad**

**Gracias a la coordinación de estudios posgrado, gracias por la beca para la realización de mi investigación**

**Gracias a mi familia por tanto apoyo y por creer en mí,**

**Gracias a todos mis maestros por dejar en mi una perspectiva increíble sobre la arquitectura,**

**Copilco 235 gracias por todo. Mexicuates, Bolicuates, 2005, Gomita gracias.**



## **INTRODUCCIÓN**

Hipótesis

Objetivos

### **1.- ANTECEDENTES**

1.1 Art Nouveau

1.1.1 Origen

1.1.2 Art Nouveau en Bolivia

1.1.3 Art Nouveau en México

1.2 Gaudí

1.2.1 Conceptos de Diseño

1.2.2 Métodos Constructivos

1.3 Arquitectura Orgánica

1.4 Arquitectura Antroposófica

1.5 Bio inspiración

1.6 Biomimética

1.7 Biónica

1.8 La naturaleza de la tecnología

### **2.- BIO ARQUITECTURA**

2.1 ¿Qué es la Bio arquitectura?

2.2 Fundamentación

2.3 El significado de la Bio arquitectura.

### **3.- CASOS DE ESTUDIO**

3.1 Bio Arquitectura en MÉXICO “ARQ. JAVIER SENOSIAIN”

3.1.1 Conceptos de diseño

3.1.2 Métodos Constructivos

3.1.3 Impacto Urbano

3.2 Bio Arquitectura en BOLIVIA “ARQ. MARIO MOSCOSO”



3.2.1 Conceptos de diseño

3.2.2 Métodos Constructivos

3.2.3 Impacto Urbano

#### **4- CONFRONTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.**

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFÍA.**

## INTRODUCCIÓN

La arquitectura Orgánica es una actitud, es un punto de encuentro, una respuesta común. Nace en parte como un retorno a lo primario y más que un retorno es un completo volver a empezar, pues un requisito es considerar lo natural como guía o al menos como primigenio, algo más antiguo y por lo tanto más sabio.

Se piensa que hoy más que nunca necesitamos empezar a integrarnos como un todo, sea por los motivos que sean, el retorno a un equilibrio entre lo humano y lo natural y lo inmaterial es no solo necesario, también curativo a diferentes niveles, hoy en día pareciera que las personas corren tras lo natural, al menos en las grandes urbes.

El retorno a lo orgánico ha surgido también en otras ramas. Se ha comprobado en diversos campos que el ser humano gusta de la presencia de la naturaleza y responde de manera armónica. Tanto ecólogos como psicólogos, doctores, floricultores, han encontrado entre múltiples disciplinas la satisfacción del hombre en lo orgánico. Uno mismo intenta introducir un poco de vida, aire, movimiento, algo que nos haga sentirnos extrañamente más acogidos y cuidados.

Suena osado llamarle memoria ancestral, pero tener macetas en cubículos de oficina hasta complejos diseños de jardines, áreas verdes y espacios abiertos, parece darnos cierta pista de que esta terminología sea adecuada. La sociedad busca un escape al rígido concreto y aunado al anhelo de verde se encuentra muchas veces una sensación de cautiverio, que se podría pensar cuando se sienten algunas viviendas, ciertos espacios reducidos o más bien, contenedores de humanos.

Esta triste monotonía se adquiere muchas veces por la intención en el diseño de espacios, ya que estos han sido pensados en busca de eficiencia y perdurabilidad, o resultando a la tiranización del dinero.

Este tipo de pensamiento, probablemente, era el más acertado dadas las necesidades y las exigencias que existían en contextos socio-económicos anteriores. Hoy día surgen nuevas necesidades y nuevas exigencias, además de nuevas facilidades en la construcción.

Los posibles impedimentos para una exploración profunda en la arquitectura orgánica son ya muy escasos.

Otro beneficio que ya fue expresado por Gaudí es que la Naturaleza está dotada de una

“extraña perfección”, por lo tanto, no se necesitan muchos cambios sino al contrario, se necesitan menos. La naturaleza y sus patrones de crecimiento son estables y armoniosos, no se necesitan vigas para mantener erguido un roble.

Este tipo de pensamiento se viene gestando desde hace ya algunas décadas, pero aún así hoy por hoy sigue siendo novel, un campo con posibilidades ni siquiera contempladas. No solo embellecer o ambientar "o enmarcar" algo, sino "incluirlo dentro de lo orgánico" desde el principio. Crear estructuras que nos hagan "sentir que nos encontramos dentro de algo que respira", para así nosotros mismos respirar mejor.

Incluir a todo en la representación cuatridimensional, aire, viento, tierra, incluso tener casas que muden de piel según las estaciones. Tener un cuerpo para el cuerpo, y para el alma un sitio para descansar.

**Hipótesis** Si entendiéramos más cómo funciona la naturaleza podríamos acercarnos a fabricar ensoñaciones, posibilitar la invención de ambientes orgánicos que revolucionen todo tipo de estructuras existentes.

Si los Arq. Moscoso y Senosiain confluyen en un enfoque similar es porque se está logrando entender mejor a la naturaleza y se podría llegar a avances que produzcan cambios en la estética, la estructura y la función.

## **Objetivos**

El objetivo general de esta investigación es:

“Promover a nivel global el conocimiento sobre la Bio arquitectura que servirá para generar un estado más armónico con la naturaleza y así como especie humana podremos evolucionar de una manera más consiente

Los objetivos particulares el presente documento son:

- Obtener una idea clara sobre lo que es la bio arquitectura.
- Comprender la naturaleza decodificarla e interpretarla.
- Desarrollar habilidades para poder promover soluciones arquitectónicas basadas en los principios de la bio arquitectura.
- Construir herramientas para poder desarrollar mejor estos nuevos sistemas constructivos

## 1.- ANTECEDENTES

### 1.1 Art Nouveau

Denominación que literalmente significa ‘arte nuevo’ y se utiliza para designar un estilo de carácter complejo e innovador que se dio en el arte y el diseño europeos durante las dos últimas décadas del siglo XIX y la primera del siglo XX. En España se denominó modernismo, en Alemania Jugendstil y en Austria Sezessionstil. En Italia se conoció como Stile Liberty, en referencia a la tienda de Arthur Liberty, que había sido decisiva en la difusión del estilo por el continente europeo.

Este estilo de reacción individualista, de alto contenido romántico, se opone al estilo industrial, al clasicismo académico y al eclecticismo. Surge a finales del siglo XIX. Fue un fenómeno plural que afectó a casi toda Europa y a juicio de algunos historiadores, también de Norteamérica entre 1880 y 1910. Recibe distintas denominaciones dependiendo de las fuentes que alimenta a cada arquitecto y a las tradiciones de cada país. En Inglaterra se denomina Modern style; en Bélgica estilo coup de fouet (latigazo) o paling (anguila), también se le conoce como style des vingt; en Alemania se le llama jugend; En Francia se le da tres nombres, style nouille (estilo tallarín), style guimard y art nouveau; el grupo austriaco de la secesión de Gustav Klimt, J. Hoffman, y J. M. Olbirsch, le llaman secessions stile; en Italia tiene dos nombres, stile liberty y stile floreale; en España recibe el nombre de modernismo y en Cataluña se le denomina modernisme.

Imagen 1 Charles Plumet



Este movimiento fue muy popular en Europa entre 1890 y 1914. Se lo denomina como el primer pluralismo porque con ayuda de la industrialización lleva a diferentes arquitectos del mundo a querer experimentar con nuevos estilos.

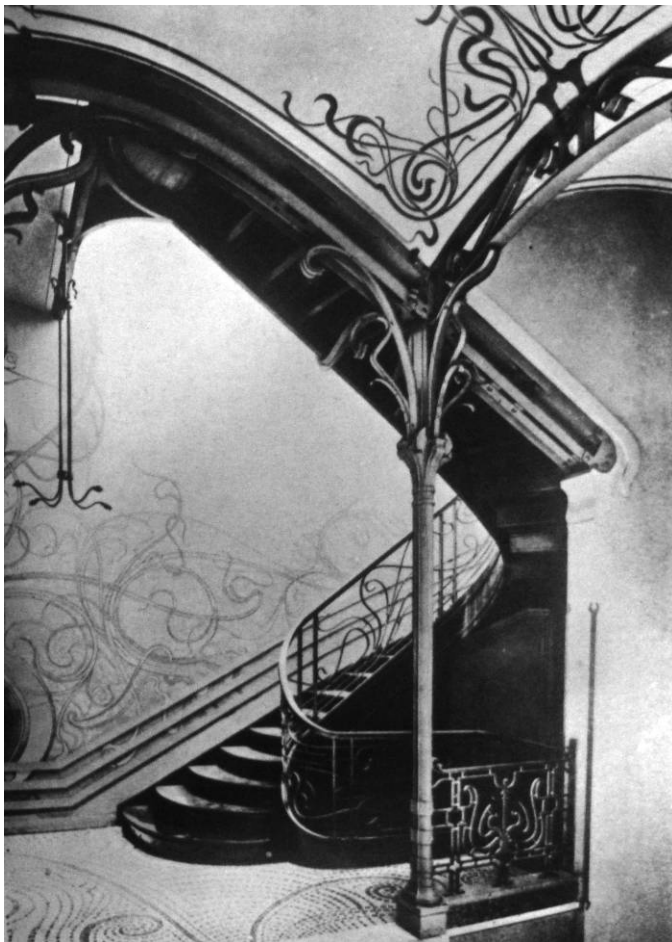
El Art Nouveau se coloca en oposición a la copia y la adaptación de los estilos pasados (liberadora de estilos).

Las características del nouveau son la utilización de líneas ondulantes (“curvas orgánicas”), formas vegetales fluidas, formas sinuosas, principalmente. (Ver imagen1)

### 1.1.1 Origen

El Art Nouveau expresa una tendencia puramente decorativa encaminada a destacar el valor de la línea curva que deviene del mundo vegetal (Bélgica y Francia) o de la geometría (Escocia y Austria). El resultado del uso de la línea lleva a formas invariablemente asimétricas, bidimensionales, delicadas y sinuosas. El influjo de esta tendencia se hace notar primero en las artes aplicadas (en los tejidos por parte de William Morris en 1883, en los jarrones por de Emile Galle en 1884, el tapiz mural *The Angels Vigil*, de H. C. Van de Velde, en 1893, etc.).

Imagen 2 Hotel Tassel Escalera 1893



Fuente: LARA-VINCA Masini, *Art Nouveau*, editorial Arch Cape Press, New York

La irrupción del art nouveau en la arquitectura viene marcada por la casa que hizo Víctor Horta en Bruselas, 1893 y por el hotel Tassel en la misma ciudad en 1893 (ver imagen 2). Algunas de las obras más significativas son: las casas de Paul Hankar, en Bruselas realizadas entre 1893 y 1900; las obras de Willem Kromhout (1864-1940), Th. Sluyterman (1863-1931) y L. A. H. Wolf en Holanda; el castillo Béranger (1897-1898), los accesos a las estaciones del metro de París y el auditorio del edificio Humbert de Romans (1902- destruido) también en París, De Guimard; la *Maison du Peuple* (1896-1899, destruida) y el antiguo hotel Solvay (1895-1900) ambos en Bruselas.

El conjunto de estas obras es fruto de un propósito compartido: acabar con la imitación de estilos del pasado, a los que se sustituye con una arquitectura florida que explota la artesanía, los materiales de color, los revestimientos exóticos, la mampostería trabajada, las rejas, los balcones sobre ménsulas de hierro forjado, produce aberturas de forma irregular, curvas, etc.

Esencialmente, el Art Nouveau es un empeño estético basado en teorías sociales e inspirado por John Ruskin, William Morris y Oscar Wilde. Nace como reacción al auge de lo industrial con la finalidad de crear un estilo nuevo, bajo la creencia de que el siglo XIX demostraba una innegable impotencia estética. Lo patrocinaron en busca de un estilo capaz de influir por igual en los objetos de uso ordinario y en la arquitectura, de dejar su impronta en el decorado y en el contexto cotidiano. “Las estructuras recordaban elementos vegetales sinuosos, las ventanas eran como membranas diáfnas y los materiales constituían una gama exótica de ladrillos, piedra, mosaicos, terracota, hierro forjado y vidrios”<sup>1</sup>

Imagen 3 F.O. SHEKTEL; Casa Ryabuchinsky Escalera 1902



Fuente: LARA-VINCA Masini, *Art Nouveau*, editorial Arch Cape Press, New York

Analizando sus bases teóricas desde una óptica ética y política se busca una tentativa de integrar el arte con la vida social; pero desde una óptica cultural hace suyos los usos de un movimiento burgués de sesgo reaccionario. El Art Nouveau intenta sin duda aligerar al hombre de las presiones ejercidas por la tecnología, se enfrenta a la máquina, vista como creación demoníaca, para renovar el contacto con la naturaleza y rehabilitar a la herramienta de trabajo

---

<sup>1</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 33

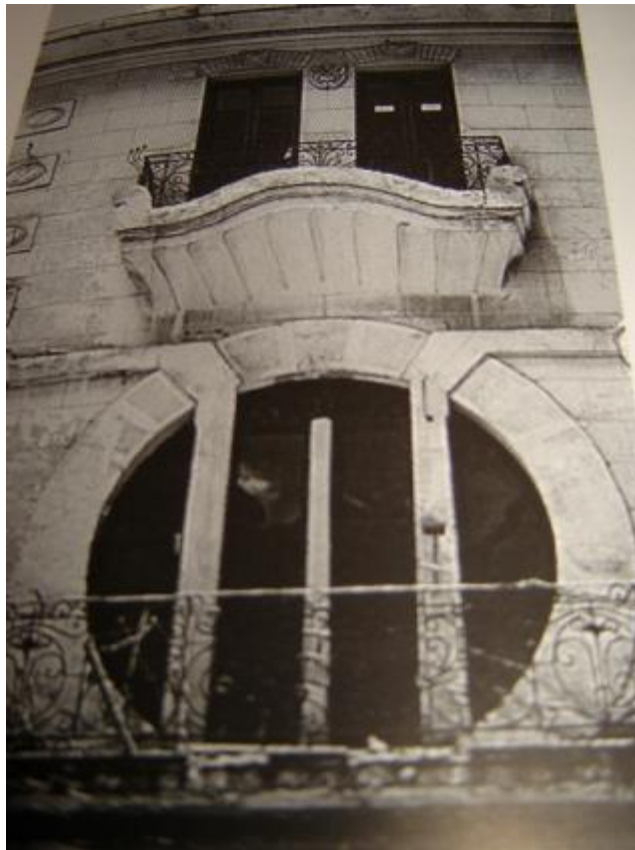
en su cometido de prolongación de la mano. Por el contrario, obliga al artista a manifestarse dejando de lado las fuerzas de la técnica.

En medio de arrebatos románticos, sentimentales y sociales, el Art Nouveau plantea el problema de las relaciones sociales del arte en función de términos contradictorios; desde otro ángulo, determina en todos los campos una ruptura entre vida y pensamiento y corta el vínculo de la planta con el suelo.

### 1.1.2 Art Nouveau en Bolivia

La tendencia del beaux art era predominante durante el periodo comprendido entre 1900 y 1932, otras tendencias arquitectónicas como el eclecticismo, Art Nouveau, neocolonial y neotiwanakota, estaban incorporándose en el país.

Imagen 1 Cine La Paz, detalle ventanas laterales



SÁNCHEZ HINOJOSA Hugo, *Arquitectura Moderna en Bolivia*, Plural Editores, Bolivia,

Imagen 2 Andrés Carbonell, detalle rejería casa Machicado, La Paz 1907



SÁNCHEZ HINOJOSA Hugo, *Arquitectura Moderna en Bolivia*, Plural Editores, Bolivia,

La arquitectura ecléctica como un remanente del siglo pasado, fue utilizada hasta los años veinte combinando varios estilos, los más de ellos árabes, bizantinos y románticos, por ejemplo, el palacio de la glorieta en Sucre diseñado por el arquitecto Camponovo, la escuela Juana Azurduy de Padilla, el liceo Venezuela, la escuela México y otras casas particulares en La Paz nos ofrecen una muestra de esta arquitectura

“El estilo Art Nouveau fue introducido en La Paz, Bolivia, por primera vez por el arquitecto sueco Emilio Camponovo, en la primera década del presente siglo, con el diseño de su casa en 1907 mediante una especie de arte en los detalles exteriores tanto como en los interiores, una gran sensibilidad en el trabajo con el hierro, estuco y vidrio; fueron las principales características de esta arquitectura. “Existen nuevas propuestas que llevan un diálogo con el paisaje, su topografía, su luz, sus colores, sutilmente expresados en los materiales”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> COLECCIÓN SOMOSUR, *Arquitectura en Bolivia una aproximación a lo desconocido*, Facultad de Arquitectura Universidad de los Andes, Escala, Bogotá Colombia, 1995. pág. 218



Algunas de ésta de naturaleza relevante pueden ser halladas en los balcones o galerías y en las escaleras, trabajadas en madera por demás exquisita, así como también en las ventanas.”<sup>3</sup>

La casa Machicado, el edificio residencial actualmente ocupado por la academia de Ciencias, (ver imagen 2) el actual City Hotel (antiguamente La casa de Emilio Camponovo). El Club Libanés, el cine La Paz y el pasaje Sáenz, este último diseñado por el arquitecto Soto Mayor: son los mejores y únicos ejemplos de esta tendencia.

“El Art nouveau es en esencia un estilo ornamental bidimensional que explora las posibilidades entre la línea y las formas como”<sup>4</sup>

El movimiento neocolonial en arquitectura en Bolivia comenzó también en la primera década del siglo pasado como un movimiento que busca el rico pasado histórico boliviano tratando de encontrar las bases culturales para la arquitectura neocolonial.

En el caso de la arquitectura en Bolivia, y debido a la importancia que se otorga a los valores culturales, este movimiento tuvo corrientes como la arquitectura nacional y la tendencia neotiwanacota, ambas recuperaron los significados de los signos pre-coloniales, de las proposiciones espaciales así como de la significación simbólica del lenguaje arquitectónico, adaptándose a las necesidades del siglo XX.

Eclecticismo (1892-1937), caracterizado por su énfasis morfológico, fundamentalmente enfocado en la fachada, y por la eliminación de la galería exterior y el tratamiento historicista del frente a la calle. En dos casos se reconocen elementos del Art Nouveau, pero no llegan a determinar una tendencia. El sentido fachadista de esta arquitectura se reconoce al constatar que en los patios interiores, se mantuvo el lenguaje toscano con galerías, y la solución de planta en hilera tradicional. Su contribución a la imagen urbana fue puntual, jerarquizando obras aisladas afectando la continuidad de la línea de construcción.

Aunque el efecto urbano de esta arquitectura es todavía limitado, ya existen sectores fuertemente intervenidos que empiezan a configurar un entorno que se puede entender como posmoderno, especialmente en el centro histórico.

---

<sup>3</sup> SÁNCHEZ HINOJOSA Hugo, *Arquitectura Moderna en Bolivia*, Plural Editores, Primera Edición, Bolivia, 1998, pág. 96.

<sup>4</sup>MASINI Lara-Vinca, *Art Nouveau*, Arch Press, New York, Impreso en Italia, 1984, Pág. 29

En términos residenciales, el efecto de la actitud posmoderna implicó primero la recuperación masiva de la galería maderera y los espacios semicubiertos que ya hoy caracterizan la nueva arquitectura cruceña. Por razones vinculadas a la inseguridad, también coincide con el cerramiento perimetral del lote urbano, que se define con bardas cerradas que reemplazan las rejas del estilo moderno. Este tipo de soluciones configura calles ciegas, especialmente en algunos de los barrios residenciales de mejor infraestructura.

El énfasis escenográfico estuvo vinculado en principio a lo que denominamos narcoarquitectura (aunque la relación con el narcotráfico no sea directa). Esta arquitectura apela a exoticismos de diversa naturaleza: lenguaje neorrománico, oriental, neoclásico, nórdico, colonial inglés, shingle style, e inclusive, recuperando a nivel de fachada, la arquitectura maderera local y la columnata toscana. El posmodernismo escenográfico no se ha limitado a obras residenciales aisladas, sino que se reconoce obras comerciales de envergadura y también emprendimientos residenciales

Imagen 3 Cine La Paz, La Paz. 1918.



SÁNCHEZ HINOJOSA Hugo, *Arquitectura Moderna en Bolivia*, Plural Editores, Bolivia

### 1.1.3 Art Nouveau en México

Casa Holtz Lomas de Chapultepec



Fotografía Diego Reque

Las circunstancias sociales que vivió la ciudad de México durante la última década del siglo XIX estimularon el acercamiento de artistas e intelectuales a las novedades vigentes en Europa central. Así fue como ciertas modalidades del llamado Modernismo llegaron a la literatura, la arquitectura y las artes decorativas del cambio de siglo. Si bien podría ser aventurado hablar de un movimiento Art Nouveau mexicano se tiene la certeza de que en México se vendieron algunos objetos franceses pertenecientes a esta corriente.

“En la arquitectura Art Nouveau el énfasis estaba en diseñar todos los elementos de un interior para generar una coherente unidad armónica”<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>MASINI Lara-Vinca, *Art Nouveau*, Arch Press, New York, Impreso en Italia, 1984, Pág. 26

### Vitral vestíbulo Gran Hotel de México



Fotografía Andres Kuljis

En cuanto a la arquitectura, se construyeron numerosos edificios y casas con fachadas y decoraciones interiores que retomaron elementos de dicho estilo, lo cual nos permite suponer que los modelos Art Nouveau tuvieron aceptación en la sociedad mexicana por lo exquisito de sus composiciones y por su atrevimiento formal. Varios ejemplos sobreviven en la colonia Roma, otro ejemplo es el Gran Hotel de México (Ex -centro Mercantil) que todavía conserva el elevador estilo nouveau.

Dentro del campo de la plástica, Julio Ruelas, colaborador de la Revista Moderna de México, fue el artista que dominó la estética del Art Nouveau y supo traducir, a través de sus ilustraciones, los sentimientos oscuros, la decadencia, la libertad y el erotismo patentes en los textos de los otros colaboradores de la revista. Además de varias viñetas de Ruelas, la exposición presenta un gran retrato al óleo del Sr. Jesús Luján, con un marco de alambazón y yeso al estilo nouveau, préstamo del Museo Francisco Goitia de Zacatecas.

El Art Nouveau en México le ofrece una oportunidad magnífica para apreciar de cerca la maqueta de vidrio que sirvió de base a Louis Comfort Tiffany para elaborar el telón de vidrio de la gran sala de conciertos del Palacio de Bellas Artes en la que muestra la panorámica del la cuenca con los volcanes Popocatepetl y el Iztaccíhuatl. La maqueta fue fabricada por Róth Miksa, con el proyecto de Geza Maroti. La imagen de la cuenca de México y sus dos volcanes es original de Adamo Boari.

## Construcción Art Nouveau México DF Colonia Roma Norte



Fotografía Andres Kuljis

### **La Casa Requena**

Sin duda alguna, uno de los mejores ejemplos que existen para ilustrar el gusto y la aceptación que tuvo el Art Nouveau en México son los muebles de la Casa Requena. Hacia 1905, esta mansión, ubicada en la calle de Santa Veracruz no. 43, fue completamente decorada y amueblada en el estilo Art nouveau por su dueño, José Luis Requena, con la ayuda del artista catalán Ramón P. Cantó y unos artesanos mexicanos. Hoy en día, gran parte del ajuar de esa casa se encuentra expuesto en el Museo Quinta Gameros de Chihuahua.



## 1.2 Gaudí

Gaudí es un hombre de ideas sencillas y de sentido común. En su arquitectura fusiona estructura y decoración. El no copia la naturaleza sino que comprende su geometría y sus principios: ella tiene infinidad de formas que se pueden estudiar mediante la geometría reglada; estudia las leyes de la estática y dinámica como ejemplo las estructuras naturales de composición fibrosa, tales como juncos, cañas y huesos.

Antonio Gaudí Fotografía de Audouard y Cía.



Fuente: GUELL Javier, Antonio Gaudí, G.G.

Se ha dicho de Gaudí, que al tomar modelos naturales, sigue la huella de Dios, un sentido trascendente entre lo espiritual y lo metafísico. Gaudí entiende que la naturaleza no obedece a principios estéticos sino a necesidades para el normal desarrollo de la vida.

Un sentido práctico, carácter intuitivo, ingenuidad, falta de prejuicios, mucha imaginación y espontaneidad son las características propias de un niño. El niño en Gaudí. Por eso sus obras son admiradas sin tener que ser un erudito.

Para Gaudí “la arquitectura es el primer arte plástico por excelencia” <sup>6</sup>

Podríamos detectar en las obras de Gaudí influencias orientales griegas, medievales, barrocas, eclécticas, expresionistas, populares, etc., sin embargo él dice "originalidad es volver al origen" y este origen es la naturaleza. Su arquitectura es admirada en todo el mundo, se aparta de estilos artísticos en siglos. ¿Cómo nace en Gaudí esta manera tan especial de hacer arquitectura?

El niño y adolescente Gaudí se cría bajo el paisaje del Alt Camp de Tarragona. Similar a Grecia o Italia, la meiosis del mediterráneo. Un paisaje algo parecido a la IV región de nuestro país. Allí la luz es intensa y brillante; las brisas del mar, lo seco y pedregoso del terreno; los avellanos, almendros, algarrobos y olivos. El "Crespinel de Reus" es una planta sospechosamente parecida a la forma de las torres de la Sagrada Familia. Observa plantas, flores, insectos y piedras, detectando sus formas, texturas, colores y estructuras.

### **Historicista Ecléctico**

(1876-1900). Algunas obras de este período como la Casa Vicens, el Capricho de Comillas y la Finca Güell —esta última con las primeras manifestaciones de geometría reglada- tienen una marcada tendencia de arquitectura oriental. No olvidemos que España es invadida por los árabes entre los siglos VII y XIV. Es así que con respecto al exotismo, la búsqueda de lo exótico, tal como el art nouveau belga se caracterizó por los elementos culturales del Congo, el modernismo español lo hizo por lo árabe, con una original síntesis de formas y conceptos espaciales. El uso común de materiales en estas obras es cerámica decorada, hierro fundido, aplacados cerámicos, ladrillo, piezas vidriadas, alicatados y sillería.

Luego tenemos edificios como el Colegio Teresianas, el Palau Güell y las Bodegas Güell, todos con elementos neomedievalistas, con el uso de mampostería, ladrillo y mármol. La racionalidad constructiva, el efecto de la luz, la masa, el color y el emplazamiento son características arquitectónicas trabajadas con la incorporación de vanos apuntados, la distribución de las líneas de carga, el uso de pináculos, almenas, arcos, chimeneas y columnas.

Finalmente cierra esta etapa la Casa Calvet, de clara lectura barroca en su simetría del acceso, tribunas y balcones y de gran riqueza de materiales.

---

<sup>6</sup> TORROJA Y CABALLÉ Eduardo, Teoría Geométrica de las líneas alabeadas y de las superficies desarrollables, Impresa Fontanet, Madrid, 1904, pág. 124.

## Plena Madurez

(1901-1914). Es la etapa más conocida de Gaudí, donde logra una unidad en su concepción plástica: decoración y estructura sometidas a una sola ley común. Para explicar o entender cómo Gaudí empieza a aplicar en sus obras las leyes de la naturaleza, es preciso antes referirnos a la geometría reglada (a la que se puede aplicar una regla, en una o más direcciones).

Gaudí sostenía una cadena en sus dos extremos, cada eslabón pesa igual. Por efecto de las fuerzas de gravedad se produce una curva catenaria, forma que al invertirla es la única matemáticamente perfecta —más que el arco de medio punto o el ojival- para absorber las cargas normales y los momentos flectores. Estudiaba el helicoide que se puede observar en la estructura de una piña, el hiperboloide presente en hongos o en el cuello humano y el paraboloides hiperbólico repetido ya sea en la montura de caballo, en la unión de los dedos de la mano, en el pecho de una mujer o en cualquier conformación de cerros.

Es bonito entender el simbolismo en Gaudí para cada una de estas superficies: El helicoide le significaba el movimiento, por la dinámica espacial que genera, el hiperboloide le significaba la luz, por el continuo y suave bañado de la reflexión lumínica que genera en la superficie de esta forma y el paraboloides hiperbólico la trinidad, porque está formado por 2 rectas directrices no paralelas (el padre, el hijo) y una tercera generatriz que se desplaza sobre ellas y genera la forma integral (el espíritu santo).

Una obra de vital importancia en esta etapa es la Cripta de la Colonia Güell, pues en ella Gaudí ensaya un punto medio entre plasticismo y estructuralismo. El proyecto se basa en una nueva técnica de cálculo estructural, mediante la ejecución de una maqueta poli funicular. Utiliza cordeles y sacos de lona rellenos con perdigones, generando un verdadero diagrama espacial de las líneas de carga. Calcula en forma exacta la estructura sin operaciones matemáticas, ya que registra las tensiones de cada línea fuerza mediante un calibrador.

Gaudí con esta obra analiza y supera al gótico, reduciendo columnas, contrafuertes y arbotantes: cada pilar y su porción de bóveda soportada es autosuficiente; como un árbol. Utiliza materiales insólitos recuperados y practica las primeras bóvedas tabicadas de paraboloides hiperbólicos en la historia de la arquitectura. Sus ventajas son de tipo estático-resistentes, acústicas, luminosas y compositivas. Cuando el gran arquitecto de la Bauhaus Walter Gropius la visitó, se quedó ¡una hora en silencio! observando...

En el Park Güell, el arquitecto nos lleva a una racionalidad equilibrada, utilizando viales peatonales de distinto carácter e incorporando un hábil sistema para la absorción de los empujes del terreno, con el uso de columnas inclinadas. Un muro de cerramiento ondulante y dos pabellones de acceso de lenguaje orgánico y expresionista. Todos estos elementos



además en armonía con el tipo de vegetación (ciudad-jardín), parece que no sólo se adapta la arquitectura a la naturaleza, sino que parece nacer de ella.

Dos edificios famosos de Gaudí, ubicados en el mismo Paseo de Gràcia barcelonés son las Casas Batlló y Milà. La primera es una reforma en que podemos interpretar mensajes de Naturalismo o Simbolismo: elementos como el trabajo cromático compensatorio del uso de la luz en los aplacados cerámicos, la forma de los balcones, la tribuna ósea, la coronación de la buhardilla y el tratamiento del revestimiento de la fachada de una policromía tan abundante como maravillosa.

En la segunda casa, Gaudí utilizó como técnica constructiva el uso de una maqueta. Una arquitectura de planta libre con fachada auto soportante y un verdadero desorden voluntario en los vanos. Corona el edificio un desván mediante arcos parabólicos de distinta altura lo cual crea un gran dinamismo. Aquí el alarife utilizó la piedra caliza y el hierro forjado.

### **La Sagrada Familia**

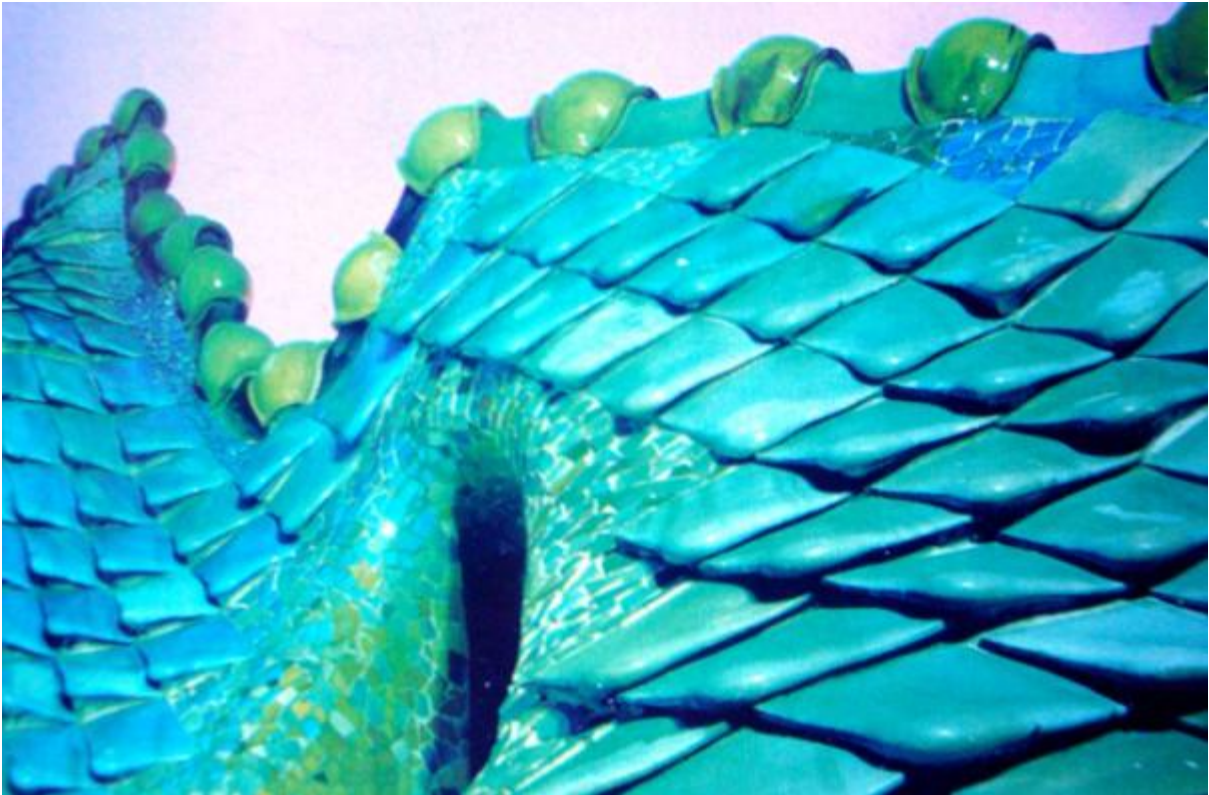
(1915-1926). El Templo de la Sagrada Familia representa una síntesis arquitectónica de todo lo que el maestro estudiara en el transcurso de su vida acercándolo a la perfección y con ello a la naturaleza. Tal como dice Bassegoda, "La Sagrada Familia no fue empezada por Gaudí, no será terminada por Gaudí, sin embargo es su "ópera magna". "La iglesia debía ser gótica en

La Sagrada Familia



Fuente: GUELL Javier, Antonio Gaudí, G.G.

### Detalle de la cubierta Casa Batló



Fuente: GUELL Javier, Antonio Gaudí, G.G.

espíritu y en su forma general una cruz latina, pero queda claro que Gaudí intentó usar su propio lenguaje visual. Sus innovaciones más sorprendentes fueron las cuatro elevadas torres cónicas que representan a cuatro apóstoles.”<sup>7</sup> Efectivamente se inicia en 1882 con un proyecto neogótico (cripta) de F. de Paula del Villar y producto de una discusión de éste con J. Martorell, del Villar abandona la obra. Por arbitrio de E. Rogent se decide que Gaudí continúe las obras, de quien había comentado al otorgarle el título de arquitecto: "No sé si damos el título a un genio o a un loco".

Gaudí tomará las obras hasta su muerte (1926) y cambiará un proyecto neogótico por una arquitectura orgánica cargada de simbolismos (cripta, ábside y fachada nacimiento), dejando las principales directrices de cómo seguir la obra en cuanto a volumetría e imagen formal, a través de croquis y maquetas. A la muerte de Gaudí, D. Sugañes continuará las obras (1927-35), luego F. Quintana con la restauración de la Cripta (1939-50), que se seguirá con los arquitectos Ll. Bonet, I. Puig y F. Cardoner en cuanto al proyecto y dirección de las obras

---

<sup>7</sup>VAN ZANDT Eleanor, *La vida y obras de Antoni Gaudí*, Kliczkowski Publisher, Impreso en Italia, 1997.

(1951-84) y actualmente desde 1985, J. Bonet preside la Junta Constructora, entidad que hoy continúa la construcción, tratando de seguir lo más fielmente posible el legado gaudiano.

En cuanto a la idea generadora de Gaudí para el Templo, se entiende que en relación a las torres, de suaves líneas cónicas y con terminales de formas cristaloides aditivas e interconectadas, éstas podrían clasificarse como parte del cubismo arquitectónico, expresionismo o surrealismo. Nos producen sensaciones o hacen imaginar la cruz, el anillo, la mitra y el báculo de un obispo. Más que pertenecientes al Art Nouveau, relacionables claramente a las construcciones nativas norteafricanas: El proyecto de las Misiones de Tánger (1892) es un claro apronte de la imagen formal que ellas tomarán.

También están los "Xiquets de Valls", costumbre antigua de Tarragona que consiste en hacer castillos humanos. Todavía hoy —y con gran vigencia— están las competencias en que cada equipo llega a formar 7, 8 ó más pisos de hombres sobre hombres. Si observamos la forma de estas "Torres Humanas", descubriremos las mismas líneas cónicas de los campanarios en que se distribuyen las cargas. Aquí la idea simbólica es clarísima: ¡Nadie llega al cielo solo!

Con la forma, complejidad y altura total del templo, se ha hablado que Gaudí quería generar "Un bosque dentro de una montaña". Una nueva montaña del Montjuïc (la que está junto al mar) en el ensanche barcelonés, esto es, "cristianizar el paisaje urbano", pero con una altura levemente inferior a ésta, para no competir con lo que la naturaleza ha creado. El material utilizado, piedra arenisca de Montjuïc, de Vilafranca y de Galicia.

La planta basilical arquitectónicamente se compone de 5 naves y un crucero de 3 naves. Incorpora 18 torres en total, 4 en cada fachada (nacimiento al oriente, pasión al poniente y gloria, el acceso que mira al mar), es decir, 3 (trinidad) por 4 igual 12 (apóstoles), luego 4 torres rodean el altar (los 4 evangelistas) una corona el ábside (dedicada a la Virgen) y la más alta corona a Jesucristo (con la cruz gaudiana de 4 aspas a 170 metros de altura, será la catedral más alta del mundo). Para soportar ese cimborrio principal, las cargas se distribuyen en 4 columnas, cada una con un diámetro de 2,25 metros y recibiendo el peso de 8.000 toneladas.

El historiador de la arquitectura y director de investigación del CNRS, Francois Loyer opina que este Templo reúne la idea de la catedral Sintética de Boileau: el plano de San Pedro, la elevación de Chartres y el espacio de la Alhambra. A su vez, Salvador Tarragó, arquitecto y profesor catalán plantea que Gaudí visitó, estudió y admiró la catedral de Mallorca, como un espacio unitario propio del gótico catalán, la catedral de León, típica catedral castellana afrancesada y la catedral de Sevilla, basílica de fundación tardogótica con 5 naves.

Actualmente los únicos colores que se están usando, también tienen un contenido simbólico, estos son, el rojo (la sangre, que representa al Hijo), el amarillo (la luz, que representa al Padre) y el anaranjado (la mezcla del rojo y el amarillo, que representa al Espíritu Santo).

## Volver al origen

La inspiración de Gaudí en la naturaleza viene de una fuerte vocación práctica, observando los modelos naturales descubre los principios que la ordenan, la forma, el uso y su estructura. Esto es lo que la hace ser bella. Esta belleza es objetiva, de gusto universal, tal como el mar o un árbol que gustan a legos, cultos, artistas, niños, etc. Es por esto que su arquitectura orgánica es admirada por todos sin tener que ser un erudito. Una arquitectura de las evidencias, de un sentido práctico, intuitivo, con algo de ingenuidad, imaginación y espontaneidad.

“En esta vuelta al origen como definía Gaudí a la verdadera originalidad”.<sup>8</sup>

El profesor de la Cátedra Gaudí, Dr. Arquitecto Gustavo García, plantea que la naturaleza crea en forma práctica, con un determinado organicismo que implica una relación de equilibrio entre las partes. Todo modelo natural tiene un principio de similitud y una relación de proporción. Además hay en él una subordinación de caracteres, esto es, existe una jerarquización funcional. Pero también la naturaleza crea siguiendo un determinado orden de la evolución, que regula los cambios que se producen basados en su propia experiencia, siguiendo una continuidad. Sigue el "camino ideal". Este "camino ideal" es el que en la naturaleza vemos cuando observamos como cae una gota de agua o como crece una planta.

Entender el legado de Gaudí y lograr aplicarlo en la actual y futura arquitectura, parece fundamental para poder recuperar espacios y generar edificios que acerquen más al hombre con su ambiente natural.

Para ello me parece destacable el planteamiento del profesor García, de apercibirse sobre las ventajas de aplicar en la arquitectura la geometría reglada, tal como lo hacía el maestro Gaudí: son formas ensayadas por la naturaleza (toda la vida, garantía); tienen mayor resistencia y estabilidad; tienen continuidad formal, ya que su superficie no tiene quiebres (Bramante dijo "La arquitectura es el problema de las esquinas") y estructural, tiene un trabajo mecánico homogéneo; sencillez de construcción y finalmente, otorgan nuevas posibilidades plásticas, un significado más cercano a la naturaleza (eso gusta al hombre), el abanico de combinaciones es infinito.

Gaudí dijo “La gloria es la luz, la luz da la alegría y la alegría es el placer del espíritu.”<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> TORROJA Y CABALLÉ Eduardo, Teoría Geométrica de las líneas alabeadas y de las superficies desarrollables, Impresa Fontanet, Madrid, 1904, pág. 129

<sup>9</sup> H. KLICZKOWSKI, *Obra Completa Gaudí*, Proyecto editorial Loft publicaciones, Barcelona España, 2002 pág. 228.

## Un estilo personalísimo

Se había apercibido que los arquitectos sólo usan las formas que previamente pueden dibujar con dos instrumentos, que son la escuadra y el compás. A lo largo de toda la historia de la arquitectura las formas de los edificios han sido hijas de estos dos simples instrumentos, que permiten dibujar círculos, triángulos, cuadrados o rectángulos, que en el espacio se convierten en prismas, pirámides, cilindros y esferas que dan lugar a los pilares, las cubiertas, las columnas y las cúpulas. Dice al respecto uno de sus biógrafos, Juan Bassegoda Nonell (Doctor Arquitecto y Catedrático de la Universitat Politècnica de Catalunya)

Trabajo en hierro forjado parque Güell



Fuente: GUELL Javier, Antonio Gaudí, G.G.

Vio claramente que estas formas geométricas simples rara vez se dan en la Naturaleza, que, por otra parte, construye excelentes estructuras, acreditadas por los largos siglos de eficacia. La estructura de un árbol es de una rara perfección, mucho más compleja y bien resuelta que las estructuras creadas por los arquitectos. No se puede dudar que el esqueleto de los



mamíferos es extraordinariamente eficaz y resuelve los problemas con estabilidad y motilidad de manera admirable."

"Gaudí se dedicó muchísimo, especialmente en los últimos años, a los simbolismos, pero el significado de casi todos éstos murieron con él " <sup>10</sup>

"El intento de Gaudí fue sencillamente introducir un cambio de geometría en la arquitectura. Esto puede considerarse una revolución, pero en todo caso una revolución nada traumática, puesto que la geometría de la arquitectura Orgánica es mucho más antigua que la inventada por los arquitectos."

"Todo sale del gran libro de la naturaleza; las obras de los hombres son un libro ya impreso"

"La primera cualidad que debe tener un objeto para ser bello es cumplir con el fin al que está destinado"

"La originalidad consiste en retornar al origen; de manera que el original es aquel que con sus medios retorna a la simplicidad de las primeras resoluciones".

"Las formas continuas son las perfectas". "La belleza es el resplandor de la verdad, y el resplandor seduce a todo el mundo; por eso el arte posee universalidad".

"Nosotros poseemos la imagen; la fantasía viene del fantasma. La fantasía es de la gente del Norte; nosotros somos concretos; las imágenes del Mediterráneo. Orestes sabe dónde va; Hamlet divaga perdido".

"El arquitecto es el hombre sintético, que ve las cosas claramente en conjunto antes de que estén hechas, que sitúa y combina los elementos en su relación plástica y en la distancia justa".

"La ornamentación ha sido y será colorida. La naturaleza no nos presenta ningún objeto monótonamente uniforme. Todo en la vegetación, en la geología, en la topografía, en el reino animal, mantiene siempre un contraste de color más o menos vivo".

"Para que un objeto sea altamente bello es necesario que su forma no tenga nada de superfluo, solamente las condiciones materiales que lo hacen útil; se debe tener en cuenta el material de que se dispone y los usos que debe prestar; y de aquí nacerá la forma general".

"Un objeto público debe responder a su destino con el propio carácter, la gravedad, la grandeza de forma y la sencillez".

---

<sup>10</sup>VAN ZANDT Eleanor, *La vida y obras de Antoni Gaudí*, Kliczkowski Publisher, Impreso en Italia, 1997.

"La ornamentación escultural tiene siempre como objeto aumentar la importancia de las superficies sin darles pesadez".

"Con tiestos de flores, rodeado de viñas y oliveras, animado con el cloquear de las gallinas, el cantar de los pájaros y el de los insectos, y con las montañas de Prades al fondo, capté las más puras y placenteras imágenes de la naturaleza, esta naturaleza que siempre es mi maestra".

"Consecuencias de mi debilidad, hube de ausentarme a menudo de tomar parte en los juegos de mis compañeros, cosa que favoreció mi espíritu de observación".

"Las grandes masas son siempre un elemento de elevada ornamentación en sí mismas".

"El árbol al lado de mi taller: ése es mi maestro".

"El mar es el gran camino que liga los pueblos, las montañas son las más grandes aisladoras".

"Es necesario combinar los elementos salientes con los entrantes, haciendo que a cada elemento convexo, es decir, situado a plena luz, se le oponga uno cóncavo, es decir, una sombra; el elemento luminoso debe ser cuidado en el detalle porque es el que canta; el sombrío puede estar ausente de detalle".

"Todos los estilos son organismos emparentados con la naturaleza. Todos consisten en el soporte mínimo, es decir, la columna y las partes horizontales soportadas; en conjunto es el árbol; y sus proporciones son similares a la figura humana".

"La imitación llega hasta los elementos, porque las columnas fueron primero árboles; y después vemos los capiteles adornarse con hojas. Eso es una justificación más de la estructura de la Sagrada Familia".

"En escasas ocasiones se consigue aunar tan magistralmente urbanismo, arquitectura y naturaleza. Gaudí supo crear con meticulosidad y acierto un fascinante y sobrecogedor espacio lleno de simbolismo."<sup>11</sup>

"La belleza es el resplandor de la Verdad; como el arte es Belleza, sin Verdad no existe el arte. Para encontrar la Verdad hay que conocer bien los seres de la creación".

"Para la armonía, es decir, el equilibrio, se necesita contraste; la luz y la sombra, continuidad, discontinuidad, concavidad, convexidad..."

"La arquitectura es el primer arte plástico; la escultura y la pintura la necesitan."

"Toda la excelencia de la arquitectura viene de la luz. La arquitectura es la ordenación de la luz; la escultura es el juego de la luz; la pintura, la reproducción de la luz por el color, que es la descomposición de la luz."

---

<sup>11</sup> H. KLICZKOWSKI, *Obra Conmpleta Gaudí*, Proyecto editorial Loft publicaciones, Barcelona España, 2002 pág. 140.

## Escalera Caracol Sagrada Familia



Fuente: GUELL Javier, Antonio Gaudí, G.G.

"El arquitecto debe saber aprovecharse de lo que, saben hacer y de lo que pueden hacer, los operarios. Se debe aprovechar la cualidad preeminente de cada uno.

La arquitectura de Gaudí sorprende siempre. Deslumbran tanto la originalidad de sus formas, o el uso que hace de los materiales (constructivos o decorativos), como la potente presencia urbana de su obra. Sería sin embargo un error considerar a Gaudí como mero constructor de formas porque, más allá de la impresión que causa, convendría reflexionar acerca de dos cuestiones concretas. La primera, entender cuán distinta fue su obra de la de los modernistas catalanes; la segunda, plantearnos su obra no desde la singularidad de lo construido sino como reflejo de su pausada búsqueda de un ideal propio de la arquitectura orgánica.



“Esta integración no significa la disolución de los elementos o aspectos propios y de las mediaciones y transiciones, sino, una sabia potente y rica orquestación de los más amplios conjuntos de variables.<sup>12</sup>

La arquitectura de Gaudí, insisto, desconcierta: esto es evidente. Pero quien estudie su obra deberá abstraerse de los detalles, del uso del color o de formas novedosas para buscar constantes en su obra. Una de estas constantes (tal vez la más importante) es ver cómo todos sus proyectos se componen desde una solución común en la sección. Al margen de que se trate de un palacio, de un colegio, de una casa de viviendas o de cualquier otro tema, Gaudí articula el proyecto alrededor de un gran espacio central, entendido como gran patio de luz, alrededor del cual dispone perimetralmente los diferentes espacios. Tanto que nos refiramos al Palacio Güell, al Colegio de las Teresianas, al Palacio Episcopal de Astorga o, incluso, al proyecto para la Sagrada Familia; en todas aparece el eje de luz, en todas organiza la circulación en torno al mismo, de manera que la fachada del edificio resulta ser envolvente de un espacio imposible de percibir desde el exterior.

En la oposición dialéctica entre espacio interior de luz y fachada exterior, Gaudí recurre a la decoración: pero si para sus contemporáneos (los modernistas catalanes) el trabajo artesanal presente en sus obras se entendía como un nostálgico recuerdo de una sociedad pre-industrial perdida.

Gaudí dijo “La vista es el sentido de la gloria y el sentido de la fe”<sup>13</sup>

La segunda constante en la obra de Gaudí es su investigación sobre el clasicismo. “Lo clásico” en arquitectura no sólo implica la voluntad por proponer una composición codificada y rítmica sino también la voluntad por comprender que la arquitectura es antigua y excelsa. Y es precisamente la reflexión sobre estos dos últimos conceptos lo que le lleva a analizar las posibilidades de la arquitectura adintelada y, en consecuencia, el sentido de la columna. Indiferente al sentido historicista de los órdenes, a lo largo de toda su obra aparece una singular reflexión sobre la columna. Reclamando primero su uso (“yo soy dórico”, dirá, frente a quienes una vez le calificaron de arquitecto neo medieval), poco a poco, a lo largo de su trayectoria, profundiza sobre su origen y sobre su posible uso. Desde los grandes puntales dóricos existentes en las cuadras del Palacio Güell a las columnas salomónicas presentes en las Teresianas; desde la primera abstracción sobre el orden que sitúa en el vestíbulo de la Casa Milà a las columnas concebidas tanto en el Parque Güell como en la iglesia de Santa Coloma, se advierte en Gaudí cómo la referencia al canon clásico se diluye paulatinamente, entendiendo su arquitectura como una pausada investigación sobre el origen de la arquitectura.

---

<sup>12</sup> E. CASANELLES, G. R. COLLINS, J-E CIRLOT, F. CHUECA GOITIA, F FOLGUERA, R. PANE, J.RUBIÓ, I. BELLVER, J.M. SOSTRES, S. TARRAGÓ, *Antonio Gaudí*, Edición al cuidado de Salvador Tarragó, Ediciones del Serbal, Primera Edición, Barcelona España, 1991, pág. 176.

<sup>13</sup> H. KLICZKOWSKI, *Obra Conmpleta Gaudí*, Proyecto editorial Loft publicaciones, Barcelona España, 2002 pág. 225.

Cabe pues enfrentarse a su arquitectura buscando comprender cómo el todo es mucho más que la suma de las partes: la riqueza arquitectónica de Gaudí no radica pues en la singularidad de sus piezas ni en el valor de los detalles, sino en la voluntad por alcanzar una meta, en una investigación que le lleva a comprender hasta qué punto las formas se hallan en la naturaleza y cómo el oficio del arquitecto consiste en encontrarlas. Clásico en el sentido que lo fuera Boullée (es decir, clásico en el sentido de un Condillac preocupado por conocer el origen de los conocimientos del hombre), la arquitectura de Gaudí supone, como contara Borges en uno de sus cuentos, el logro de quien consiguió ver lo oculto tras el espejo.

Antonio Gaudí supo observar y aprender de su entorno natural, los árboles y el mar Mediterráneo, las montañas, las flores y los animales fueron una importante fuente de inspiración tanto en la decoración como en las estructuras de sus edificios. Las referencias botánicas y animales que pueblan sus obras forman parte de un “crescendo” creativo que culminará con sus trabajos de madurez —La Casa Batlló, la Casa Milá, La Cripta de la Colonia Güell, la Sagrada Familia...—, en los que consiguió una identificación perfecta entre arquitectura y naturaleza. Alejado de los postulados historicistas y eclécticos de sus primeros años, Gaudí se adelantó a su tiempo al conseguir una verdadera **arquitectura orgánica**. Como él mismo afirmaba, “todo sale del gran libro de la Naturaleza,

“Gaudí se inspiró en Santa Sofía, en Estambul, al diseñar la singular cúpula, concebida como un cielo estrellado en el interior del edificio que preside y baña de luz la gran sala central.”<sup>14</sup>

Esta naturaleza que siempre es mi maestra”.

---

<sup>14</sup> H. KLICZKOWSKI, *Obra Conmpleta Gaudí*, Proyecto editorial Loft publicaciones, Barcelona España, 2002 pág. 69.

### 1.2.1 Conceptos de Diseño

Gaudí fue el creador de una nueva arquitectura basada en las líneas curvas. Experimentó estructuras y nuevas formas de una manera continuada. Por este motivo, prefería desarrollar sus ideas a escala y en forma corpórea. La tridimensionalidad de sus maquetas en yeso, barro, tela metálica, o cartón mojado y moldeado, le acompañaron siempre. Sus ideas "corpóreas", en muchas ocasiones, no fueron sometidas a la limitación que obligan las dos dimensiones del papel de dibujo. A veces modificaba las formas directamente en la obra, en el momento de la realización.

A lo largo de toda la historia de la arquitectura las formas de los edificios han sido hijas de estos dos simples instrumentos, que permiten dibujar círculos, triángulos, cuadrados o rectángulos, que en el espacio se convierten en prismas, pirámides, cilindros y esferas que dan lugar a los pilares, las cubiertas, las columnas y las cúpulas.

"Desde 1969 el Parque Güell es monumento histórico-artístico y en 1984 fue declarado patrimonio de la humanidad por la Unesco."<sup>15</sup>

"... vió claramente que estas formas geométricas simples rara vez se dan en la Naturaleza, que, por otra parte, construye excelentes estructuras, acreditadas por los largos siglos de eficacia. La estructura de un árbol es de una rara perfección, mucho más compleja y bien resuelta que las estructuras creadas por los arquitectos. No se puede dudar que el esqueleto de los mamíferos es extraordinariamente eficaz y resuelve los problemas con estabilidad y motilidad de manera admirable."

Gaudí dijo "La originalidad consiste en acercarse, en retornar al origen,"<sup>16</sup>

"Para diseñar la forma vertical del banco, se dice que Gaudí hizo que un hombre desnudo se sentara encima de un molde de yeso, utilizando luego como modelo la impresión dejada."<sup>17</sup>

El fémur es casi hiperboloide, el crecimiento de los tallos alrededor de una rama se hace helicoidalmente y la superficie de la piel entre los dedos de una mano es un paraboloide hiperbólico."

Como se ha dicho, Antoni Gaudí fue desde niño un observador sutil de la naturaleza y de la creación, de los [animales](#), de las [plantas](#) y de la [geología](#) de su Cataluña natal. Repetía a

---

<sup>15</sup> H. KLICZKOWSKI, *Obra Conmpleta Gaudí*, Proyecto editorial Loft publicaciones, Barcelona España, 2002 pág. 134.

<sup>16</sup> H. KLICZKOWSKI, *Obra Conmpleta Gaudí*, Proyecto editorial Loft publicaciones, Barcelona España, 2002 pág. 226.

<sup>17</sup> VAN ZANDT Eleanor, *La vida y obras de Antoni Gaudí*, Kliczkowski Publisher, Impreso en Italia, 1997.

menudo que "el arte es hijo de la naturaleza" y que a ella debía someterse afirmando su concepción realista del mundo y de la vida.

Era un aficionado a las excursiones campestres que constituían una novedad para la época. Su amigo Joan Matamala recuerda que "Gaudí conocía todos los rincones de la región". En sus paseos cotidianos estudió la naturaleza y logró capturar algunos de sus secretos; descubrió la arquitectura interna de las cosas que le sirvieron como modelo perfecto de imitar para resolver cualquier tema constructivo.

Gaudí dijo "La belleza es el resplandor de la verdad, y el resplandor seduce a todo el mundo, por eso el arte tiene un universalidad."<sup>18</sup>

Aprendió cómo la naturaleza a través de miles de años resolvió las formas de las cosas y su estructura sustentante, en otras palabras, cómo resolvió la estética y la estática de todas las cosas.

Ventiladores y capulín de los pabellones Güell



Fuente: GUELL Javier, Antonio Gaudí, G.G.

## 1.2.2 Métodos Constructivos

---

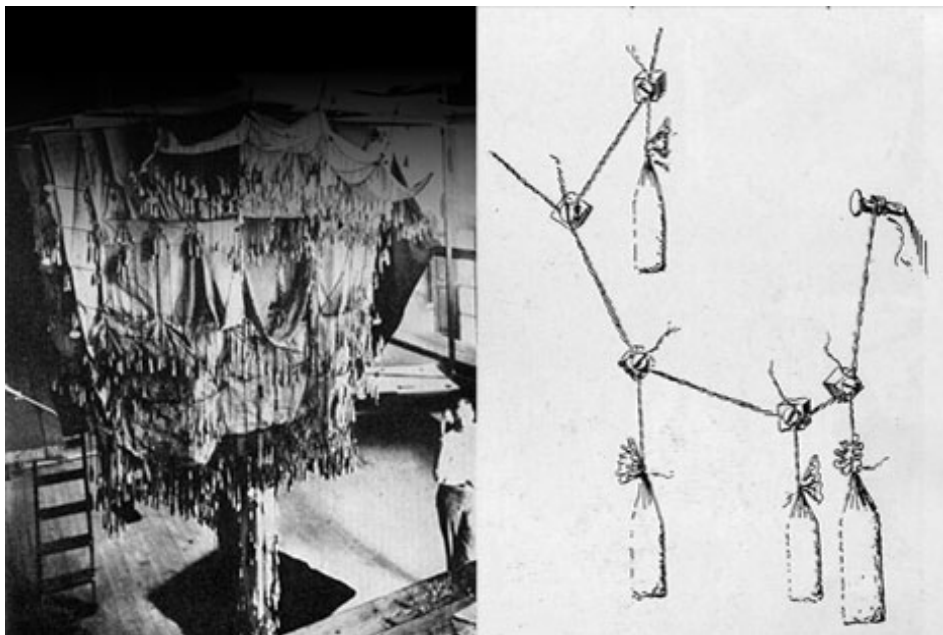
<sup>18</sup> H. KLICZKOWSKI, *Obra Conmpleta Gaudí*, Proyecto editorial Loft publicaciones, Barcelona España, 2002 pág. 227.

Los métodos de cálculo gráfico fueron muy usados y se basaron en la composición y descomposición de fuerzas según la regla del paralelogramo para dos fuerzas concurrentes.

El efecto de varias fuerzas aplicadas en un punto de un cuerpo es igual al de una sola fuerza resultado de la suma vectorial de todas ellas (resultante). La resultante se obtiene trazando líneas paralelas por el extremo de cada fuerza componente y uniendo la intersección de las rectas de acción de las fuerzas con la intersección de las paralelas trazadas.

Las acciones debidas a la atracción gravitatoria son fuerzas paralelas dirigidas hacia abajo. La resultante surge de la composición de las fuerzas y la construcción gráfica obtenida se conoce como "polígono funicular" (funiculus = cuerda). Éste surge a partir del trazado de líneas auxiliares paralelas que cortan a fuerzas sucesivas de a dos proporcionando una figura semejante a la que se obtiene al disponer las cargas "colgadas" de un hilo inextensible y sin

#### Modelos estructurales

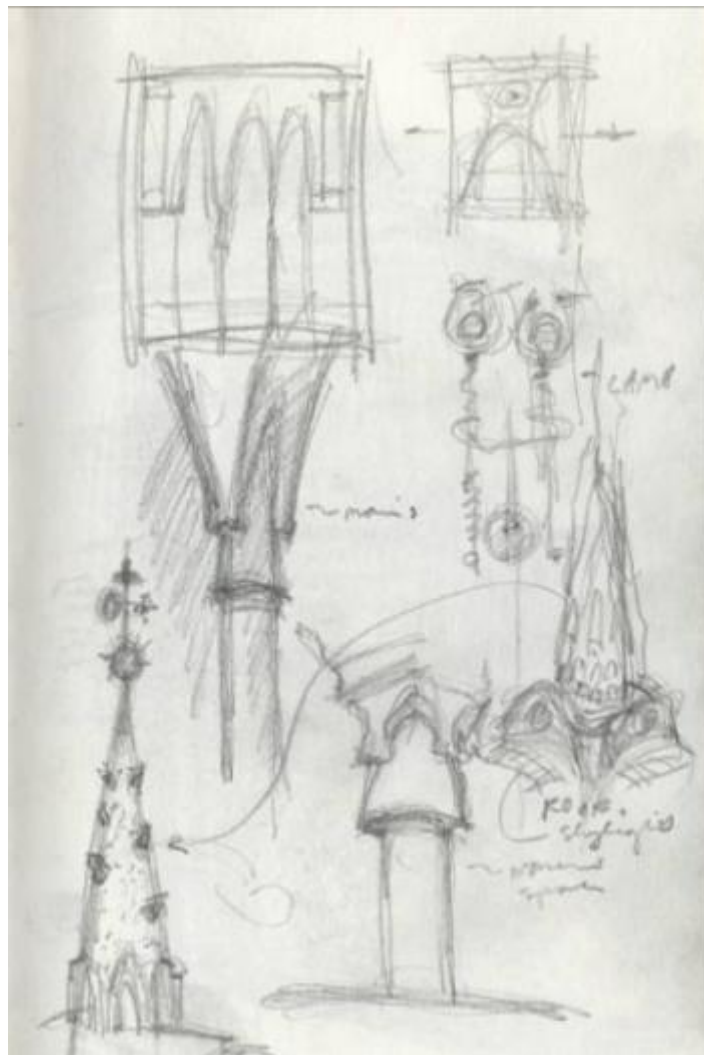


Fuente: GUELL Javier, Antonio Gaudí, G.G.

peso hasta alcanzar el equilibrio.

Establecidas las cargas de gravedad sostenidas del hilo, se obtiene una figura plana que representa los ejes de una estructura que funciona en tracción pura. Si la figura se invierte funciona en compresión pura con todas las ventajas que representa trabajar con elementos unirresistentes. En sintonía con este concepto, Gaudí decía que "la silueta de la obra surge de la propia estructura". Coincidiendo con esa afirmación Torroja expresaba "La mejor obra es la que se sostiene por su forma y no por la resistencia oculta de su material".

#### Bocetos conceptuales Decorativos y estructurales

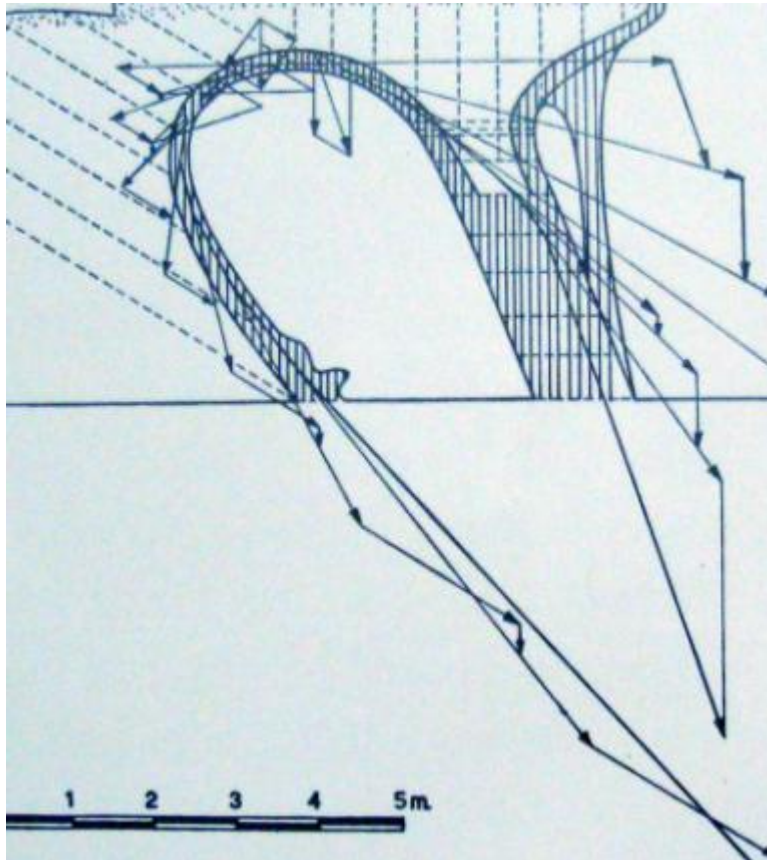


Fuente: GUELL Javier, Antonio Gaudí, G.G.

La técnica de diseño funicular consiste en adoptar como eje geométrico de la estructura a la forma invertida proporcionada por el hilo sometido a las cargas gravitatorias.

El modelo de hilos permite visualizar fácilmente la interacción entre la geometría y la mecánica y por prueba error corregir la forma según las necesidades funcionales, estéticas y expresivas del diseñador, pero siempre en el marco de las leyes de la mecánica. Esta movilidad le confiere al modelo el carácter de un ser vivo que, oscilando, se aproxima lentamente a su posición final de equilibrio.

Joan Rubio Descripción de catenarias utilizadas por Gaudí 1913



Fuente: PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, Primera edición en lengua española, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002

Las estructuras planas se vinculan entre sí componiendo estructuras espaciales y por ello la comprensión del funcionamiento sólo es posible en las tres dimensiones.

De esta manera Gaudí logra superar los límites planos del tablero de dibujo encontrando la herramienta adecuada para trabajar con el tablero tridimensional, "el estereofunicular".



El modelo funicular constituye una valiosa herramienta para el proyectista que le permite desarrollar y guiar su potencial creativo dentro del ineludible [respeto](#) por las leyes de la naturaleza. Sin olvidar que aunque sea un elemento muy idóneo para el diseño, ninguna técnica puede considerarse como una herramienta completa e infalible en el acto creativo.

Las estructuras sometidas a cargas que sólo les solicitan esfuerzos de tracción se pueden resolver mediante cables o cadenas.

#### Recorrido parque Güell Gaudí



Fuente: PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, Primera edición en lengua española, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002

La forma funicular que adquiere el hilo estará influenciada tanto por la magnitud de las cargas como por su [distribución](#) a lo largo del mismo. Cuando se trata de cargas aisladas -fuerzas puntuales- se obtendrá una forma funicular poligonal. Si en cambio son cargas distribuidas la forma funicular del hilo será una parábola. Al emplear una cadena en lugar de hilo, cuyo peso propio ya no es despreciable, la forma funicular obtenida será una catenaria. A cualquiera de estas formas obtenidas se las designa, en general, como polígono funicular.

Establecida la magnitud y distribución de las cargas, se construye el polígono funicular y por [inversión](#) simétrica respecto del plano horizontal, se obtiene otro polígono. Éste define la posición del eje de una estructura que se conoce como polígono de presiones o anti funicular



teniendo la particularidad de que todos sus componentes están comprimidos. Al proyectar una construcción con estas características se permite el uso específico de algún material idóneo para resistir la compresión.

Gaudí emplea generalmente materiales pétreos sin resistencia a tracción. Por ello es indispensable conocer la forma global de la estructura para que se encuentre totalmente comprimida, adaptando la configuración de los componentes al polígono de presiones o anti funicular que permite garantizar la estabilidad. La tensión de contacto entre los componentes no alcanza valores significativos y sólo se debe prestar atención a la estabilidad global.

Este concepto que puede llamar nuestra atención como profesionales, no causa demasiada preocupación en los genios ni aún en un niño. Después de todo cuando un niño juega inocentemente apilando bloques, rara vez se preocupa por las tensiones que entre ellos se generan y rápidamente adquiere nociones de la estabilidad cuando la torre se cae.

“El concepto de estabilidad y el concepto de forma están separados la estabilidad y la forma convergen, van paralelamente o divergen según convenga”<sup>19</sup>

Una estructura con forma de arco y cargas verticales obtenida a partir del anti funicular, tiende a separar sus apoyos y a este efecto se lo conoce como "empuje". Esta fuerza es la componente horizontal de la reacción.

Suprimir el empuje de las estructuras clásicas para permitir el uso de la piedra labrada, constituye una característica distintiva en los diseños de Antoni Gaudí. Esta característica se logra adaptando la forma y proporción estructural de la construcción al perfil simétrico del funicular espacial de equilibrio de los hilos suspendidos, permitiendo pasar de la maqueta tensada a la obra de piedra comprimida.

---

<sup>19</sup> TORROJA Y CABALLÉ Eduardo, Teoría Geométrica de las líneas alabeadas y de las superficies desarrollables, Impresa Fontanet, Madrid, 1904, pág. 92

### 1.3 Arquitectura Orgánica

La relación hombre-naturaleza siempre se ha dado de distintas formas. Al principio el hombre formaba parte de ella produciéndose una interacción armónica; sin embargo, pasados los años, las "civilizaciones" fueron alejándose utilizando el medio ambiente a su antojo sin reparar en que esa manipulación traería consigo graves problemas para la humanidad.

En las últimas décadas la acción del hombre ha marcado un notorio distanciamiento con la naturaleza. Nuestras ciudades "modernas" se ven opacadas por los cordones de miseria alrededor de ellas, nuestros ríos y mares están cada vez más contaminados, nuestros bosques cada vez son más escasos y la basura ya forma parte de nuestra vida cotidiana. La calidad medioambiental debe ocupar una posición más relevante porque contribuye directamente a mejorar la calidad de vida de las personas; es decir, un medio ambiente insano conduce a una salud deficiente, mayores desequilibrios y mayor descontento social.

“Por encima de todo, la arquitectura Orgánica debería recordarnos constantemente que no debemos dar por hecho a la Madre Naturaleza. Trabajemos con ella y permitámosle que guie nuestra vida; si la reprimimos la humedad saldrá perdiendo. Kendrick Bangs Kellogg”<sup>20</sup>

Respecto a la arquitectura, las modernas técnicas de construcción, además de ser más costosas, demandan mucha energía, que por lo general superan la capacidad de renovación de los recursos naturales, con el consiguiente perjuicio para el equilibrio de los ecosistemas.

“El sentido constructivo ha de mandar al sistema de equilibrio, la arquitectura no es estabilidad. Esta es una parte de aquella, no lo es todo”<sup>21</sup>

Frente a esta realidad la arquitectura Orgánica surge como una forma de hacer arquitectura es decir sustentada en principios naturales y en donde las edificaciones forman parte de los ecosistemas en donde éstas se hallan inmersas. En la naturaleza podemos encontrar formas bellas, lógicas, perfectas y proporcionadas que pueden servirnos como inspiración para la creación de espacios que cumplan su función óptimamente y que se encuentren en armonía con su entorno.

El término “arquitectura orgánica” fue acuñado por el famoso arquitecto Frank Lloyd Wright (1868-1959)

Esta arquitectura orgánica aprovecha los recursos locales disponibles, en especial aquellos materiales naturales renovables como la tierra, la madera, las fibras vegetales o los desechos agrícolas, entre muchos otros, permitiendo edificaciones de bajo costo. El uso de estos materiales locales se asocia a técnicas constructivas tradicionales, las mismas que pueden ser

---

<sup>20</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, Primera edición en lengua española, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 10

<sup>21</sup> TORROJA Y CABALLÉ Eduardo, *Teoría Geométrica de las líneas alabeadas y de las superficies desarrollables*, Impresa Fontanet, Madrid, 1904, pág. 96

notablemente mejoradas o, sobre la base de ellas crear otras que satisfagan las necesidades actuales de cobijo.

La arquitectura Orgánica aprovecha las excelentes ventajas de estos materiales naturales renovables para el diseño de viviendas sanas y confortables, más frescas en verano y más cálidas en invierno pudiendo ser complementadas con sistemas de acondicionamiento bioclimático, el uso de energías renovables, sistemas de depuración de aguas servidas, etc.

#### 1.4 Arquitectura Antroposófica



**Fuente:** \*fotografía de Marc Rohde  
Goetheanum in Dornach  
<http://www.marcrohde.de>

**La antroposofía es un camino de conocimiento que se propone conducir lo espiritual en el ser humano a lo espiritual en el universo”** Rudolf Steiner. La antroposofía se refiere al mundo de los fenómenos sensoriales y a la realidad invisible que existe detrás de estos fenómenos, investiga estas realidades haciendo del alma humana su instrumento de investigación, el ser humano es objeto y herramienta de investigación al mismo tiempo. Es un camino de auto-educación dentro de los campos del mundo físico, vital, anímico y espiritual en donde el hombre se desarrolla. La existencia del hombre tiene un origen, una orientación y una meta, tiene entonces, un sentido. Steiner marcó pautas invaluable en los

ámbitos de las matemáticas, astronomía, ciencia, medicina, educación, teología, filosofía, drama, danza, economía, política, agricultura, ganadería, y en todos y cada uno de los más diversos ámbitos del pensamiento y el esfuerzo humano.

**La arquitectura antroposófica** contempla varios aspectos para su desarrollo: la arquitectura orgánica, en la que se consideran los procesos de la naturaleza, en el sentido de los desarrollos de las metamorfosis y los cambios continuos a los que está sujeta; la agricultura ecológica, llamada en Alemania biodinámica, de carácter antroposófico, aplicada en los exteriores, jardines y huertos; la bioconstrucción, tomando como materiales de construcción aquellos que derivan directamente de la naturaleza (que calificamos como sanos para la salud del ser humano); arquitectura bioclimática, en el sentido de ahorrar energía y de usar energías alternativas a base de soluciones arquitectónicas; y, los aspectos relativos al reciclaje. Uno de los edificios más representativos es el primer **Goetheanum de Dornach** (Suiza) que estuvo ubicado donde ahora existe el 2º Goetheanum. El famoso Goetheanum, es una construcción totalmente realizada en madera, bajo los mismos principios que rigen la convección de un violín, y que estaba destinada a ser un centro de estudio y de reunión de investigadores espirituales de todo el mundo, que fue incendiado por un grupo de nazis poco antes de declararse la Segunda Guerra Mundial.

La realización del primer Goetheanum nos demuestra que "hacer arquitectura" no es sólo el resultado final, la "arquitectura materializada", sino también el proceso, el cómo hacer ese trabajo de meses o años que involucra a muchas personas y que puede ser cansador, abrumador o inspirativo. Las tareas eran de descubrimiento y aprendizaje constantes, en todo momento era necesario vencer las barreras interiores, pues no siempre el bagaje de hábitos, gustos y predilecciones que las personas traen consigo -muchos de ellos pintores, escultores o músicos- permitía sumergirse en el nuevo lenguaje de manera fácil. Steiner respondía y explicaba pacientemente, recibía con apertura las ideas que los colaboradores le traían, acompañaba sus trabajos (para los que construimos arquitectura este sin dudas representa un buen modelo a seguir en nuestro trabajo diario, estar siempre pacientes y consientes). Existe en esta obra una participación creativa de los creadores junto a los constructores y los futuros habitantes. La arquitectura sirve al hombre, ella se ocupa de apoyar y manifestar la aspiración espiritual del hombre. En ese sentido, un edificio puede, servir bien o menos bien, de acuerdo con sus cualidades estéticas y prácticas. La ejecución de la obra y el aprendizaje, que ella proporciona, puede responder también, a esta espiritualidad del ser humano. El hombre puede perderse en el trabajo, o encontrarse a sí mismo...

Los conceptos con los que se trabaja en esta arquitectura son los procesos de aspirar y expirar, los estudios sobre la formación de burbujas de aire, los estudios del crecimiento de las cosas (incluso la formación de una ciudad), los estudios del movimiento, la gama de colores del arco iris (empezando con el naranja). Todos estos conceptos filosóficos están basados en los estudios realizados por Goethe y en cuyos resultados se basa hoy en día casi toda la arquitectura antroposófica. Resumiendo, todas las Artes estaban presentes en la arquitectura del Goetheanum: la Eurytmia (danza), la música, el drama, la pintura y la escultura, todas inspiradas en la misma fuente.

En la arquitectura en general, todas las etapas y rubros se necesitan y se encuentran inseparablemente unidos, desde la idea madre hasta su concreción intervienen infinidad de

ellos, no se trata de seguir pautas establecidas, cada uno encontrará las suyas, pero bien valen estos ejemplos para que nos sirvan como guía, -los arquitectos construimos casas y el hombre hace el hogar-, ocupémonos, al menos, de devolverle el alma a nuestras construcciones y recuperemos la pasión de compartir y descubrir experiencias diariamente.

La arquitectura antroposófica contempla varios aspectos: la arquitectura orgánica, en la que se consideran los procesos de la naturaleza, en el sentido de los desarrollos de las metamorfosis y los cambios continuos a los que está sujeta; la agricultura ecológica, llamada en Alemania biodinámica, de carácter antroposófico y que debería, a mi modo de ver, formar parte de cualquier tipo de arquitectura orgánica, aplicada en los exteriores, jardines y huertos; la bioconstrucción, tomando como materiales de construcción aquéllos que derivan directamente de la naturaleza y/o que calificamos como sanos para la salud del ser humano; arquitectura bioclimática, en el sentido de ahorrar energía y de usar energías alternativas a base de soluciones arquitectónicas; y, por último, los aspectos relativos al reciclaje.

Uno de los edificios más representativos es el primer Goetheanum de Dornach (Suiza) que estuvo ubicado donde ahora existe el 2º Goetheanum. Se empezó a construir en 1913 y fue quemado en su totalidad recién acabado (hay que resaltar que era todo de madera). Las 2 cúpulas principales, en su relación, son de proporciones áureas.

Es decir el 2º Goetheanum de Dornach; como ejemplo a seguir, nos enseña lo que serían, en el sentido estricto de la palabra, metamorfosis arquitectónicas: es decir metamorfosis de ornamentos, de capiteles, de arcos de bóvedas y por tanto, sobre todo de aberturas, siempre en relación estrecha con sus espacios arquitectónicos correspondientes.

A pesar de ser muy difícil, a mi modo de ver, seguir las pautas o ideas de un maestro, los dos Goetheanum han servido y siguen siendo ejemplos para todas las arquitecturas antroposóficas que se realizan, una guía para todos los creadores.

El carácter calcáreo del hormigón armado recuerda a una roca que a pesar de no ser un material llamado de bioconstrucción, sí se trata en este caso de una forma totalmente orgánica, pero que distorsiona muchos tipos de energías.

“La arquitectura es parte del proceso de rememoración: volver a unir nuestros sueños colectivos. El edificio ha de contar una historia sobre el lugar y la gente, y ser un camino para que nos comprendamos en la naturaleza”<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, Primera edición en lengua española, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 114

A las formas en donde las fachadas se abren arriba hacia fuera para formar luego la cubierta, se les llama hongo o seta antroposófica. En las metamorfosis de las aberturas en las fachadas: en las ventanas, las fuerzas parecen reflejarse en la arquitectura. Las escaleras o accesos se ciñen a los edificios y viceversa.

Otro espacio muy representativo en las construcciones orgánicas es, por ejemplo, el escenario o sala de actos del Goetheanum, tan importante en las instituciones antroposóficas. En el escenario hay un dominio de las tonalidades rojas.

### Obras antroposóficas

Existen obras de reformas y viviendas unifamiliares con carácter antroposófico, así como edificios de viviendas, oficinas e incluso bancos. Los conceptos con los que se trabaja son los procesos de inhalar y exhalar, respirar, los estudios sobre la formación de burbujas de aire, los estudios del crecimiento de las cosas (incluso la formación de una ciudad), los estudios del movimiento, la gama de colores del arco iris (empezando con el naranja). Todos estos conceptos filosóficos están basados en los estudios realizados por Goethe y en cuyos resultados se basa hoy en día casi toda la arquitectura antroposófica. En las cristaleras, por ejemplo, de San Miguel, la más importante del 2º Goetheanum, encontramos además motivos religiosos y cósmicos.

Como una metamorfosis de un sistema cristalino, como representación de intervalos musicales con sus vibraciones propias y/o las de su entorno. Los conceptos de aspirar y espirar: los movimientos de gases que conllevan a corrientes y éstas a remolinos y otros movimientos, con sus vibraciones propias y por tanto, tonos musicales, tanto de los sólidos (arquitectura) como de los líquidos o gases (para cuyo estudio se tomó como base la monocuerda de Pitágoras). La formación de burbujas de aire es una manera de limitar el espacio, en este caso podríamos hablar de metamorfosis de cúpulas. Los estudios del crecimiento serían la relación existente entre plantas y cristales con la arquitectura.

La arquitectura antroposófica es un medio para poder comprender mejor la naturaleza de la misma, donde surgen los conceptos de diseños que luego son utilizados, diseños que favorecen a la existencia humana, y a su hábitat.

## 1.5 BIO Inspiración

Buscar en la naturaleza inspiración para los nuevos diseños

Las extraordinarias técnicas de diseño de la naturaleza, largamente probadas, están siendo estudiadas por expertos para encontrar respuestas sobre algunos de los desafíos más difíciles relacionados con la ingeniería.

### El diseño inspirado en la naturaleza

“La creación es un camino largo y difícil que requiere, además de la imaginación creativa, una imaginación lógica y ordenada.”<sup>23</sup>

Si bien ya hace varias décadas que se trabaja en la bio-arquitectura, se puede decir que está marcando con fuerza la tendencia del diseño, el arte y la arquitectura de los últimos años. Inspirada en la vida, las formas y los colores de la naturaleza la bio-arquitectura refleja la fluidez esencial de esa vida, casi un paraíso prometido al cual todo humano querría acceder.

Allí no hay estrés, no hay agresión, sólo un vientre arquitectónico que prodiga contención, descanso y libertad. Aunque para algunos aún no son espacios habitables sino experimentos virtuales. También se habla de arquitectura orgánica, de bio-arquitectura celular cuando está inspirada en micro organismos, “A medida que la ciencia se adentra en el mundo microscópico de la materia y descubre más sobre las notables estructuras de los seres vivos, la naturaleza continúa sorprendiéndonos y enseñándonos cómo podríamos construir de un modo más inteligente, económico, sutil y ecológico.”<sup>24</sup> de arquitectura bio-inspirada, arquitectura ecológica, y arquitectura sustentable o consiente. En definitiva hay diferentes versiones de un mismo concepto.

“Para Antoni Gaudí, el maestro supremo y apasionado de lo orgánico, la línea recta pertenecía al hombre y la curva a dios... Gaudí observó de cerca las formas naturales y fue un osado innovador de los sistemas estructurales avanzados.”<sup>25</sup>

---

<sup>23</sup> SENOSIAN AGUILAR Javier, *Bio arquitectura en busca de un espacio*, Editorial Limusa, México, 1998. Pág. 19

<sup>24</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 50

<sup>25</sup> Ibidem Pág. 34

## Casas y Espacios Orgánicos

Senosiain presenta los principios naturales de las edificaciones animales y humanas, y compila las bases que dan origen a la arquitectura orgánica. Ésta crea espacios adaptados al hombre y sus necesidades ambientales, físicas y psicológicas. Busca espacios semejantes al claustro materno, a los refugios de los animales y al del hombre que en un principio adoptó las cavernas sin modificar su medio. Espacios cóncavos como los brazos de madre que acurrucan al niño, amplios, integrales, donde el mobiliario integrado facilita la circulación.

En México se han realizado muchas obras siguiendo este modelo orgánico como la Serpiente (1987), El Cacahuete (1989), El Tiburón (1990), la Casa flor (1994), o el Nido de Quetzalcóatl (2007).

### La Casita del Árbol

Para algunos la arquitectura debería construirse con materiales vivos, como árboles por ejemplo. Con esta filosofía, el arquitecto Mitchel Joachim, en colaboración con la ingeniera ecológica Lara Greden y el arquitecto Javier Arbona, todos ellos del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), han propuesto una vivienda, denominada Fab Tree Hab, construida a partir de árboles vivos.

“La naturaleza es la encarnación perdurable y eterna del legado de la dignidad humana.”<sup>26</sup>

No se trata de añadir habitáculos contruidos al tronco, como si de una moderna casa de Robinsones suizos se tratara, sino de que el árbol acabe siendo en sí la vivienda. Para ello, el tronco se aprovecha como cimiento, y mediante una técnica tradicional de trenzado de ramas, las paredes, los tejados, los arcos y los distintos entramados de la casa van tomando forma y estructura.

Otro detalle importante es el manejo de la energía en este tipo de casas. El agua cumple una misión fundamental en esta vivienda. El tejado la almacena y circula por el interior gracias a la gravedad, alimentando a la estructura arbórea. El vapor producido en este proceso ambienta el hogar y sirve como fuente añadida para conservar agua. En el exterior de la vivienda, las bacterias, peces y plantas que cohabitan en un estanque se encargan de purificar el agua mediante el consumo de residuos orgánicos. Gracias a un sistema de compostaje, los restos de materia orgánica se pueden reciclar y aprovechar como abono.

---

<sup>26</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 191



## Casas Ecológicas

En otros ámbitos se habla de casas ecológicas y se remiten al bio-clima; a la cromoterapia, una disciplina que intenta mejorar la salud física y emocional a través del uso del color; al feng-shui, una filosofía oriental para decorar los ambientes; y al ahorro de energía. Se selecciona el terreno con base en su relación con el sol, el viento, el agua y la vegetación. Debe estar alejado de los campos electromagnéticos producidos por tendidos eléctricos, transformadores o estaciones de telefonía móvil, y de fuentes de contaminación acústica, como carreteras. La vegetación que lo rodea se utiliza para ahorrar energía, generar calefacción o aire natural. Las casas ecológicas cuestan un 15 por ciento más que las casas tradicionales. Pero a largo plazo representan un ahorro de entre 30 y 43 por ciento en los gastos de energía eléctrica, gas, calefacción y agua. En la mayoría de estas casas se logra el abastecimiento energético mediante paneles de energía solar.

“Nuestras decisiones con respecto a la construcción de edificios deben provenir de nuestra conciencia del planeta, si no queremos ser responsables de su muerte. Tenemos que pensar en el bien estar de la propia Tierra y en el de todos los que aquí vivimos. Eric Furnemont<sup>27</sup>

## Bio-viviendas

---

<sup>27</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 10

## **Musa de los bio-arquitectos**

Hundertwasser (su verdadero nombre era Friedrich Stowasser) nació en Viena en 1928 y Murió en el año 2000. Podría decirse que inspirado en Gaudí fue el precursor de la arquitectura orgánica.

Desarrolló su arte en dos dimensiones fundamentales: la pintura y la arquitectura. Su conciencia de ciudadano sensible, lo impulsó a reaccionar contra la asfixia y anemia de la arquitectura funcional, racionalista, de superficies rectas y lisas, huérfanas de toda ornamentación. Hundertwasser se rebeló contra el funcionalismo arquitectónico de Adolf Loos. Consideró que la arquitectura moderna está enferma, por lo que es necesario curarla. Hundertwasser, el pintor, se reinventó entonces como "médico de la arquitectura". Remodeló edificios, fábricas, casas, una iglesia; y confeccionó multitud de maquetas de edificios a recrear. Con él la arquitectura renació con brillo, resplandor y magnetismo. Es el pasaje de las construcciones muertas hacia edificaciones rebosantes de salud. Hundertwasser fue un activo artista alquimista.

En su pintura, predominan las espirales, una arcaica vía simbólica hacia un centro de intensidad sagrada. Encontró también en las cebollas, en la imagen de cúpulas-cebollas, una expresión simbólica de lo abundante, lo fértil, de la fuente de la vida.

Pero no sólo la vida lo ocupó sino también la muerte. Creó el, escandaloso para muchos, concepto de reciclado de los muertos. Fue enterrado sin un féretro destinado a separarlo de la tierra, para que su integración con la misma fuera rápida, y sobre el suelo de su sepultura se plantó un árbol. Según su creencia, ahora vive en el árbol que crece sobre el lugar de su regreso a la Gran Madre.

### Estructura de acero Casa Somme 2008



Fuente: ARQUITECTURA VIVA Aniceto Marinas 32 España

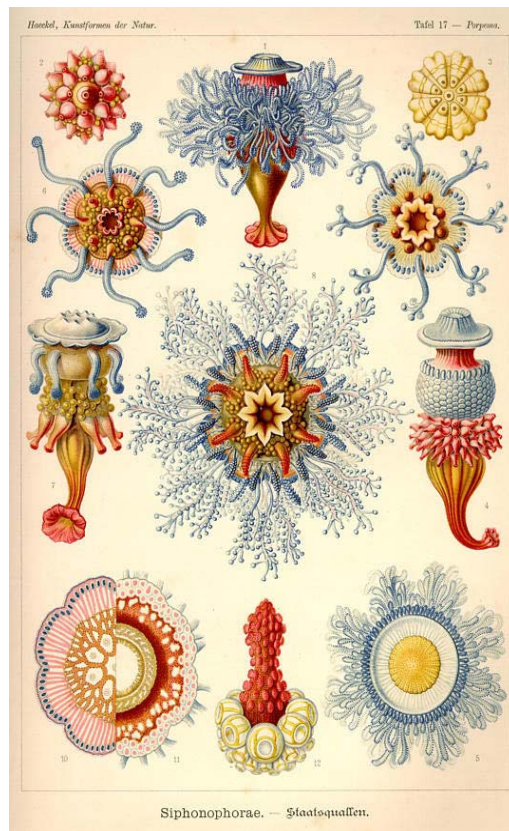
La bio inspiración es una manera directa hacia el proceso creativo tomando a priori pautas relacionadas a la arquitectura orgánica traduciendo el resultado en bio arquitectura.

## 1.6 Biomimética

La biomimética, según David Kirkland (arquitecto del estudio “Grimshaw and Partners”) es “el estudio y entendimiento de la naturaleza y como transferirlo o aplicarlo en la industria”. Aunque cabe destacar que hay arquitectos que puntualizan este término para referirse al diseño formal a partir de ingeniería genética.

Así, mientras por un lado algunos ingenieros y arquitectos desarrollan su obra inspirándose a partir de formas naturales, otros tantos ya están plantando casas a partir de semillas y soñando con poder crear

Las formas de la micro naturaleza por Ernest Haeckel



Fuente: yellow dot [en línea]

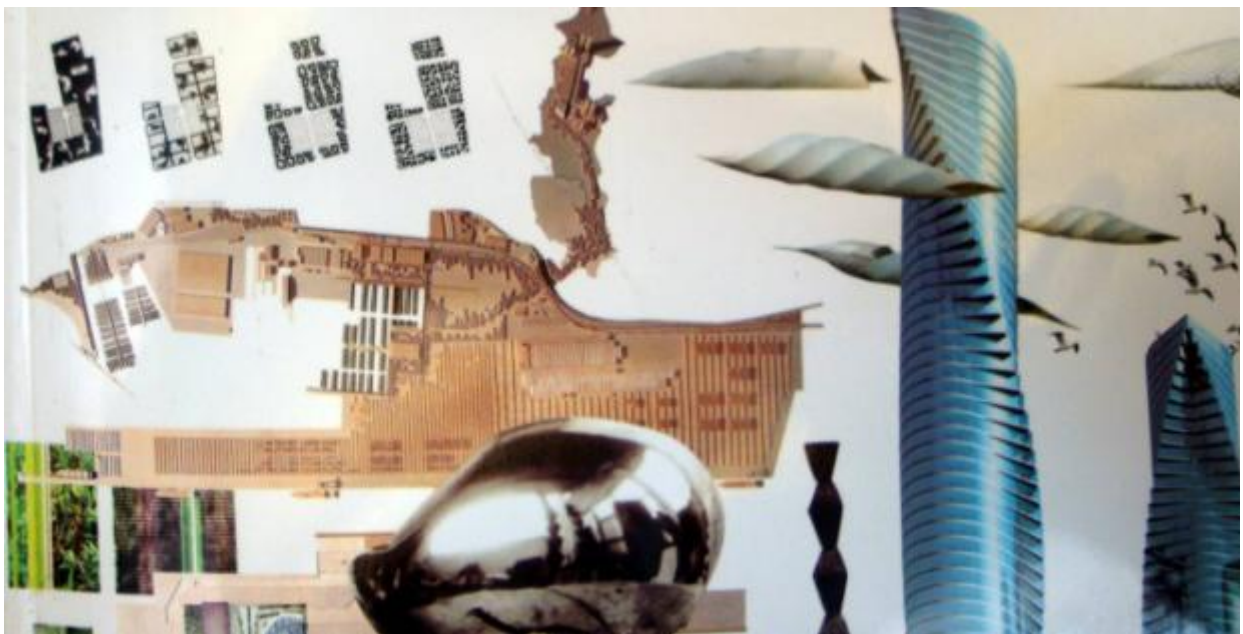
Visto estas dos ramificaciones de la concepción del término, es ciertamente complaciente observar como la memplexia cultural se nutre e incluso interacciona con la genética. A pesar de la satisfacción intelectual que pueda producir el hecho de poder manipular la naturaleza, el crisol que nos dio la luz y ahora es en cierto modo superado por la frenética evolución de los memes, es necesario señalar un aspecto importante.

“Pregunta, por favor, a los animales domésticos, y ellos te instruirán; también a las criaturas aladas de los cielos, y ellas te informarán. O muestra tu preocupación a la tierra, y ella te instruirá; y los peces del mar te declararán”. (Job 12:7,8.)

La Biomimética es una disciplina científica que imita a la naturaleza, tanto en su forma como en sus procesos. Va desde aviones que copian el aleteo de las aves hasta los más simples sistemas moleculares y enzimas que imitan procesos biológicos.

“La geometría fractal describe las formas y los ritmos naturales, como el de los copos de nieve, las hojas, las ramas de los árboles, las montañas, las olas, y los litorales. Cuando se aplica a la arquitectura el ritmo y la composición se transforman en detalles fractales semejantes entre sí, de los que a menudo se habla como una –progresión de la textura-. Desde un punto de vista fractal, la arquitectura del movimiento moderno carece de esa progresión de textura como también de la armonía con su entorno.”<sup>28</sup>

Proyectos Calatrava, Mcanoo, Ferrater, Sancho



Fuente: ARQUITECTURA VIVA Aniceto Marinas 32 España

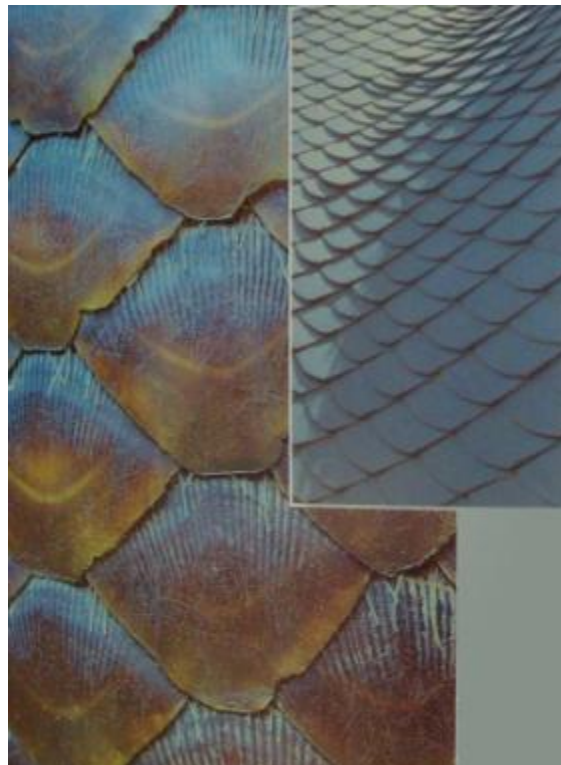
<sup>28</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 68

## La Biomimética en el mundo

- El velcro (abrojo) fue uno de los primeros inventos basados en la biomimética. Surgió cuando su descubridor trataba de desenganchar los frutos del cardo del pelaje de su perro. Tras varios ensayos consiguió, por un lado una superficie con una especie de ganchos capaces de deformarse y que se peguen a la textura de enfrente
- Un robot marino que tiene la forma del atún. Se mueve a 70 kilómetros por hora, flota bien y se sobrepone las fuertes turbulencias del fono del océano. Se usa como flotador auxiliar para buzos.
- Mini-robots que copian la forma de insectos, como grillos y abejas. El fin es la exploración espacial. (nanotecnología).

Los dispositivos biomiméticos miran a la naturaleza en busca de inspiración, imitando la forma en que los insectos, plantas y animales afrontan las dificultades. Desde la forma en que las plantas enrollan sus hojas a cómo las avispas taladran agujeros en los árboles, la evolución ha desarrollado inteligentes y variadas formas de resolver los problemas de ingeniería.

Escamas de un Pangolín representadas en un tejado en la iglesia de Imre Makovecz Paks Hungría



Fuente: PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002

Alex Ellery: Prefiero el término bio-inspiración más que biomimética, ya que estamos intentando obtener ideas de la naturaleza más que limitarnos a copiarla. La primera elección racional es que los organismos biológicos están enfrentados con el mismo conjunto de desafíos y problemas que los ingenieros. Para los exploradores y los robots, estamos intentando diseñar agentes inteligentes autónomos que puedan sobrevivir en entornos hostiles. Por lo tanto miramos cómo la naturaleza ha hecho frente a ese problema a través de la evolución por selección natural, y después podemos aplicar la ingeniería inversa a las soluciones naturales e incorporarlas a nuestras máquinas.

Hay muchas áreas diferentes en las que se puede aplicar este tipo de tecnología. Por ejemplo, una nave espacial debe ser compacta cuando se lanza, pero a fin de tener potencia tras el lanzamiento se necesitan desplegar grandes dispositivos solares. Para empaquetar eficientemente cosas como antenas y paneles solares, podemos observar cómo las flores pliegan sus hojas.

Otro ejemplo es el diseño de un taladro. La mayoría de los taladros artificiales son rotatorios – normalmente requieren dos motores y se necesita poner mucha fuerza o empuje en ellos. Pero los pequeños animales como los insectos no tienen mucho peso, por lo que no pueden ejercer mucho empuje sobre sus taladros. Por tanto, por ejemplo, la avispa de la madera usa un largo tubo llamado oviscapto para taladrar la corteza de un árbol de forma que puedan depositar sus huevos. Hemos tomado el oviscapto de la avispa de la madera y convertido ese mecanismo en un nuevo tipo de taladro. Es básicamente más un taladro de percusión que rotatorio. Hallamos que en las pruebas iniciales es mucho más eficiente que los taladros normales.

## **Biología artificial**

Desde un punto de vista ingenieril, cualquier ser vivo puede considerarse como un dispositivo especializado en sobrevivir y reproducirse. Tres mil millones de años de evolución biológica y un laboratorio de 500 millones de kilómetros cuadrados han dado lugar a especies dotadas de mecanismos altamente complejos. A fin de cuentas, según la teoría del gen egoísta los seres vivos no son otra cosa que portadores de patrones de información genética, que se transmite a través de las generaciones para alcanzar un grado de perfeccionamiento cada vez mayor. El egoísmo de los genes fuerza a los portadores a especializarse en su beneficio. Estos mecanismos tan perfeccionados también han servido de inspiración al ser humano para el diseño de sus máquinas: autómatas mecánicos, los primeros intentos de artefactos voladores, sistemas de navegación o los más modernos métodos de visión artificial son algunos ejemplos de las importaciones que se han hecho de la tecnología biológica.



Aunque en un principio se trataba de modelos mecánicos, la aparición del ordenador ha dado alas a la simulación de los seres vivos. En la actualidad, pequeños componentes de silicio emulan en cualquier parte del mundo el funcionamiento de la corteza visual del gato, la respuesta del sistema inmune o el comportamiento de una colonia de hormigas. Sin embargo, éste no fue el camino tomado desde un principio. Por su naturaleza computacional, la informática miró al cerebro humano antes que a cualquier otro producto biológico. La inteligencia artificial fue un campo que se desarrolló extraordinariamente en la década de los 80, sobre todo a raíz del intento japonés de crear los ordenadores de quinta generación. Hoy

Cimentación de piso flotante en espiral estructura de madera



Fuente: ARQUITECTURA VIVA Aniceto Marinas 32 España

en día se acepta que el enfoque era demasiado ambicioso y poco a poco han ido abriéndose paso nuevas tendencias que pretenden atacar el problema desde abajo. El diseño de sistemas biológicos avanza actualmente por caminos muy diversos, de los que a continuación exponemos algunos ejemplos:

Las redes neuronales artificiales se basan en un modelo matemático del funcionamiento de la neurona y de la conexión de estas neuronas en redes con capacidad de procesar la información de maneras muy distintas. Aunque hasta el momento se han desarrollado interesantes paradigmas que realizan procesos de categorización o condicionamiento, queda aún lejos la simulación de grupos de millones de neuronas capaces de percibir el entorno y reaccionar ante él como lo haría, por ejemplo, un ratón de campo.

Los algoritmos genéticos son un método de optimización inspirado en la evolución biológica. Utilizando técnicas de mutación y cruzamiento como las que tienen lugar a nivel molecular en los seres vivos, estos algoritmos pueden afinar el diseño de un avión, encontrar el mejor itinerario para un viajero o incluso mejorar el funcionamiento de una red neuronal.

La vida artificial aglutina a un conjunto de técnicas utilizadas por seres vivos simples para resolver problemas. En el caso de un único agente, los comportamientos reactivos (o instintivos) son suficientes para que un robot pueda navegar por su entorno o escapar de callejones sin salida, pero es el enfoque multiagente el que más riqueza aporta a esta disciplina: grupos de individuos comunicados apilando piezas o encontrando trayectorias óptimas. Es el mundo de los comportamientos emergentes (fenómenos que aparecen de lo colectivo y que no pueden predecirse a partir del comportamiento de un único agente). No



obstante, la vida artificial es un campo especialmente interesante para un biólogo porque no se limita a imitar la vida tal y como es, sino que estudia también la vida como podría ser, es decir, aquellos fenómenos que no conocemos en la biología, pero que podrían haber surgido.

La visión activa es una técnica que integra visión artificial y comportamientos reactivos. El primer componente viene dado por la visión foveal, que es una evolución natural de las técnicas clásicas de visión artificial. Los algoritmos utilizados por éstas han estado siempre muy influenciados por el modo en que los seres vivos procesan la estimulación visual, pero por comodidad siempre se trabaja con una imagen de resolución uniforme. El enfoque foveal propone la utilización de una topología más biológica, con una alta concentración de sensores en el centro de la imagen que va decreciendo hacia la periferia (esta es la forma en que se organiza la retina de la mayoría de los organismos superiores). Este tipo de organización obliga al uso de mecanismos atencionales que vienen determinados por los comportamientos que el agente presenta ante el medio.

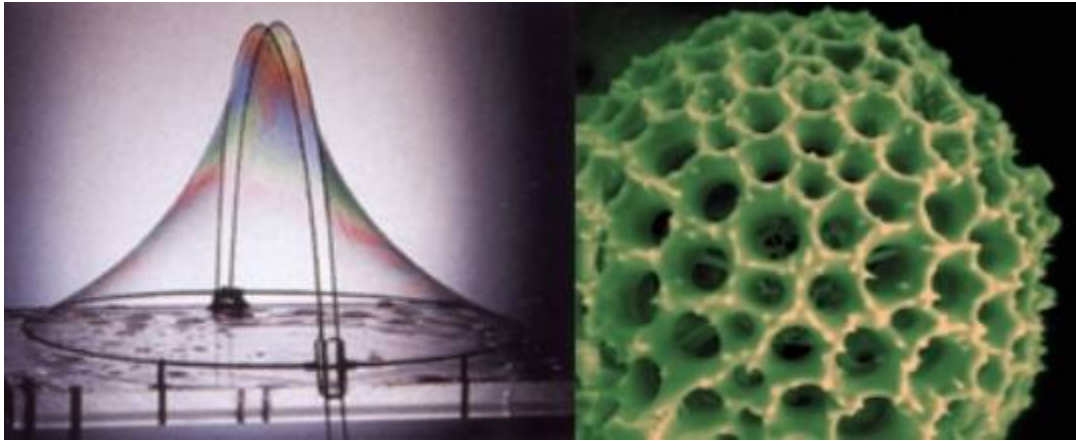
Existen otras muchas disciplinas dedicadas a imitar lo biológico, que se enmarcan dentro del término biomimética, y que en el futuro pueden tener importancia, no sólo por sus aportaciones al terreno ingenieril, sino también por su valor explicativo del fenómeno biológico. Y esto es algo de gran relevancia, ya que en la actualidad el ordenador está pasando de ser una herramienta de comprobación a un método de validación.

Como puede verse, la biocomputación empieza a ocupar un lugar en el campo de la ingeniería y da origen a dispositivos físicos y métodos computacionales que pueden competir con las técnicas tradicionales y, frecuentemente, mejorarlas. Si es cierta la teoría de que las máquinas son la especie sucesora del ser humano, al menos, puede que éstas tengan un aspecto marcadamente biológico.

## **Arquitectura biomimética**

La ciencia avanza sin pausa y la genética —junto con la nanotecnología y la tecnología de materiales— es una de las ciencias que más tiene para ofrecer en sorpresas y maravillas. Hay biogenetistas repartidos por todo el mundo que, junto a arquitectos y expertos en computación, están pergeñando una idea que se emparenta con lo que he venido hablando hasta aquí. Este nuevo concepto radical (que estaría dando sus primeros frutos) ha sido bautizado como "Arquitectura Genética". La idea se basa en algo llamado "biomímesis", un enfoque que pretende convertir las viviendas en objetos naturales: auténticos seres vivos habitables.

## Biomimesis and the Geometric Definition of Shell Structures in Architecture



Fuente: Generative art International conference [en línea]

Entre las especulaciones que aporta esta nueva rama de la investigación podemos encontrar edificios cuyas paredes y techos sean de materia vegetal, o incluso de piel, aportando calor de calefacción por medio de venas en las que circula sangre, o savia. Las paredes se calentarían o enfriarían según la estación, y aportarían oxígeno para la ventilación. La estructura sería capaz de obtener por sí sola los nutrientes necesarios para que nuestro hogar se mantenga siempre vivo y en forma.

En este caso, una casita de barrio vendría en forma de semilla y se plantaría en nuestra parcela de terreno. Un tiempo de cuidado y atención y... ¡magia!, tenemos la casa de nuestros sueños.

“La naturaleza y sus formas orgánicas tienen una experiencia de tres mil millones de años. La Naturaleza posee más conocimientos de cómo adaptarse al entorno que cualquier construcción tecnológica y moderna de la actualidad.”<sup>29</sup>

Siendo plantas, o animales, nuestros hogares podrían ser receptivos y comprender nuestros estados de ánimo. Serían capaces de darnos consuelo, cuidarnos y aliviar nuestra pena cuando estemos tristes. La frase "hablar con las paredes" ya no tendría el mismo sentido.

---

<sup>29</sup>Revista Área Crea tu entorno Junio-Agosto, 01 Arquitectura Orgánica, 2003, Pág. 63

Las viviendas vivas se podrán construir a sí mismas, como se construye a sí mismo el cuerpo de un bebé o de cualquier cría de un animal, o como crece un árbol desde una minúscula semilla. Podrán auto-reparar sus desperfectos, como nosotros somos capaces de curarnos de las enfermedades que nos atacan y regenerar bastantes partes de nuestro cuerpo de las heridas que hemos recibido. Y se podrían mantener limpias aseándose con esmero, como los gatos y muchos otros animales.

“La introducción de la naturaleza en la obra de Gaudí fue una actitud globalizadora que superaba las abstracciones utilizadas en los ornamentos modernistas.”<sup>30</sup>

Estos nuevos proyectos ecológico-ambientales, que están operando un cambio de paradigma en la construcción de viviendas, son comandados por dos investigadores de la nueva revolución bio-cibernética: el arquitecto Karl S. Chu, de California, y el español Alberto T. Estévez, doctor de la Escuela Superior de Arquitectura de la Universidad Internacional de Cataluña (ESARQ).

Junto a ellos trabajan arquitectos como Bernard Cache, Mark Goulthorpe, Greg Lynn, Benhard Franken y Hani Rashid. La idea motriz de estos pioneros consiste en aplicar los últimos hallazgos de la genética a la arquitectura, utilizando modelos de ADN que construyan por sí mismos el resultado final.

---

<sup>30</sup> H. KLICZKOWSKI, *Obra Conmpleta Gaudí*, Proyecto editorial Loft publicaciones, Barcelona España, 2002 pág. 12.

Estévez advierte que su trabajo no es el estudio de las formas y sistemas vegetales y animales para crear formas y sistemas artificiales. La biónica observa, por ejemplo, el comportamiento de un perro, y construye un artefacto que se mueve, ladra y comporta como el animal real. El resultado es, obviamente, una construcción artificial. La arquitectura genética procura una meta diferente. Alberto Estévez explica: "¿Ves esa planta que Gaudí (Antonio Gaudí, arquitecto español que vivió entre 1852 y 1926, que revolucionó el diseño arquitectónico) construyó en piedra? Pues yo te la puedo hacer de verdad, para que crezca y le salgan flores y que forme parte del edificio. Éste es el gran cambio".

### Guggenheim Bilbao Frank Gehry



Fuente: PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002

La arquitectura genética conectará los diseños físicos de los arquitectos e ingenieros, hechos en los mismos programas de diseño de hoy (ACAD, por ejemplo), con generadores de cadenas de ADN que fijarán las formas y funciones con criterios biológicos. A todo esto se le agregará la capacidad computacional necesaria para el control, posiblemente también de base orgánica.

A partir de eso vendría la fase más compleja, que consiste en trasladar la información genética, diseñada en los ordenadores, a una máquina que realice la construcción siguiendo esa guía. Tratándose de vida, es posible hacer lo mismo que hacen los animales y las plantas, es decir, crecer con base en una organización pautada. El "director de obra" es la información de ADN, que organiza la producción física del edificio sin intervención humana.

No hay ninguna magia. Los seres vivos funcionamos así. Las células se crean solas, siguiendo las instrucciones de la cadena genética. Y lo más importante: se unen y organizan entre sí para formar los organismos. No hay que olvidar que un ser humano, considerado la cúspide de la evolución por tener inteligencia y ser capaz de cambiar y controlar su entorno, se forma a partir de una sola célula.

En la ingeniería genética, el hombre manipula la información primaria del gen y logra introducir los cambios que desea en los organismos vivos. Aplicando este procedimiento a la arquitectura, bien conocido en la genómica, se puede lograr que una célula original construya una casa.

Estévez y sus colaboradores han inventado un prototipo de máquina capaz de desarrollar esas "construcciones genéticas" a un nivel básico. Ordenando la información a nivel molecular, se podría conseguir una arquitectura que no sólo creciera en un entorno, sino que lo creara.

Aquí no existiría un "final de obra", que significa que los constructores ya han cumplido con lo que indican las instrucciones que los arquitectos y/o ingenieros han puesto en los planos, sino que en realidad la obra estaría desarrollándose siempre, adaptándose a sus moradores, ajustándose al entorno y las disponibilidades de recursos, del mismo modo que hacen las cadenas genéticas de los seres vivos. Es decir, serían capaces de evolucionar. Mark Goulthorpe dice: "Queremos hacer realidad el viejo sueño de una arquitectura dinámica, capaz de responder físicamente a los estímulos de su entorno, al clima, a los sonidos y movimientos de las personas que viven ahí".

Si un día comenzamos a habitar estos hogares "vivos", pronto entenderemos que nosotros mismos somos parte de un organismo mayor. Es posible que terminemos usando mobiliario, ropa y todo tipo de objetos vivientes. No se puede imaginar un abrigo más cálido y satisfactorio que uno hecho con piel viva. La integración podría no terminar ahí. Si nuestra ropa está viva, si nuestro refugio contra la naturaleza está vivo, si los objetos que manipulamos y nos sirven para el confort están vivos, ¿por qué no ser nosotros mismos nuestra casa, nuestros utensilios y nuestra provisión de alimentos?... al fin y al cabo somos seres vivos y nuestros genes se pueden modificar como cualquiera de los otros.

Los seres humanos podemos volvernos indistinguibles de los organismos que nos cobijan y atienden, al estar fundidos del todo con el entorno biológico que hemos generado artificialmente.

La biomimética, según David Kirkland (arquitecto del estudio "Grimshaw and Partners") es "el estudio y entendimiento de la naturaleza y como transferirlo o aplicarlo en la industria". Aunque cabe destacar que hay arquitectos que puntualizan este término para referirse al diseño formal a partir de ingeniería genética.

Así, mientras por un lado algunos ingenieros y arquitectos desarrollan su obra inspirándose a partir de formas naturales, otros tantos ya están plantando casas a partir de semillas y soñando con poder crear un bio entorno autosuficiente que pueda entrar en simbiosis con el ser humano.

Visto estas dos ramificaciones de la concepción del término, es ciertamente complaciente observar como la memeplexia cultural se nutre e incluso interacciona con la genética. A pesar de la satisfacción intelectual que pueda producir el hecho de poder manipular la naturaleza, el crisol que nos dio a luz y ahora es en cierto modo superado por la frenética evolución de los memes, es necesario señalar un aspecto importante.

Para ello es interesante servirse de un experimento que se realizó no hace mucho:

"Aunque conocemos tradiciones culturales en chimpancés y en otros animales, no se ha podido observar con precisión la forma en que se transmiten. Andrew Whiten y sus colaboradores plantearon un experimento sencillo. Se colocó una uva dentro de una caja inclinada, a la vista de la jaula del chimpancé pero sin acceso directo a ella. La uva caería hacia la jaula del chimpancé si no fuera porque un bloque obstruía la salida. Entonces, los investigadores enseñaron a un chimpancé a levantar el bloque con un palo, para así poder alcanzar la uva. Y a otro chimpancé se le enseñó un método alternativo, que consistía en hacer girar el bloque, sin levantarlo, obteniendo el mismo resultado, es decir, hacerse con la uva. Whiten puntualiza que el método de empujar el bloque les resulta más fácil que levantarlo.

Con esta nueva habilidad, se permitió a los chimpancés entrenados volver a sus grupos sociales. Como se esperaba, los compañeros emplearon la misma técnica que el simio adiestrado, al que veían desplegar su nueva capacidad. Los chimpancés que no vieron actuar al "maestro" sencillamente no supieron alcanzar la uva.

Ahora viene lo curioso: algunos chimpancés, en sus intentos de hacerse con la uva, descubrieron por sí mismos el método alternativo. !!Pero dos meses después la

mayoría los chimpancés innovadores despreciaron su descubrimiento y volvieron a la técnica predominante en su grupo, aunque fuera la más difícil!!” (Extraído del “memeci.blogspot.com”)

De la misma forma en la sociedad humana el desarrollo cultural y tecnológico, no está sujeto a la lógica evolutiva y por tanto propicio a la ineficacia.

La transmisión mimética, sujeta a su propia lógica a pesar de ser sumamente provechosa para el ser humano a nivel vital crea confusiones con propiedades víricas, la conciencia de lo cual hace cuestionar, si es productivo modificación genética desde los memes, saltando así la selección natural. Por tanto como arquitecto, uno debe de ser consciente de sus limitaciones intelectuales y por tanto dirigir de forma adecuada una cuestión tan delicada como es la biomimética.

## 1.7 Biónica

La biónica se interesa en la creación de funciones y formas analógicas al comportamiento de los seres vivos, no se trata de copiar sino de codificar, traducir, transliterar, interpretar.

La biónica se vincula con diversas ciencias para lograr desarrollos interdisciplinarios basándose en los diseños que la naturaleza, tanto flora como fauna, unicelular y pluricelular, nos ha enseñado.

“Naturalismo mágico “A ustedes que conocen el esqueleto humano y sus funciones les diré que yo estudio y aprendo de él, porque son estructuras en las que no existe el plano absoluto si no formas alabeadas vivas” Antonio Gaudí.”<sup>31</sup>

En la naturaleza la función está íntimamente ligada a la forma, son una sola cosa, no hay forma sin función ni función sin forma. Por lo tanto el funcionamiento es parte importante del proceso creativo de éste diseño.

---

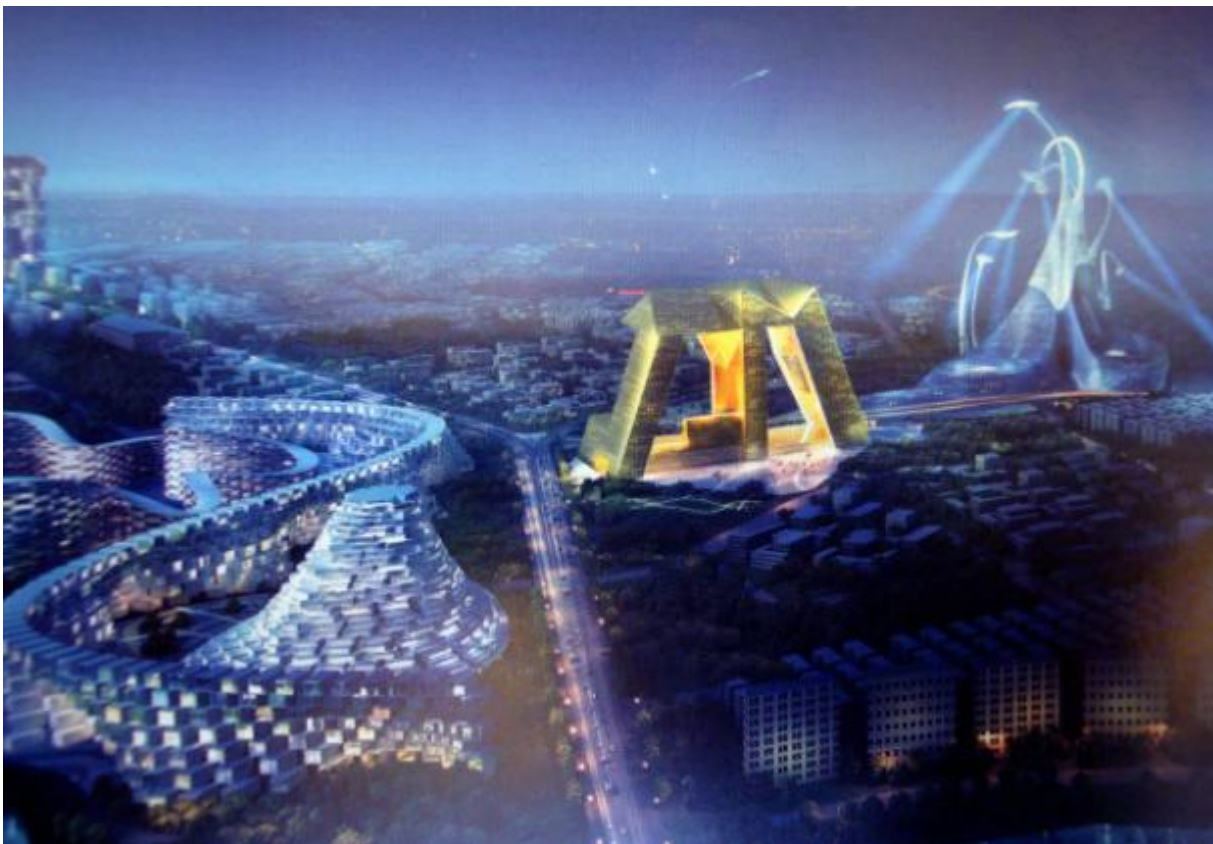
<sup>31</sup>SENOSIAN AGUILAR Javier, *Bio arquitectura en busca de un espacio*, Editorial Limusa, México, 1998. Pág. 133

La biónica es la aplicación del estudio de soluciones biológicas a la técnica de los sistemas de arquitectura, ingeniería y tecnología moderna. Etimológicamente la palabra viene del griego "bios"; que significa vida y el sufijo "ico" que significa "relativo a".

Asimismo, existe la ingeniería biónica que abarca varias disciplinas con el objetivo de concatenar (hacer trabajar juntos) sistemas biológicos, por ejemplo para crear prótesis activadas por los nervios, robots controlados por una señal biológica o también crear modelos artificiales de cosas que solo existen en la naturaleza, por ejemplo la visión artificial y la inteligencia artificial también llamada cibernética.

Se podría decir, la biónica es aquella rama de la cibernética que trata de simular el comportamiento de los seres vivos haciéndolos mejores en casi todas las ramas por medio de instrumentos mecánicos.

Proyecto Shanghái 2012



Fuente: CENDI Centro Nacional para el desarrollo de acero inoxidable, A.C.

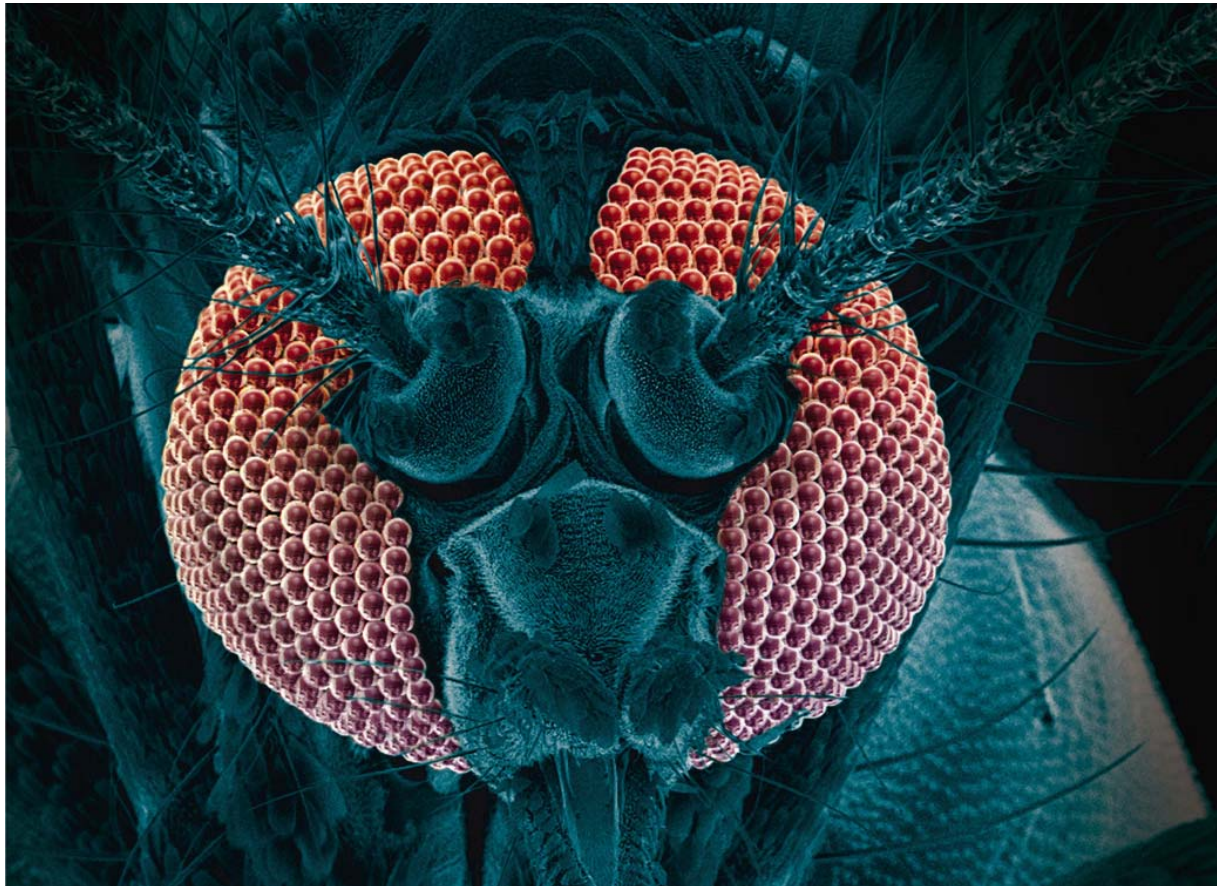
Los seres vivos son máquinas complejas, dotadas de una gran variedad de instrumentos de medición, de análisis, de recepción de estímulos y de reacción y respuesta, esto es gracias a



los cinco sentidos que hemos desarrollado. Crear máquinas que se comporten como cerebros humanos, capacitadas para observar un comportamiento inteligente y aprender de él, es parte del campo de la investigación de la robótica y la inteligencia artificial (IA). Dentro de ese comportamiento inteligente se encuentran tanto las actividades relacionadas con el raciocinio, es decir, estrategia y planeamiento, como con la percepción y reconocimiento de imágenes, colores, sonidos.

La biónica existe desde el principio de la historia del ser humano, con la creación de [Herramientas](#) o de artefactos que ayudan al ser humano a desempeñarse mejor en su ambiente. Tenemos a [Leonardo Da Vinci](#), quién se inspiró en diversos mecanismos naturales para llevar a cabo símiles artificiales, como los rudimentos de un primer aeroplano, que tiene mucha similitud con las alas de un [murciélago](#), además de algunos escritos donde detalla sus observaciones de aves y algunos otros animales voladores.

El ojo compuesto de la mosca negra



Fuente: Stillad Advertising Photography & paint [en línea]

Existen muchísimos inventos modernos que están inspirados en modelos biológicos, tenemos el caso del [Radar](#) que se inspira en la [eco localización](#) que tienen los murciélagos para no chocar en la oscuridad, o el velcro (las cintas que usamos para sujetar las ropas o zapatos el cual está basado en aquellas plantas que se adhieren a las ropas por medio de ganchillos, o el traje de cuerpo completo de los nadadores de competencia, el cual disminuye la fricción con el agua aumentando la velocidad y que es muy parecido a la piel que cubre a los [delfines](#). También tenemos una gran cantidad de ejemplos desarrollados por distintas Universidades que están inspirados en [serpientes](#), [arañas](#), [cucarachas](#), peces e incluso en humanos.

Las aplicaciones son inmensas y no solo limitadas a ampliar nuestras capacidades sensoriales

## 1.8 La naturaleza de la tecnología

Desde que el ser humano apareció sobre la Tierra hay tecnología. De hecho, las técnicas utilizadas en la elaboración de instrumentos se toman como una evidencia contundente de los albores de la cultura humana. En general, la tecnología ha sido una fuerza poderosa en el desarrollo de la civilización, más aún cuando se ha fraguado su vínculo con la ciencia. La tecnología lo mismo que el lenguaje, el ritual, los valores, el comercio y las artes es una parte intrínseca de un sistema cultural y les da forma y refleja los valores del sistema; además, es una empresa social compleja que incluye no solamente la investigación, el diseño y las artes, sino también las finanzas, la fabricación, la administración, el trabajo, la comercialización y el mantenimiento en el mundo actual.

“Para crear una arquitectura con sentido y belleza, debemos regresar a la fuente: La naturaleza. Hay que utilizar los materiales y la innovación que el mundo natural nos proporciona y hacer buen uso de ellos, de acuerdo con su verdadera naturaleza, sin limitarnos a imitar la apariencia del pasado... Pero si... utilizamos la naturaleza como base del proyecto, podemos crear una arquitectura nueva y evolutiva. Eugene Tsui”<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 16

En el sentido más amplio, la tecnología aumenta las posibilidades para cambiar el mundo: cortar, formar o reunir materiales; mover objetos de un lugar a otro; llegar más lejos con las manos, voces y sentidos. El ser humano se sirve de la tecnología para intentar transformar el mundo afín de que se adapte mejor a sus necesidades. Tales cambios pueden referirse a requerimientos de sobrevivencia como alimento, refugio o defensa; o pueden relacionarse con aspiraciones humanas como el conocimiento, el arte o el control. Pero los resultados de cambiar el mundo son con frecuencia complicados e impredecibles; pueden incluir beneficios, costos y riesgos inesperados los cuales pueden afectar a diferentes grupos sociales en distintos momentos. Por tanto, anticipar los efectos de la tecnología es tan importante como prever sus potencialidades.

Bocinas de alta fidelidad B&W products



Fuente: B&W Nautilus pickupsound.es [en línea]

En este capítulo se presentan recomendaciones acerca del conocimiento relacionado con la naturaleza de la tecnología que se requiere para la formación científica y se destacan las formas de pensar que pueden contribuir a utilizarla con sensatez.

## Tecnología y ciencia

La tecnología recurre a la ciencia y la enriquece

En el pasado, la tecnología se originó en la experiencia personal con las propiedades de las cosas y con las técnicas para manipularlas, fuera del saber práctico transmitido de expertos a aprendices durante muchas generaciones. El conocimiento práctico que se transmite actualmente no es sólo el arte de profesionales aislados, sino también un vasto conjunto de palabras, números y cuadros que describen y marcan directrices. Pero tan importante como el conocimiento práctico acumulado es la contribución a la tecnología que proviene del entendimiento de los principios que subyacen en la forma en que se comportan las cosas; es decir, desde la perspectiva de la comprensión científica.

La ingeniería, la aplicación sistemática del conocimiento científico al desarrollo y uso práctico de la tecnología, ha pasado de ser un arte a una ciencia por sí misma. El conocimiento científico ofrece un medio para estimar cuál será el comportamiento de las cosas incluso antes de hacerlas u observarlas. Además, la ciencia con frecuencia sugiere nuevos tipos de conducta que nunca se habían imaginado antes, y así conduce a nuevas tecnologías. Los ingenieros usan el conocimiento de la ciencia y la tecnología, junto con estrategias de diseño, para resolver los problemas prácticos.

A su vez, la tecnología aporta los ojos y los oídos de la ciencia y también algo del músculo. La computadora electrónica, por ejemplo, ha conducido a un progreso sustancial en el estudio de sistemas atmosféricos, patrones demográficos, estructura genética y otros sistemas complejos que no hubieran sido posibles de otra manera. La tecnología es esencial a la ciencia para efectos de mediciones, recopilación de datos, tratamiento de muestras, computación, transporte hacia los sitios de investigación (como la Antártida, la Luna y el fondo del océano), colección de muestras, protección de materiales peligrosos y comunicación. Cada vez más, se están desarrollando nuevos instrumentos y técnicas a través de la tecnología que hacen posible el avance de varias líneas de investigación científica.

Sin embargo, la tecnología no solamente provee herramientas para la ciencia, también ofrece motivación y guía para la teoría e investigación. Por ejemplo, la teoría de la conservación de la energía se desarrolló en gran parte debido al problema tecnológico de aumentar la eficiencia de las máquinas de vapor comerciales. La identificación de las localizaciones de todos los genes en el ADN humano ha sido motivada por la tecnología de la ingeniería genética, lo cual hace posible dicha identificación y brinda una razón para hacerlo.

A medida que las tecnologías se hacen cada vez más complejas, sus interrelaciones con la ciencia se fortalecen. En algunos campos, como la física del estado sólido (que incluye transistores y superconductores), la habilidad de hacer algo y la capacidad para estudiarlo son

tan interdependientes que la ciencia y la ingeniería apenas pueden separarse. La nueva tecnología requiere con frecuencia una comprensión nueva, al tiempo que las nuevas investigaciones necesitan a menudo tecnología nueva.

La ingeniería combina la investigación científica y los valores prácticos

La ingeniería es el componente de la tecnología que está ligado de manera más estrecha con la investigación científica y los modelos matemáticos. En su sentido más amplio, la ingeniería consiste en el análisis de un problema y en el diseño de su solución. El método básico concibe primero un enfoque general y luego resuelve los detalles técnicos de la construcción de los objetos (como un motor de automóvil, un chip de computadora o un juguete mecánico) o procesos requeridos, (como la irrigación, la votación de una opinión o la prueba de un producto).

Mucho de lo que se ha dicho sobre la naturaleza de la ciencia se aplica también a la ingeniería, particularmente el uso de las matemáticas, la interacción de la creatividad y la lógica, el anhelo de ser original, la variedad de personas que intervienen, las especialidades profesionales, la responsabilidad pública, etc. De hecho, hay más individuos con título de ingenieros que aquellos que se denominan científicos, y muchos de estos últimos están desarrollando trabajo que podría describirse como ingeniería y también como ciencia. De manera similar, muchos ingenieros están dedicados a la ciencia. Los científicos observan patrones en los fenómenos para hacer más comprensible el mundo; los ingenieros también los ven para hacer el mundo manipulable.

Los científicos buscan demostrar que las teorías concuerdan con los datos; los matemáticos tratan de proporcionar la prueba lógica de las relaciones abstractas; los ingenieros intentan demostrar que funciona lo que han diseñado. Los científicos no pueden ofrecer respuestas a todas las preguntas; los matemáticos son incapaces de probar todas las conexiones posibles; los ingenieros no pueden plantear soluciones a todos los problemas. Pero la ingeniería afecta al sistema social y la cultura de manera más directa que la investigación científica, con implicaciones inmediatas para el éxito o fracaso de las empresas humanas y para el beneficio o daño personal. Las decisiones en el área de ingeniería, ya sea para diseñar el cerrojo de un aeroplano o un sistema de irrigación, entrañan de manera inevitable valores sociales y personales, así como juicios científicos

“El amor a la naturaleza y la sinceridad. Estas son las 2 fuertes pasiones de los genios. Todos adoran la naturaleza... tened en ella una fe absoluta. Estad seguros de que nunca es fea y limitad vuestra ambición a serle fieles...”-Augusto Rodin, Testamento.”<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup>SENOSIAN AGUILAR Javier, *Bio arquitectura en busca de un espacio*, Editorial Limusa, México, 1998. Pág. 12

La arquitectura orgánica es un primer llamado a retomar el origen y de ahí poder descifrar nuevas formas para poder diseñar, tomando en cuenta formas materiales y técnicas altamente experimentadas, este proceso de evolución como el mismo término que ahora define a la bioarquitectura

La arquitectura y la ingeniería civil están pasando de ser tecnologías “de lo artificial” a convertirse en las tecnologías “de lo natural”. Si antes la construcción pretendía “mejorar” la naturaleza, ahora está empezando a aprender de la naturaleza y a utilizarla activamente para mejorar nuestras condiciones de vida. Esta transformación, que por ahora sólo es visible en ciertas (no todas, ni mucho menos), vanguardias nos proporciona a menudo ejemplos especialmente sugerentes. Puede que no sean aún realidades “habitables”, pero si experimentos virtuales o prototipos necesarios para aprender.

## **Conclusiones Capítulo 2**

**El proceso evolutivo, a través del tiempo y de la observación ha logrado un manejo de materiales en cuanto a función arquitectónica, espacio y percepción.**

**En el art nouveau se jerarquizan los elementos orgánicos, Gaudí logra decodificar e interpretar nuevas tendencias de la naturaleza.**

**Existen diferentes tipos de posturas que son directamente inspiradas en la naturaleza, por ejemplo la imitación física, la simplificación formal o la representación psicológica.**





## 2.- BIO ARQUITECTURA

Residencia Price, Corona del Mar California 1987



Fuente: PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002

### 2.1 ¿Qué es la Bio arquitectura?

El concepto de la Bio arquitectura nace de la observación a todo lo que posee vida y del deseo de entrar en armonía con sus patrones para producir la integración de nuestra vida en la naturaleza, aportándole con más belleza y armonía visual a lo que ya está construido por los árboles, montañas y ríos.



En este tipo de arquitectura se utilizan formas redondeadas, que van acordes a las manifestaciones de la vida. Desde las células hasta los árboles todos tienen patrones circulares y no se utilizan ángulos rectos o duros.

Residencia Price, Corona del Mar California 1987



Fuente: PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002

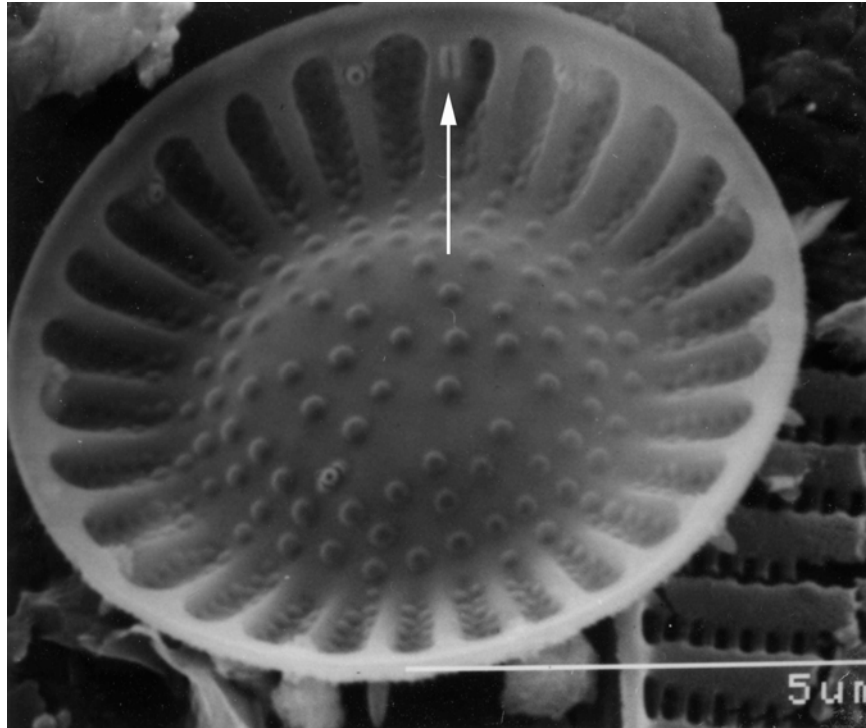
“La Bio arquitectura se esfuerza por acercar a la tierra las partes del edificio que están más próximas a ella, en especial los cimientos de los muros. También lucha por construirlas a partir de materiales extraídos de la propia tierra. Las estructuras superiores deberían ser ligeras como si el cielo descendiera sobre la tierra.” Imre makovecz<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 10

Los diseños de Bio arquitectura tienen funciones con respecto a su medio ambiente, que incluyen conservar el calor, aprovechar bien la luz y ser eficientes con el espacio y la energía.

Micrograma electrónico *Campylodisus Hibernicus*



Fuente: River diatoms [en línea]

Si el planeamiento arquitectónico se vale de la racionalidad matemática como instrumento imprescindible de su búsqueda precisión geométrica, el proceso de diseño puede sin dejar de contar con aquella herramienta, dar cabida de manera protagónica a los aspectos irracionales que tienen lugar tradicionalmente en la creación artística. El ambiguo lugar del diseño entre el arte y la disciplina científica es explotado por diversos creadores que manifiestan la esencia de su actividad como una articulación entre lo racional y lo irracional, lo apolíneo y lo dionisiaco, en una búsqueda perpetua por la cotidiana satisfacción del ser humano con su propia vivienda.

## 2.2 fundamentación

La Bio arquitectura no es una novedad o algo de moda. La naturaleza y sus formas orgánicas tienen la experiencia de tres millones de años, la naturaleza posee más conocimientos de cómo adaptarse al entorno que cualquier construcción tecnológica y moderna de la actualidad.

El hecho de vivir resguardado en un iglú, en una cueva o en un árbol es un comportamiento humano apegado a la naturaleza que con la ayuda de materiales provistos por ella misma, fue y es clave para la supervivencia y el estilo de vida del ser humano.

La idea más notable de espacio que tiene el hombre es la del claustro materno. El origen de su vida yace en un sitio que Bachelard describe como “ámbito cerrado y protegido que cuida el desarrollo del ser, de ese ser que surge de un espacio reducido, interior, tan interior que se forma desde adentro hacia afuera”

La finalidad del hábitat orgánico es crear un espacio adaptado al hombre, de acuerdo a sus necesidades ambientales, físicas y psicológicas, partiendo de su origen en la naturaleza y de los antecedentes de su espacio a través de la historia.

EL HECHO NATURAL. La aparición de la razón sobre la faz de la tierra escindió completamente al hombre – si no física al menos intelectualmente- del ambiente natural que lo engendró. Cuando el hombre, gracias a su razón - o a pesar de ella - fue capaz de ir en contra de la naturaleza para adaptar el medio que le rodeaba a sus intereses y necesidades particulares, dio origen a la innegable contradicción entre el hecho natural y el artificio. “La naturaleza por sí misma, es belleza. En ella encontramos una variedad infinita de formas, colores y especies conviviendo en el universo de una manera perfecta, lógica e incuestionable. El único imperativo para vivir en armonía con ella es respetarla.”<sup>2</sup>. El orden natural y el humano son diferentes; el universo que creamos y el que nos creó no son el mismo. Nadie considera una casa tan natural como el nido de un ave, a pesar de que en esencia sean lo mismo; refugios contruidos por seres vivientes que comparten un mismo origen y una misma biología.

“Queremos lograr espacios que se adapten al cuerpo humano como el útero o la guarida de un animal. A semejanza de los trogloditas que cavaban para si un nicho en la tierra, o de los

---

<sup>2</sup>SENOSIAN AGUILAR Javier, *Bio arquitectura en busca de un espacio*, Editorial Limusa, México, 1998. Pág. 12

constructores de iglúes; pero ello no supone una regresión a las costumbres primitivas, si no una reconciliación premeditada.” Javier Senosiain.”<sup>3</sup>

**EL HECHO ARTIFICIAL.** Analizando la relación existente entre un objeto arquitectónico y la naturaleza que la circunda, puede formularse un primer punto de discusión: si deberá ser la arquitectura una expresión del dominio del hombre sobre la naturaleza dónde éste la acondiciona a sus necesidades y conveniencias, o si por el contrario, la calidad de un objeto arquitectónico dependerá también de la respuesta que ofrezca a la realidad ambiental del lugar dónde se emplaza.

**EL HECHO ARQUITECTÓNICO.** La naturaleza es inflexible, por ello la humanidad debería ser lo más consecuente con ella, bajo riesgo de obligar a que la naturaleza, lenta pero implacablemente restituya el equilibrio alterado.

Elementales leyes de equilibrio ecológico, como el manejo de aguas negras y basuras, la necesidad de limitar la cantidad de presas hidráulicas, la relación entre zonas verdes y asentamientos humanos o la calidad espacial y urbana y su incidencia en la sociedad, no han sido respetadas por la humanidad. Últimamente el mismo hombre está trabajando por restituir y alterar este equilibrio lo menos posible antes que la naturaleza irremediamente lo haga. En un futuro muy próximo la calidad arquitectónica de un proyecto será evaluada no sólo por la manera como se balanceen los condicionantes estéticos, técnicos, económicos y culturales, sino también de la manera como se respeten los recursos naturales, se valoren los accidentes geográficos o se protejan las condiciones medio ambientales del lugar donde se emplaza el proyecto. Una actitud respetuosa ante el medio ambiente traerá beneficios de índole económico, por no tener una dependencia a tecnologías extranjeras de mayor costo, y poder utilizar procedimientos tradicionales que no siempre exigen materiales muy sofisticados.

### **2.3 El significado de la Bio arquitectura.**

La Bio arquitectura es una expresión filosófica de la arquitectura que promueve la armonía entre el hábitat humano y el mundo natural. Mediante el diseño busca comprender e integrarse

---

<sup>3</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 16

con el sitio, los edificios, los mobiliarios, y los alrededores para que se conviertan en parte de una composición unificada, correlacionada.

Los arquitectos modernos conciben la Bio arquitectura como la fusión de las diferentes partes o elementos de un edificio en un todo orgánico que imita la naturaleza y se inserta en ella como parte integrante de la misma.

“Para algunos, lo orgánico es curvo, lo orgánico es asimétrico, lo orgánico son los materiales naturales, lo orgánico es individualista, lo orgánico es holístico”<sup>4</sup>

La Bio arquitectura constituye una actitud cultural peculiar y autónoma, cuyos signos se manifiestan antes, durante y después del periodo racionalista.

Las características del estilo son: el sentido orgánico de expansión de la planta cruciforme, el acento en las líneas horizontales, la verticalidad de los elementos nodos, el uso de los materiales, la dinámica de las líneas, las pesadas cubiertas de protección, las chimeneas simbólicas, las texturas de los muros, aludiendo en el interior al espacio exterior. Concede mayor valor a la espacialidad de la arquitectura, entiende la elaboración desde el interior hacia el exterior, de la misma manera que hace el movimiento orgánico.

“La finalidad del habitad orgánico es crear un espacio adaptado al hombre, de acuerdo a sus necesidades ambientales físicas y psicológicas, partiendo de su origen en la naturaleza y de los antecedentes de su espacio a través de la historia.”<sup>5</sup>

Desde el punto de vista lingüístico la Bio arquitectura aparece más como una tendencia del gusto con formas libres, ángulos diferentes de 90°, variedad y riqueza de materiales, un naturalismo mimético, que como un código estilo.

Puede considerarse surgido con la revolución industrial, formando parte del sector de discrepancia que acompañó siempre al desarrollo tecnológico.

“La creación orgánica en el arte y la arquitectura no es un estilo, si no un principio. Ningún estilo es capaz por sí mismo de abarcar el principio orgánico. Se trata de un paradigma sin límites.”<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> Sidney K. Robinson, The Continuous Present of Organic Architecture Architectural Design 1993 Pág. 7

<sup>5</sup>Revista Área Crea tu entorno Junio-Agosto, 01 Arquitectura Orgánica, 2003, Pág. 63

<sup>6</sup> BORNSTEIN Eli Note on the mechanical and the organic in art and nature, the structuralist 1996. Pág. 35

## **Conclusiones capítulo 2**

**La Bio arquitectura es una expresión filosófica de la arquitectura, posición ética, que promueve la armonía entre lo humano y lo natural.**

**La Bio arquitectura es el resultado directo de la interpretación y el manejo conceptual de las soluciones que nos provee la naturaleza.**

**Son criterios arquitectónicos actuales los que a manera de fotografía o slide revisan millones de años de evolución. Es necesario descubrir, entender e interpretar el funcionamiento general de la naturaleza.**



### **3.- CASOS DE ESTUDIO**

La adopción de modernos criterios de construcción sustentable y las nuevas tecnologías constituyen una promesa que las construcciones que se adscriben a esta tendencia -que parecen florecer del suelo donde se construyen- no sólo serán capaces de mimetizarse con la naturaleza que las rodea, sino que también seguirán el ciclo natural de ésta: nacimiento, vida y muerte.

La introducción de nuevos elementos, tales como materiales constructivos biodegradables o ecológicos, energías renovables y tecnologías digitales están cambiando radicalmente el panorama de este concepto de arquitectura, cuyos orígenes ya tienen casi 100 años y se remontan a las obras de Antoni Gaudí y Frank Lloyd Wright.

Quizás el caso más notable de esta revolución sea el vanguardista proyecto Metropol Parasol, que se construyó en la plaza de la Encarnación de Sevilla, España.

La construcción de esta obra del arquitecto alemán Jürgen Mayer- cuyos detalles dio a conocer el autor en la XV Bienal de Arquitectura que se celebró en Santiago (2006)- ha puesto en jaque los límites de lo que hasta ayer se entendía por arquitectura orgánica. Porque en su concepción este emprendimiento se mueve en ambos lados de la frontera entre el mundo "real" de la naturaleza y el reino "virtual" de las formas generadas mediante animaciones digitales.

Este movimiento constante está creando una realidad impensable antes de la aparición de las nuevas tecnologías. Con ello, la bio arquitectura ya no es algo que imita la naturaleza, sino que va más allá de ella. Y, en apariencia, la mejora.

#### **Naturaleza tecnológica**

Así, si bien el punto de partida de los gigantescos parasoles de madera y poliuretano de la plaza sevillana es la naturaleza (los grandes árboles de la cercana Plaza de Cristo de Burgos), la sorprendente ingeniería estructural que nació como fruto de la realidad virtual permite que hoy se pueda caminar, en una plaza elevada, sobre estos gigantescos "hongos", lo cual sería casi imposible en los árboles de verdad.

Pero eso no es todo. Los componentes de esta plaza constituyen un complejo de planos que ascienden desde el subsuelo (las "raíces")



-donde se hallan restos arqueológicos- hasta la superficie -donde hay actualmente un mercado- y más de allá: la copa de este falso árbol.

"La reinterpretación de los efectos de la naturaleza o la creación de una naturaleza tecnológica es un rasgo esencial, aunque usualmente de presencia muy sutil, en la arquitectura de Meyer", señalaron Fredy Massad y Alicia Guerrero en su crítica de la obra en el diario español ABC.

Es decir, señalan los expertos, Meyer y otras oficinas de arquitectos están creando una arquitectura ¿orgánica? que nos hace comprar dentro de una ameba hi-tech en Birmingham (Future Systems) o ver arte dentro del ente biomorfo reado por Cook & Fournier en Graz

Esta nueva realidad trae preguntas: ¿Puede la arquitectura, por muy orgánica que sea, reemplazar a la naturaleza? ¿Acaso no hubiera sido mejor, en el caso de Metropol Parasol, optar derechamente por los árboles?

Por el momento, hay más dudas que respuestas.

**Kunsthau, en Graz (Austria), tiene un diseño biomórfico. ¿Es arquitectura orgánica?**

### **Concepto básico**

"En la Naturaleza, la parte contiene un significado funcional con relación al todo. Las piernas sirven al propósito de soporte y locomoción para el cuerpo, y sin embargo por si mismas carecen de estabilidad."<sup>1</sup>

"La Bio arquitectura es un concepto vago, pero transmite al menos la idea de edificios diseñados para crecer desde el suelo en el que se asientan", explica el crítico inglés Jonathan Glancey. Y agrega que en las obras más radicales de la tendencia, como las de Gaudí, los edificios parecen ser plantas o animales surgiendo del suelo de forma natural, más que algo proyectándose de forma artificial hacia el cielo.

---

<sup>1</sup>SENOSIAN AGUILAR Javier, *Bio arquitectura en busca de un espacio*, Editorial Limusa, México, 1998. Pág. 18

### 3.1 Bio Arquitectura en MÉXICO “ARQ. JAVIER SENOSIAIN”

Nido en Quetzalcóatl Javier Senosiain Estado de México



Fotografía Andres Kuljis

#### 3.1.1 Conceptos de diseño

Poseedor de una idea muy particular de la arquitectura, Javier Senosiain egresado de la Escuela Nacional de Arquitectura de la UNAM en 1972 ha buscado a través de su despacho plasmar su ideario arquitectónico el cual busca, entre otras acciones, brindar aportaciones dentro de la arquitectura sustentable, es decir, la plenamente integrada a la naturaleza. Por esta razón, tanto a él como a su equipo los mueve el buscar alternativas que no sólo resulten benéficas para las personas, sino en general para todos los seres vivos que habitamos el planeta; de ahí el diseño con el fin de desarrollar técnicas apoyadas en la ética de espacios en donde el respeto sea prioritario para deteriorar así, lo menos posible, el entorno

## Nido en Quetzalcóatl Javier Senosiain Estado de México



Fotografía Andres Kuljis

La arquitectura planteada por este arquitecto, denominada por él mismo como Bioarquitectura la cual tiene en varias de las casas diseñadas por este arquitecto sus más claros ejemplos; es el resultado de la búsqueda por crear espacios adaptados al hombre, semejantes al seno materno o a las mismas guaridas de los animales, propiciando así a decir del arquitecto una armonía entre hombre, naturaleza y necesidades físicas y psicológicas. Al respecto, Senosiain en cierta ocasión comentó que “el ser humano no debe desprenderse de sus impulsos primigenios, de su ser biológico. Debe recordar que él mismo proviene de un principio natural y que la búsqueda de su morada no puede desligarse de sus raíces; es decir, debe evitar que su hábitat sea antinatural”.

Entre sus [obras](#) más representativas están: las Oficinas [Mayorazgo](#) , en la Ciudad de México (1982), la Casa orgánica, en el Estado de México (1985), los Laboratorios Senosiain, en Celaya, Guanajuato (de 1985 pero recientemente remodelados, ver Obras, 378, junio de 2004), la Casa Flor, en Naucalpan (1994) y el conjunto de viviendas denominado el [Nido de Quetzalcóatl](#) , de 2005.

Nido en Quetzalcóatl Javier Senosiain Estado de México



Fotografía Andres Kuljis

“La serpiente mide 6.50 metros de alto por 8.60 metros de ancho con doble nivel y en su interior se encuentra las 10 casa de aproximadamente 180 metros cuadrados cada una. El acceso a las casas se logra por el lomo de la serpiente a través de un pasillo largo se desciende a las tres primeras casas y bajando una escalera, a las siete restantes.”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Revista Área Crea tu entorno Junio-Agosto, 01 Arquitectura Orgánica, 2003, Pág. 69

"Son sensaciones más agradables en espacios más sensuales, la circulación se va llevando en forma libre, como en una vereda, haciendo más natural el movimiento del hombre, al mismo tiempo que se tiene más contacto con el terreno." En el segundo cuerpo de la casa, conocido como El Tiburón, se encuentran, como pequeños oasis, los baños, a donde el agua llega como una cascada y las tinas se confunden con cenotes que ven al exterior a través de domos.

La curiosidad por saber cómo fue el desarrollo y el proceso constructivo es resuelta por su creador: "La idea de la forma a partir del terreno se hizo en esquemas con contornos muy libres, como los de los pintores, a lápiz, muy rayoneado, y después eso se pasó a los planos. En la obra, se excavó una parte hacia abajo, dando la idea de una pista de patinaje, posteriormente ahí se metió una plantilla y se colocó el acero, un esqueleto envolvente de varillas dispuestas cada 15 centímetros con mallas de gallinero arriba y abajo de él, donde después se lanzó el ferrocemento (cemento con arena), hasta dar cuatro centímetros de espesor, actuando como un cascarón de huevo, muy rígido a la compresión.

### **3.1.2 Métodos Constructivos**

General: Cubiertas de Ferrocemento

Este sistema constructivo, consiste básicamente en la colocación de una serie de capas de tela metálica [mallado de acero] de diferentes tipos y varillas o barras de acero de distintos diámetros que se recubren con concreto. Estas estructuras o mallas metálicas se tejen o arman de tal modo que tengan la forma de la cubierta o estructura a construir, lo que permite obtener formas muy complejas

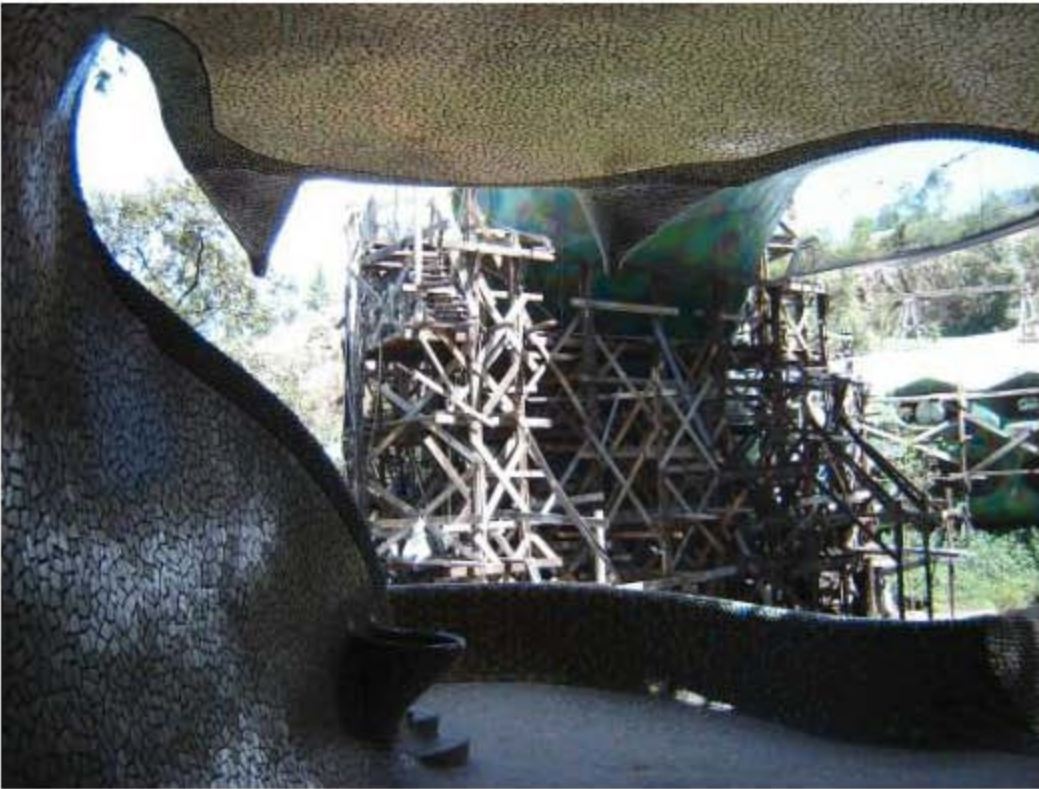
"Es muy importante tomar en cuenta el microclima del habitat para el bien estar físico y psicológico de los moradores. Una vez que la obra negra está terminada, se rellena con tierra fértil para poder plantar pasto y arboles encima de la casa; mejor dicho, la casa queda enterrada en el terreno. La tierra y el pasto protegen la membrana del sol, viento, granizo, cambio de temperatura evitando fisuras en la estructura."<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Revista Área Crea tu entorno Junio-Agosto, 01 Arquitectura Orgánica, 2003, Pág. 64



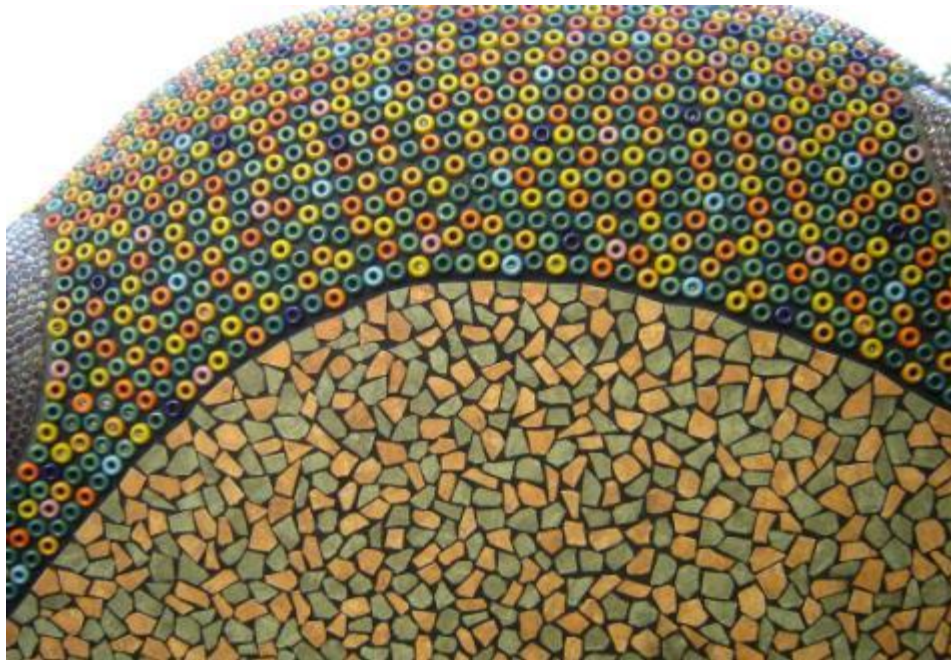
Nido en Quetzalcóatl Javier Senosiain Estado de México



Fotografías Andres Kuljis

Para las cubiertas de ferro cemento, se construye un tejido o esqueleto metálico, que por lo general está formado por varillas de los números 2, 3 ó 4, o bien con mallas electro soldadas.

Nido en Quetzalcóatl Javier Senosiain Estado de México



Fotografías Andres Kuljis



“El cascaron de ferrocemento trabaja repartiendo todos los esfuerzos sobre el terreno, siendo una estructura monolítica.”<sup>4</sup>

Nido en Quetzalcóatl Javier Senosiain Estado de México



Fotografías Andres Kuljis

---

<sup>4</sup>Revista Área Crea tu entorno Junio-Agosto, 01 Arquitectura Orgánica, 2003, Pág. 68



El armado del esqueleto se complementa con varias capas de tela de gallinero fabricadas con alambres de calibre 20 y 22, aunque también se emplean los calibres 25 y 1. También es posible utilizar malla de metal desplegado de diferentes calibres, este dependerá siempre del resultado del cálculo estructural.

Para el mortero que recubrirá el tejido metálico, se emplea cualquier tipo de cemento,

El ferrocemento, para la construcción de cubiertas es una de las técnicas constructivas más económicas y funcionales, por lo que su aplicación presenta múltiples ventajas:

1. Para su construcción no se requiere de mano de obra especializada ni de herramientas sofisticadas,
2. Para las cubiertas de ferrocemento, pueden producirse piezas prefabricadas con procedimientos de construcción en serie o simplemente a pie de obra, sin requerir de instalaciones ni maquinaria pesada,
3. Los materiales que requiere pueden obtenerse prácticamente en cualquier lugar, pues son materiales básicos en la industria de la construcción –cemento, arena, varillas, malla metálica, etc.-,
4. Debido a que este sistema constructivo es impermeable, es ideal para la construcción de cubiertas,
5. Es un excelente aislante del sonido y,
6. Las piezas construidas con ferrocemento, pueden ser reparadas con facilidad y económicamente.

A pesar de las ventajas que presenta el uso del ferrocemento, ésta técnica es poco utilizada y conocida en Latinoamérica. A diferencia de países como Rusia, en donde se ha utilizado para la construcción de grandes cascarones.

## Nido en Quetzalcóatl Javier Senosiain Estado de México



Fotografía Andres Kuljis

Aunque el ferrocemento se ha utilizado poco, existen ejemplos interesantes en cuanto su aplicación: El Salón de exposiciones de Turín y el Palacio de los deportes en Roma, ambos edificios de Pier Luigi Nervi; la Virgen de la medalla milagrosa y otros edificios diseñados por el Arq. Félix Candela; La iglesia de Fátima del Arq. Claudio Caveri en Argentina; y en México, recientemente, el arquitecto Javier Senosiain.

En otros países además de utilizarse para la construcción de vivienda, se aplica para la elaboración de pequeños navíos y yates, tal es el caso de Tailandia, la India y Estados Unidos, en donde se localiza una de las industrias más importantes: la North American Ferrocement Marine Association.

### 3.1.3 Impacto Urbano

Nido en Quetzalcóatl Javier Senosiain Estado de México



Fotografías Andres Kuljis

En esta búsqueda del origen del hogar del hombre, Senosiain pretende contribuir con la creación de espacios más confortables.

Se han logrado casas con gran proporción de área verde, donde se ha respetado el terreno natural, que es como un puente para que en la azotea quede un jardín, creando un microambiente que ayuda a producir oxígeno y a combatir un poco la contaminación, dejando en el interior un espacio con temperatura estable.

“Un jardín puede cubrir la casa, pues sus dunas verdes e inclinadas invitan al descanso y la meditación además permiten que los niños se deslicen por ellas en una unión lúdica con el espacio.”<sup>5</sup>

Y es que en una ciudad como la nuestra, a la que se han comido los grandes edificios, la casa debe ser un edén, pues el paisaje urbano no tiene mucho que ofrecer. El arquitecto cuenta la anécdota de un cliente: "Está tan mal el entorno que vamos a hacer su casa como un caracol que tendrá un jardín interior, es como su caparazón, se mete y ahí tiene su vida, que es muy válido, porque el exterior, lamentablemente, no es muy agradable".

Este ejercicio arquitectónico puede gustar o no, porque más allá de la rigidez académica radica su contribución plástica y emocional al ambiente, al que se ha integrado por contraste y, así como por dentro es magnífico refugio para quienes la habitan, por fuera ilumina el panorama, constituyéndose como una arquitectura de paisaje habitable, a lo que se agrega el mérito de ser innovador y alentador para el desarrollo de otras tendencias.

---

<sup>5</sup> PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, ©Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002. Pág. 119

### 3.2 Bio Arquitectura en BOLIVIA “ARQ. MARIO MOSCOSO”

Arquitectura Boliviana

La arquitectura crea casas que respiran

Dos arquitectos cochabambinos diseñan en Bolivia y España viviendas que buscan cobijar cuerpo y alma. Los profesionales se inspiran en los sueños de sus clientes y buscan preservar la naturaleza

Taller Estudio Moscoso Arquitectura, El Arquitecto Moscoso y sus catenarias, Cochabamba Bolivia



Fotografía Andres Kuljis

La línea recta es atea e inmoral". Así atacaba en los años 50 el arquitecto austriaco Friedensreich Hundertwasser a los diseños habitacionales a los que definía como "estructuras cúbicas que confinan al hombre a vivir en jaulas". Considerado uno de los personajes más influyentes de la Europa del siglo XX, este profesional pedía a sus colegas "no olvidar que construyen para albergar a seres dotados de espíritu".

Taller Estudio Moscoso Arquitectura, Cochabamba Bolivia



Fotografía Andres Kuljis

Más de 40 años después, las palabras de Hundertwasser toman forma en las obras arquitectónicas de Mario Moscoso Villanueva y las de su hijo, Javier. Estos profesionales cochabambinos desarrollan en Bolivia y España la Bio arquitectura, que busca crear estructuras que estén en armonía con la naturaleza. Esto incluye el uso de la vegetación como una especie de cascarón que cubre las paredes.





Fotografía Andres Kuljis

- Disminuye la agresión al medio natural
- Evita la modificación del relieve natural del terreno
- Disminuye superficies expuestas al sol, que incrementan la temperatura del medio
- Incrementa áreas verdes: pasto, arboles, plantas; dentro de la propuesta de arquitectura y urbanismo
- El confort ambiental dentro los espacios arquitectónicos, no es un privilegio que da la capacidad económica, es parte de la arquitectura y es un derecho
- Disminuye la cantidad de masa-peso con la se construyen los edificios tradicionales
- Al disminuir el peso de las viviendas y tener continuidad estructural, reduce los efectos devastadores de un sismo
- Recicla las aguas grises para el riego de áreas verdes
- Utiliza tecnología de punta para el control de confort ambiental dentro de la vivienda
- Se incorpora al diseño el equipamiento de la vivienda (mesas, camas, escritorios etc.) dentro de las "pieles", como: paredes y techos."<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup>MOSCOSO TEJADA Jimena: Diseño y diagramado, MOSCOSO VILLANUEVA Mario y MOSCOSO TEJADA Javier: dibujos y diseños, *Moscoso Arquitectura*, Cochabamba Bolivia. Pág. 4

“Al andar por nuestras ciudades deberíamos ver todas las edificaciones con muros verdes de vegetación, pieles que respiran y que tienen alma propia”, anhela Mario Moscoso desde Ávila, en España.

## **Paredes que no duelen**

La frase que identifica a la empresa Moscoso Arquitectos, “Le damos forma a sus sueños”, es más que una simple retórica. Antes de iniciar los bocetos de un proyecto, los profesionales indagan las quimeras de los futuros propietarios.

“Es muy importante para nosotros no sólo saber qué clase de estructura física buscan las personas, debemos conocer cuáles son sus sueños, ya que no sólo construimos para cobijar el cuerpo, sino también buscamos refugiar el espíritu”, explica Mario Moscoso, quien participó en la construcción del Cristo de la Concordia, en Cochabamba.

Docente de la Universidad de San Simón por 34 años, este arquitecto viene desarrollando hace más de una década cáscaras estructurales a base de ferrocemento, un material conformado por fierros de pequeña cuantía, mallas de alambón y cemento. Éste permite crear estructuras delgadas y versátiles —pero iguales de resistentes a las hechas de hormigón armado— que consiguen dar vida a las formas identificando las características.

“Las formas redondas brindan resistencia y son inspiradas en los animales y la vegetación. La naturaleza tiene una geometría compleja, difícil de emular, pero muy sabia. Una de las características de nuestros diseños es que no tienen ningún tipo de ángulos. No hay espacios rectangulares ni cuadrados. Nuestros diseños buscan hacer paredes que no duelan”, asegura Javier Moscoso Tejada.

Las formas curvilíneas, que además buscan dar una armonía visual, son consideradas por los arquitectos como la piel de la casa.

“Crear para la vida requiere que lo hagamos como la naturaleza, es decir, de manera orgánica en lugar de geométrica.”<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> HARING Hugo, Approach to Form, 1925-1926



Esto se logra a través de una cubierta vegetal que se aloja en algunas partes del techo, las que trabajan como aislante térmico. Así, por ejemplo, cuando la temperatura sube se activa un sistema de riego que refresca las paredes y por añadidura a toda la casa.

La climatización de las habitaciones se logra, además, con la implementación de jardines dentro de la casa. Así, por ejemplo, se puede direccionar el ingreso del aire fresco para que pase por un sector destinado a plantas aromáticas, de esta forma, se impregna con estos perfumes al resto del hogar.

Uno de los proyectos de Moscoso Arquitectura se centra en permitir que una delgada capa de agua corra a través de las paredes de la estructura, debido a que este elemento ayudaría a mantener estable la temperatura en el interior y además se constituye en un buen aislante térmico y acústico.

“Buscamos que la naturaleza penetre en toda la vivienda. En algunos casos, incluso, los árboles se alzan en el centro de la casa”, manifiesta el profesional de 28 años.

“La casa no la culminamos nosotros, lo hace la naturaleza cubriéndola de vegetación en ciertas áreas. Así, mientras más vieja esté, más vida tendrá”, sentencia este arquitecto, quien creció entre las visionarias maquetas de su padre.

## **Casas con alma**

En Bolivia, Mario Moscoso ha construido una veintena de casas inspiradas en la Bioarquitectura. Sus inicios fueron experimentales, luego de investigar las construcciones milenarias de algunas culturas altiplánicas como la de los Urus, en Oruro, que utilizan tepes (material extraído de la tierra) para elaborar sus cúpulas.

Con todo, esta propuesta orgánica que surgió a comienzos del siglo XX, hoy forma parte de la ola ecologista que busca preservar el medio ambiente de la Tierra.

“A nivel mundial, los arquitectos nos estamos dando cuenta de que hemos estado haciendo arquitectura monumental sobrecargada de hormigón y concreto, lo que multiplica los efectos nocivos del sol. Esos monstruos son una verdadera afrenta a la naturaleza”, se queja Moscoso, cuya obra

Encandiló a un empresario español quien hace más de un año lo contrató para que desarrolle esta técnica arquitectónica en ese país, donde es alta la conciencia ecológica.

“Deberíamos hacer que en las casas no se utilice aire acondicionado sino elementos de la bioarquitectura”, asegura este cochabambino que antes de elaborar sus diseños estudia en el terreno las fases del sol, la ventilación natural y los porcentajes de humedad necesarios para que el interior de las viviendas sea confortable sin la necesidad del uso de artefactos eléctricos.

En su mayoría, los diseños buscan que la iluminación sea cenital, a través de vitrales o con pequeños orificios en forma de estrellas que permiten el ingreso de la luz natural. En algunas casas, incluso, los propietarios han recurrido enteramente a la energía solar.

A esto se suma el equipamiento interior de la vivienda donde se hallan mesones, sillas y camas que han sido diseñadas y tapizadas de acuerdo al estilo natural con el que se pensó toda la estructura.

Las “pieles” interiores, además, no son pintadas con material sintético, ya que el objetivo es que estas paredes puedan absorber la humedad del interior cuando ésta sea alta y sacarla luego en el momento que sea necesario.

Con todo, el proyecto más ambicioso de Moscoso Arquitectura se halla en plena ejecución en España: las “casas con alma”. Entre ellas están viviendas que cuentan en su interior con pequeños bosques de pinos y riachuelos. “La Bio arquitectura es una representación de formas, volumen y espacios, que corresponden a las actividades del ser humano, que usan elementos complementarios del bioclimatismo, para cumplir funciones como la iluminación, la integración con el entorno natural, texturas y colores para poder absorber o disipar el calor, todo esto con sistemas estructurales simples que corresponden a formas semejantes de organismos vivos”<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup>MOSCOSO TEJADA Jimena: Diseño y diagramado, MOSCOSO VILLANUEVA Mario y MOSCOSO TEJADA Javier: dibujos y diseños, *Moscoso Arquitectura*, Cochabamba Bolivia. Pág. 2

Y pensando en Bolivia, Moscoso asegura que la Bio arquitectura puede llegar a beneficiar a la gente de escasos recursos. “No se trata del uso de alta tecnología, sino del aprovechamiento del ferrocemento. Se podrían hacer viviendas sociales donde cada casa sea distinta y no como ahora donde la única diferencia es un número en la puerta. Parece que en eso nos hemos convertido para la sociedad, en un número más<sup>9</sup>

### 3.2.1 Conceptos de diseño

La Bio arquitectura es la reflexión de lo que sucede en los organismos vivos de la naturaleza, la forma en la cual trabajan, se desarrollan y mientras se relaciona con sus alrededores, todo esto se ve reflejado en la arquitectura orgánica. La inspiración se lleva sin duda de la comparación cualitativa y cuantitativa de qué sucede en la naturaleza y el hombre en el curso de su evolución. El ser humano que tiene una piel que interactúa recíprocamente con el ambiente; de la misma forma la arquitectura debe ser su segunda piel que permite su integración equilibrada al ambiente.

Criterios básicos de diseño

Para hacer un planteo metodológico acorde al diseño tecnológico debe tomarse en 3 aspectos; El cultural, el funcional y el técnico económico.

“La arquitectura Orgánica y Bio arquitectura es la búsqueda de armonía entre fenómenos naturales con nuestras sensaciones y necesidades como seres humanos.”<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Conceptualización Vivienda Familia Martínez Mario Moscoso Cochabamba Bolivia

<sup>10</sup>MOSCOSO TEJADA Jimena: Diseño y diagramado, MOSCOSO VILLANUEVA Mario y MOSCOSO TEJADA Javier: dibujos y diseños, *Moscoso Arquitectura*, Cochabamba Bolivia. Pág. 1



Fotografías Andres Kuljis

## El aspecto cultural

Es la búsqueda de raíces eminentemente adecuadas al medio. Esta moda cuenta con el impulso de medios de divulgación masiva, que respeta valores básicos y saca provecho incorporando estos valores.

## El aspecto funcional

Vivienda Cano Peñaranda Cochabamba Bolivia



Fotografía Andres Kuljis

“el ser humano solo camina sobre superficies”

El aspecto técnico económico

No solo se plantean sistemas constructivos con costos por metro cuadrado, sino también con un enfoque económico respecto al empleo de los recursos tanto humanos como técnicos

Y así verificar el impacto social y ecológico

“La arquitectura es orgánica cuando la disposición espacial de la habitación, la casa y la ciudad se planifica para la felicidad humana, tanto desde un punto de vista material como psicológico y espiritual. Lo orgánico por consiguiente no se basa en planteamientos figurativos sino sociales. Solo podemos denominar a un arquitectura como orgánica cuando procura ser humana antes que humanista.”<sup>11</sup>

No podemos convertirnos en agentes de una alienación masiva, se debe prever que el diseñador parta de un punto de vista propio (el es un individuo y tiene su forma de percibir la naturaleza el medio al que pertenece).

---

<sup>11</sup> ZEVI Bruno, Towards an Organic Architecture, 1945

Una vez identificados se debe hacer una valoración y a su vez una propuesta de solución que tomara en cuenta problemas de orden social y lograr una integración con su cultura.

### Vivienda Cano Peñaranda Cochabamba Bolivia



Fotografías Andres Kuljis

La arquitectura orgánica no tiene que ser entendida como la copia de una flor; las formas en arquitectura son una interpretación de las formas creadas por la naturaleza, porque todo es un ser. La arquitectura orgánica debe mantener un equilibrio con la naturaleza, sin descuidar el entorno, la mejor manera de hacer arquitectura orgánica está con la bio arquitectura, que fija el estándar de cómo utilizar los recursos que los seres humanos tienen.

### **3.2.2 Métodos Constructivos**

#### **Tendencia de la tecnología**

Un problema que se presenta con la estandarización donde la máquina principal protagonista y ésta se aleja más de las formas simples y eficaces que tiene la naturaleza

Las formas de los elementos constructivos están pensados en función del trabajo de la máquina por lo tanto el hombre se ve relegado en el proceso de producción.

Las formas deberían ser más eficaces disminuyendo el peso y diseñando elementos con mayor inercia y así se lograra mayor resistencia con mayor cantidad de masa por lo consiguiente menor peso

Los materiales deberán de ser de algunas maneras reciclables y de bajo consumo energético

Las estructuras continuas demandaran menor cantidad de masa y así las formas orgánicas serán las que fijen en el futuro las pautas para diseñar

Existen obstáculos que impiden un libre pensar que llamaremos “vallas semánticas”

Una ventana es regulador ambiental tan importante como los órganos del ser humano (oídos, nariz, ojos) en el caso específico de los ojos la entrada directa del sol

Antes de diseñar un elemento cualquiera debemos tomar en cuenta las partes que lo constituyen y la forma que este tendrá

#### **Diseño de la estructura**

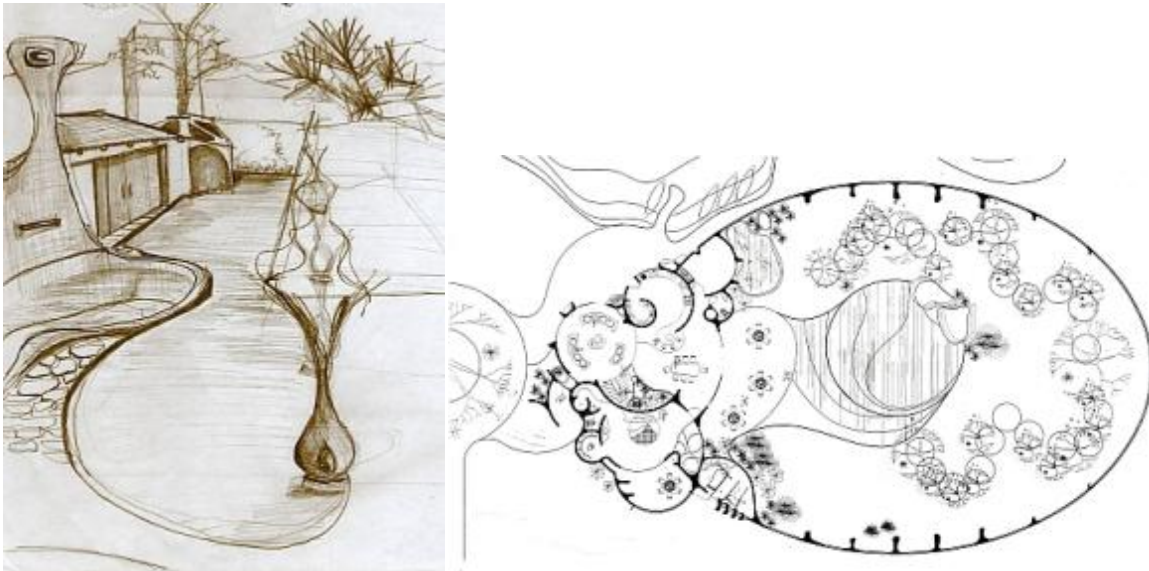
Todo hecho arquitectónico consta de 2 partes

La estructura y la envolvente y en algunos casos la envolvente puede actuar estructuralmente

El pandeo en elementos verticales puede afirmar una menor cohesión

Los elementos estructurales están en función de los tipos de articulaciones, optimizar masa volumen y hacer diseños mucho más económicos

Taller Estudio Moscoso Arquitectura Ideas y Bocetos, Cochabamba Bolivia



Fotografías Andres Kuljis

Para diseñar elementos horizontales tenemos que pensar que el factor que determina la altura se considera el uso de puntales o brazos que apoyen o definan el diseño

Actúa como denominador en la fórmula del Momento flector la estructura menos económica y será simplemente apoyada correspondiente a un coeficiente



## Módulos resistentes

Para diseñar un elemento a flexión calculamos primero el momento flector que estará en función del módulo resistente, podemos tener una sección cuadrada, una sección hueca con un rendimiento más óptimo que lo haría más adecuado

“Las cubiertas de ferrocemento funcionan como elementos estructurales y como pieles de protección similares a la del mundo animal y vegetal.”<sup>12</sup>

La forma más adecuada para la sección probablemente sea triangular ya que esta forma es considerada indeformable

En las hojas de la palmera se tiene una sección de tipo triangular variable

Se toma en cuenta la estructura flexible de las totoras y cañahuecas

La piel o elementos de recubrimiento del espacio.-

Determinará las condiciones de confort en el interior del espacio arquitectónico como tercera piel. La primera corresponde a la piel del ser humano, la segunda corresponde a la vestimenta.

La tercera piel o envolvente deberá tener indudablemente la riqueza y flexibilidad no solo de lucir una imagen estética si no que es parte vital para lograr el confort interno.

El confort interno considera el aspecto térmico que otorga condiciones de aislamiento

Las condiciones acústicas están en función de los peos y de las cámaras de aire o vacíos

---

<sup>12</sup>MOSCOSO TEJADA Jimena: Diseño y diagramado, MOSCOSO VILLANUEVA Mario y MOSCOSO TEJADA Javier: dibujos y diseños, *Moscoso Arquitectura*, Cochabamba Bolivia. Pág. 20

El ferrocemento es el material básico para generar formas orgánicas, se preocupa también de la investigación de nuevos materiales para la construcción

La resistencia excepcional del ferrocemento se debe a que su armadura está compuesta por varias capas de mallas de acero de poco espesor superpuestas y ligeramente desplazadas entre sí, y a que el concreto soporta considerable deformación en la inmediata proximidad del refuerzo, condición que se aprovecha al máximo con la distribución de las armaduras descritas.

Taller Estudio Moscoso Arquitectura, Cochabamba Bolivia



Fotografía Andres Kuljis

Su comportamiento mecánico, dependiente principalmente de la superficie específica de la armadura, es muy bueno. Presenta una buena resistencia a la tracción, que supera sensiblemente a la mostrada por el hormigón armado, y se mantiene en el rango elástico hasta su fisuración.

La presencia de las capas de mallas metálicas, no modifican la resistencia a la compresión, por lo que la misma específicamente queda definida por la resistencia a compresión del mortero que forma la matriz.

Taller Estudio Moscoso Arquitectura Maquetas y modelos, Cochabamba Bolivia



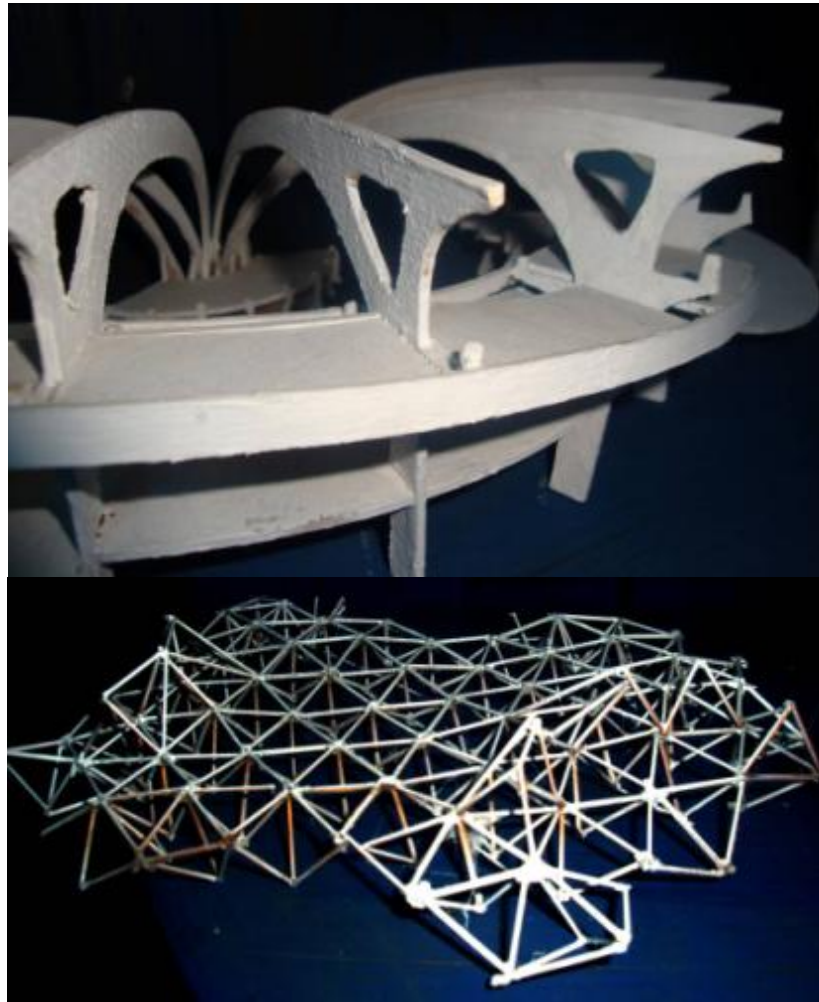
Fotografía Andres Kuljis

El ferrocemento apareció por primera vez a mediados del siglo XIX, por lo cual puede ser considerado como el antecedente del concreto armado.

Esta técnica constructiva antes de ser aplicada en la ingeniería y en la arquitectura, se utilizó para la construcción de barcos. El primero en utilizar el ferrocemento fue Joseph Louis Lambot, quien construyó un bote con este material, debido a la flexibilidad y excepcional resistencia del mismo.

Vale la pena mencionar, que esta técnica fue olvidada durante mucho tiempo y no fue sino hasta la década de los cuarenta, cuando el arquitecto italiano Pier Luigi Nervi lo utilizó en la construcción de estructuras, en las que propuso soluciones elegantes y expresivas, pero principalmente innovadoras, tal es el caso de la cubierta de el Gran Salón para la Exposición de Turín [1948].

Taller Estudio Moscoso Arquitectura Maquetas y modelos, Cochabamba Bolivia



Fotografías Andres Kuljis

Este sistema constructivo, consiste básicamente en la colocación de una serie de capas de tela metálica [mallazo de acero] de diferentes tipos y varillas o barras de acero de distintos diámetros que se recubren con concreto. Estas estructuras o mallas metálicas se tejen o arman de tal modo que tengan la forma de la cubierta o estructura a construir, lo que permite obtener formas muy complejas.



13

Otra característica importante del ferrocemento, es que con él se pueden construir elementos prefabricados, tanto para proyectos de vivienda como para estructuras en muelles y puertos, tanto flotantes como submarinos. Además de la construcción de pequeñas embarcaciones y cualquier tipo de elementos decorativos, muebles y esculturas.

“La arquitectura es fundamentalmente espacio para que habite el ser humano, este debe ser su cobijo, su refugio, un espacio para descanso del cuerpo y recreación del espíritu” <sup>14</sup>

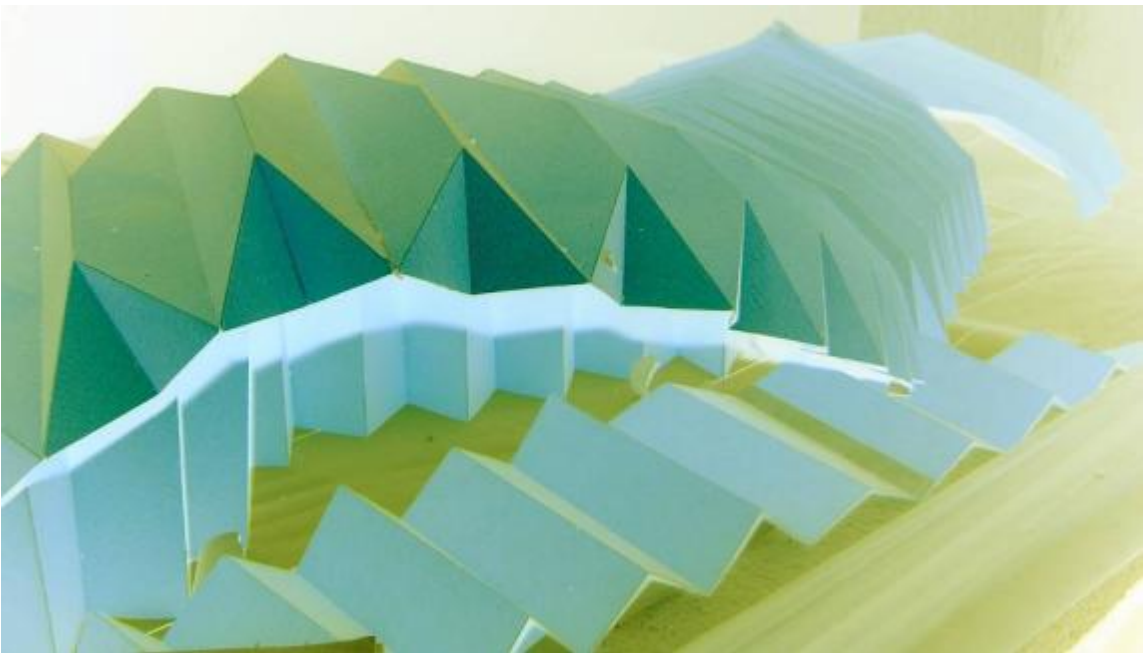
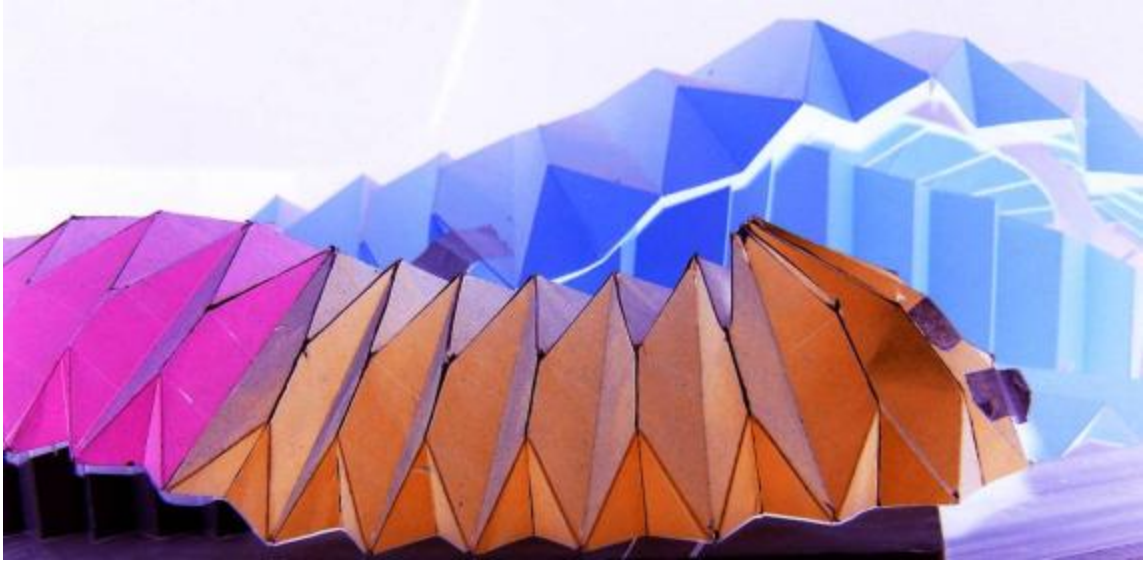
---

<sup>13</sup> Instalación Ferro Cemento Mario Moscoso Cochabamba Bolivia

<sup>14</sup>MOSCOSO TEJADA Jimena: Diseño y diagramado, MOSCOSO VILLANUEVA Mario y MOSCOSO TEJADA Javier: dibujos y diseños, *Moscoso Arquitectura*, Cochabamba Bolivia. Pág. 1



Taller Estudio Moscoso Arquitectura Maquetas y modelos, Cochabamba Bolivia



Fotografías Andres Kuljis

### 3.2.3 Impacto Urbano

El impacto comprende la situación social en que se desarrolla el proyecto teniendo en cuenta la ciudad de Cochabamba que es donde se encuentra el total de sus obras

Actualmente, Cochabamba es una ciudad económicamente activa. Igual que otras ciudades en los Andes, Cochabamba es una ciudad de contrastes. El centro de la ciudad, alrededor de sitios como la Plaza Colón o Plaza 14 de septiembre, es generalmente de una arquitectura moderna contrastante con los numerosos vestigios urbanísticos coloniales y republicanos diseminados por toda la urbe.

Es en la zona central donde se concentra la mayoría de los negocios y actividad comercial de la ciudad. Sin embargo su crecimiento ha comenzado a desplazar el centro comercial hacia el noroeste de la ciudad, tradicionalmente considerado una zona residencial. Es en medio que están emplazadas las obras de Moscoso generando así Hitos totalmente definidos no es la escala sino más bien la característica formal de lo que resaltan sus obras.

- “Los nuevos enfoques del diseño y sobre todo la desmaterialización y desenergetización de los productos y servicios y por ende de la economía representan un paso de avance en el desarrollo, sobre todo de la civilización occidental que creó un abuso material y energético
- No obstante ello las anteriores teorías y estudios han sido hechos desde la óptica de las sociedades industrializadas y en el fondo han dejado fuera los principales aspectos sociales y económicos de carácter nacional y global
- Falta iniciar estudios acerca del vínculo global, entre el nuevo enfoque del manejo de los recursos naturales y los procesos sociales. Por ejemplo , no están suficientemente considerados los aspectos relativos a las relaciones económicas entre países desarrollados y subdesarrollados y los impactos socioeconómicos de las mismas en los países no desarrollados
- La transformación paulatina de la industria y el consumo, bajo los preceptos explicados, ayudará a mitigar una buena parte de los problemas medio ambientales de hoy y habrá un acercamiento a métodos más científicos de manejo ambiental. Lamentablemente se reforzará paralelamente la denominación económica por parte de las transnacionales y el capital privado, alejando la posible democratización del desarrollo y la arquitectura. El desarrollo y por ende la arquitectura será más democrático en la medida en que aspire a servir con justicia y equidad a toda la sociedad y no a una parte de ella solo con los componentes de ciencia y democracia integrados sería posible lograr en nuestras regiones una arquitectura sostenible
- Las obras orgánicas de ferrocemento analizadas, de acuerdo con los principios del diseño ecológico, donde el uso de materiales y formas requiere la mayor eficiencia utilizando la menor cantidad de material lo más posible, buscando una desmaterialización y desenergetización del planeta. El ferrocemento es una respuesta alternativa como material de diseño con proyecciones futuras que se podrá emplear con éxito en elementos o edificaciones con diseños sostenibles “

### **CONCLUSIONES CAPITULO 3**

**Se puede concluir que el trabajo de los arquitectos Moscoso y Senosiain es trascendental. A pesar de la divergencia en posiciones e investigaciones que sostienen, se logra un consenso y una obra.**

**Se sabe que el entorno urbano genera posiciones distintas, pero de maneras independientes estos arquitectos logran resultados donde integran plenamente el entorno con la edificación**

**También se puede concluir que las soluciones funcionales necesariamente son improvisadas creativamente porque todavía no se ha industrializado este nuevo tipo de arquitectura, y necesita mayor difusión para que llegue a ser una escuela arquitectónica dominante.**





#### **4.- CONFRONTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.**

La finalidad de La Bio arquitectura es una respuesta para varias preguntas, Gaudí es una muestra de lo que se puede alcanzar incluso sin el acceso a los materiales más convenientes, por esto se considera a Gaudí un genio de su época.

Hoy en día aquellos que han buscado finalidades como resistencia de materiales, eficiencia de espacio-función o incluso belleza, estética, ética, han llegado a las mismas conclusiones que Gaudí tiempo atrás.

La naturaleza nos puede enseñar muchas cosas si logramos descifrar sus intrínsecas características

No solo es conveniente por el aspecto físico si no por el psicológico y es una opción para lograr integrar al ser humano con el todo y consigo mismo.



## CONCLUSIONES

A mi punto de vista la Bio Arquitectura representa lo inseparable

Lo total, lo único. Lo vital

Es inspiración en la naturaleza,

La incorporación de la naturaleza viva.

La arquitectura orgánica es la integración entre el ornamento y la estructura

La vivienda orgánica crea un espacio adaptado al hombre de acuerdo a sus necesidades ambientales, físicas y psicológicas

La Vivienda y el jardín son un solo elemento.

El medio orgánico crea espacios adaptados al cuerpo humano, motivo por el cual se busca volver a determinar las formas partiendo de la función inmediata.

Asemejándose al mismo primer refugio, al inicio, al vientre materno, a los refugios o madrigueras animales, los nidos, las colmenas, las madriguera.

Introducción del ferrocemento o concreto armado permite ser moldeado hasta esculpido otro es el plástico como el poliuretano expandido

Control bio climático

Las barreras vegetales de árboles y arbustos así como la topografía del lugar se aprovechan para filtrar e impedir el paso de los rayos solares polvo y ruido

Al transpirar el pasto aumenta la humedad del aire cercano a la superficie

La Bio arquitectura es recuperar la tranquilidad mental y espiritual

La Bio arquitectura toma en cuenta los condicionantes culturales y contextuales

El funcionamiento arquitectónico implica un aspecto físico y psicológico



## BIBLIOGRAFÍA

Alto, A.- La humanización de la Arquitectura, Ed. Busquets, Barcelona, 1977.

Arquitectura Boliviana en cambio de siglo

Arquitectura moderna en Bolivia Arq. Hugo o Sánchez Hinojosa

ArquiSolar : <http://www.arquisolar.com.ar/>

Arzáns de Orsúa y Vela, Bartolomé. 1965. Historia de la villa imperial de Potosí. Providence, Rhode Island: Brown University Press.

Biurrun, F.J., Closa, M., Linares, A.- El Sanatorio de Paimo, 1929-1933, Alvar Aalto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos de la UPC, Servei de Publicacions de la UPC, Barcelona, 1991.

BioArquitectura Arq. Javier Senosiain

Eco2Site: <http://www.eco2site.com/>

EcoArch: <http://home.earthlink.net/~jluke313/>

Enciclopedia Encarta 2007 Hartkopf Volker, Arquitecto. Técnicas de Construcción Autóctonas del Perú". Universidad de Carnegie - Mellon. Pittsburgh Pennsylvania. Washington, D.C. E.E.U.U Agosto 1985. <http://www.datarq.fadu.uba.ar/datarq/relacion/images/taut>

"El poder de los límites" aut. Gyorgy Doczi

Giammattei Guiscafre, Gracia María, La evolución de la casa habitación en El Salvador. San Salvador: Tesis de Arquitectura, Universidad Albert Einstein, 1988.

González. J. Luis; Casals, Albert; Falcones, Alejandro Claves del Construir Arquitectónico, Tomo III. Elementos; Elementos de las instalaciones y la envolvente. Editorial Gustavo Gili, SA. Barcelona, 2001

Gregotti, Vittorio Dentro l'architettura. Bollati Boringhieri editores s.p.a., Torino, 1991 Versión castellana: Desde el Interior de la Arquitectura. Un ensayo de interpretación. Ediciones Península / Ideas. Barcelona, 1991

Gutheim, F.- Alvar Aalto, Ed. Bruguera, S.A., Barcelona, 1961.

Isasi, J. F. Et al.- Historia de tres casas: Maison de Verre, Villa Mairea, Eames House publicado en Arquitectura Viva, nº 31 Julio-Agosto, 1993, pág. 17-23.

Juan Carlos Calderon Arquitecto, La arquitectura Contemporánea en Bolivia Arq. José de Mesa

Nikula, R.- Construir con el paisaje, Breve historia de la arquitectura finlandesa, Ed. Otava, S.A., Helsinki (Finlandia), 1998.

Oikos-EcoArquitectura: <http://communities.msn.com.br/OIKOSEcoArquitectura>

PEARSON David, *Arquitectura orgánica moderna un nuevo camino para el diseño urbano y rural*, Blume, Barcelona, Impreso en Dubai Emiratos Árabes, 2002.

Perec Georges, *Especies de espacios*, 1999. Senett, Richard, *Carne y piedra*, 1997

Pratmarsó, J.- *Records de la Vil.la Mairea publicat a Quaderns*, nº 157, 1983.

Rios, I.- *La Villa Mairea de Alvar Aalto 1937-1939*, publicado en *Arquitectura* (Madrid), nº 409, 1997, pág. 16-21.

Ruusuvuori, A., (Ed.) - *Alvar Aalto 1898-1976*, Catálogo Museo de Arquitectura de Finlandia, 1982.

*Saber ver la arquitectura, Ensayo sobre la interpretación espacial de la arquitectura*, Ed. Poseidón, Barcelona, 1981

Schildt, G.- *Alvar Aalto. Obra completa: arquitectura, arte y diseño*, Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1994.

Schildt, G.- *Alvar Aalto, de palabra y por escrito*, Col. Biblioteca de Arquitectura, El croquis Editorial, El Escorial, 2000.

Schildt, G.- *Alvar Aalto, de l'oeuvre aux écrits*, Catálogo de la Exposición, Centre Georges Pompidou, Paris, 1988.

Spaeth, David Ludwig *Mies Van der Rohe: Ensayo Biográfico. Su Arquitectura y sus Discípulos*. Dirección General para la Vivienda y Arquitectura. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid, septiembre 1987

*Tierra para casas habitación; Centro Regional de Ayuda Técnica-AID México; folleto No. 22 de la serie "Intercambio de Ideas y Métodos"; México, 1996.*

Van de Ven, Cornelis *Space in Architecture*. Van Gorcum & Comp. B. V., Assen, The Netherlands, 1977. Versión castellana: *El espacio en Arquitectura*. Ediciones Cátedra, S.A., Madrid, 1981

V.V.A.A.- *Alvar Aalto, Obras 1963-1970*, Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1971.

V.V.A.A.- *En contacto con Alvar Aalto*, Jyväskylä: Museo Alvar Aalto, Finlandia, 1993.

VV.AA. *Mies Van Der Rohe: Su Arquitectura y sus Discípulos*. Dirección General para la Vivienda y Arquitectura. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid, septiembre 1987

Zevi, Bruno *Il linguaggio Moderno dell' Architettura-Architettura e Histografia*. Versión castellana: *El Lenguaje Moderno de la Arquitectura, Guía al Código Anticlásico*. Arquitectura e Historiografía. Editorial Poseidón, S.L. Barcelona, 1978

## GLOSARIO

**Antroposofía** .- La antroposofía tiene por objetivo guiar a los hombres para que puedan tomar conciencia de su naturaleza y su destino. U también poder reformar todos los campos de la cultura humana. Cada hombre debería ser capaz de alcanzar una experiencia mística que lo conecte con lo divino de sí mismo.

**Bioconstrucción** .- Realciona armónicamente la tecnología, la funcionalidad y los aspectos estéticos de la construcción con su entorno natural. La Bioconstrucción contempla la vivienda como una extensión de nuestras funciones vitales.

**BIO Inspiración** .- Es buscar en la Naturaleza inspiración para nuevos diseños.Las extraordinarias técnicas de diseño de la naturaleza, largamente probadas, están siendo estudiadas por expertos para encontrar respuestas sobre algunos de los desafíos más difíciles relacionados con la ingeniería.

**Biomimética**.- Según David Kirkland (arquitecto del estudio "Grimshaw and Partners") es "el estudio y entendimiento de la naturaleza y como transferirlo o aplicarlo en la industria". Aunque cabe destacar que hay arquitectos que puntualizan este término para referirse al diseño formal a partir de ingeniería genética.

**Biomimética**.- La biomimética ha sido aplicada a áreas que van desde las ciencias políticas y el diseño de un coche hasta la computación. En general existen tres áreas en la biología, a partir de las cuales se pueden modelar soluciones tecnológicas:

- Replicación de métodos naturales de manufactura, como en la producción de compuestos químicos por plantas y animales.
- Imitación de los mecanismos encontrados en la naturaleza, como el velcro y la cinta gecko.
- Imitación de los principios de organización social de organismos como hormigas, abejas y microorganismos.

**Bio mimesis** .- La Biomímesis presenta una era basada no en lo que podemos extraer de los organismos y sus ecosistemas, sino en lo que podemos aprender de ellos. Este enfoque difiere enormemente de la bio-utilización, que supone cosechar un producto o productor como, por ejemplo, cortar madera para hacer pavimentos o recolectar plantas medicinales.

**Biónica**.- Es la aplicación del estudio de soluciones biológicas a la técnica de los sistemas de arquitectura, ingeniería y tecnología moderna. Etimológicamente, la palabra viene del griego "bios"; que significa vida y el sufijo "ico" que significa "relativo a".

**Bio-vivienda**.- Construcciones con las que se consigue el máximo de confort reduciendo el consumo energético y minimizando el impacto medioambiental.

**Ferrocemento**.- El ferrocemento es un material de construcción compuesto, de poco espesor, flexible, en la que un gran número de mallas de alambre de acero de pequeño diámetro están distribuidas uniformemente a través de la sección transversal. Se utiliza un mortero muy rico en cemento (cemento, agua) lográndose un comportamiento notablemente mejorado en comparación al hormigón armado



cuya resistencia está dada por las formas de las piezas; se utiliza en la construcción y como material de esculturas.

El ferrocemento tiene una gran resistencia y es muy económico.

**Genética.-** Es el campo de las ciencias biológicas que trata de comprender cómo la herencia biológica es transmitida de una generación a la siguiente, y cómo se efectúa el desarrollo de las características que controlan estos procesos.

**Meme.-** En las teorías sobre la difusión cultural, la unidad teórica de información cultural transmisible de un individuo a otro o de una mente a otra (o de una generación a la siguiente). Es un neologismo acuñado por Richard Dawkins en *El gen egoísta*, por la semejanza fonética con gen y para señalar la similitud radical con la memoria y la mimesis. El genoma o sistema genético situados en los cromosomas celulares de cada individuo y determinantes del genotipo. Este ADN constituye la naturaleza biológica vital en general y humana en particular. Mediante la replicación los genes se transmiten sexualmente durante generaciones.

**Memplexia.-** Se nutre e incluso interacciona con la genética. A pesar de la satisfacción intelectual que pueda producir el hecho de poder manipular la naturaleza, el crisol que nos dio a luz y ahora es en cierto modo superado por la frenética evolución de los memes, es necesario señalar un aspecto importante.

**Neotiwanaakota.-** Estilo arquitectónico que hace referencia a la cultura tiwanacota imitando ornamentos y detalles como los que se encuentran en "la puerta del sol"

**Tiwanaku.-** Conocida como la "Ciudad del sol" o "Ciudad de los Dioses", era una antigua ciudad preincaica, situada en el sureste del lago Titicaca, a una altura de 3844 metros sobre el nivel del mar, y a unos 70 kilómetros de la ciudad de La Paz. Bolivia

**Puerta del Sol.-** Es un monumento tallado en un bloque de piedra de nueve toneladas, que mide 3 metros de alto por 3,75 de ancho. Se encuentra sobre la plataforma del Kalasasaya, templo ceremonial más importante del conjunto arqueológico del Tiwanaku.

Este monumento está decorado con un friso en bajorrelieve con la figura de un dios rodeado de cabezas humanas y de cóndor que miran hacia él. Sobre este pórtico se destacan además, en un lenguaje jeroglífico, un sinnúmero de inscripciones y códigos que hasta el momento no han sido revelados. Esta fabulosa obra quedó sin concluir, lo que incrementa más aún el misterio acerca de su significado. Se cree que podría haber sido un calendario anual que marca los tiempos de siembra y cosechas

**Velcro.-** (abrojo) fue uno de los primeros inventos basados en la biomimética. Surgió cuando su descubridor trataba de desenganchar los frutos del cardo del pelaje de su perro. Tras varios ensayos consiguió, por un lado una superficie con una especie de ganchos capaces de deformarse y que se peguen a la textura de enfrente

**Visión Foveal** .- Una alternativa para la percepción en tiempo real

Sistemas que emulan la distribución no uniforme de los fotorreceptores de los sistemas de visión biológicos y que, por tanto, trabajan con imágenes muestreadas en espacio de manera variante. El objetivo final de la visión foveal es realizar una reducción selectiva de datos en las escenas, que permita reducir los requerimientos de cómputo del sistema global y poder así alcanzar la percepción en tiempo real requerida en ciertas aplicaciones guiadas de manera visual.