

# **BIOTIPOLOGÍA: el paradigma biológico y las lógicas proyectuales en la producción de la forma arquitectónica.**

Una metodología crítica de los procesos morfogenéticos.

---

## **Autores:**

### **-Mariano Adrián Ferretti**

Arquitecto

Máster en “Crítica y proyecto”

477-3219883 – marianoferretti@gmail.com

Universidad de La Salle Bajío, León. Guanajuato

Puesto: Docente de Grado y Posgrado, Investigador

Dirección Universidad: Av. Universidad 602, Col. Lomas del Campestre, León, Gto. México

Dirección personal: Lomas del Pedregal 204, Interior 103. Lomas del Campestre, León, Gto. México

### **-Michael Smith Masís**

Arquitecto

Máster en “Diseño ambiental sostenible”

### **-Joel Armando Hurtado Gómez**

Arquitecto

Candidato a Maestro en “Diseño Arquitectónico”

## Resumen:

Los procesos actuales de producción de la forma en el diseño en general, han venido incorporado en gran medida las lógicas matemáticas que la naturaleza ha desarrollado en su camino evolutivo de la supervivencia y en el que -a partir de mutaciones y secuencialidades en el traspaso de su información- han generado altos grados de eficiencia en su adaptación al medio. Asimismo, la arquitectura como respuesta a un ambiente determinado por pautas culturales y contextos económico-sociales, ha ido evolucionando en sus procesos de conformación y materialización de la forma a lo largo de su historia a partir de procesos muy diversos en su origen y significado y desde –muchas veces- la negación de las existencias del contexto y el territorio o la anulación de la propia historia que la misma arquitectura ha construido como estructura de acumulación de experiencias.

Por lo tanto, la posibilidad de confrontar ambas situaciones desde el análisis de los procesos internos y sus comportamientos que a su vez se traducen en resultados de forma que evoluciona y se adapta a nuevas condicionantes, se convierte no sólo en una herramienta para la búsqueda de *lógicas proyectuales* de carácter alternativo sino que además posiciona al usuario de la forma arquitectónica en el centro de la discusión como ente biológico que habita un organismo vivo si aceptamos que eso es la arquitectura o ya muerto si lo entendemos como objeto.

Palabras clave: Morfogénesis, Biomimética, Biotipología

# BIOTIPOLOGÍA: el paradigma biológico y las lógicas proyectuales en la producción de la forma arquitectónica.<sup>1</sup>

Una metodología crítica a los procesos morfogénéticos.

**Mariano Adrián Ferretti**

Docente “Maestría en Diseño Arquitectónico” (MDA)

Arquitecto por la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), Maestro en “Crítica y Proyecto” por la Universidad Politécnica de Catalunya, UPC (España). Actualmente es investigador y Catedrático en la Licenciatura de Arquitectura y en la Maestría en Diseño Arquitectónico por la Universidad de La Salle Bajío, León. México.

**Michael Smith Masís**

Docente invitado “Maestría en Diseño Arquitectónico” (MDA)

Arquitecto por la Universidad Véritas (Costa Rica), Maestro en “Diseño Ambiental Sostenible” por la Architectural Association, AA (Inglaterra). Actualmente es investigador y Catedrático en la Licenciatura de Arquitectura por la Universidad Véritas, San José. Costa Rica.

**Joel Armando Hurtado Gómez**

Arquitecto por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (México), Candidato a Maestro por la “Maestría en Diseño Arquitectónico” de la Universidad de La Salle Bajío, UDLSB (México).

## Introducción

Si se estableciera aquí que se debe de voltear a ver los modelos naturales para buscar en ellos un sentimiento de inspiración y en base a esto desarrollar una arquitectura que pueda ser reconocida e irrepetible, ciertamente no estamos diciendo nada nuevo. En cambio si se buscara el volver a colocar el tópic sobre la mesa y bajo una perspectiva diferente llamada *Morfogénesis* -que no es otra cosa que el proceso metodológico mediante el cual se gesta una forma arquitectónica- podríamos entender desde un cierto origen y en base al paradigma biológico, cómo se producen lógicas de diseño que den como resultado una arquitectura que se vuelve más legítima y sincera. Una segunda reflexión permitiría ir más allá de una simple postura de inspiración basada en un sistema natural para adentrarse a un estudio más complejo que permitiera extraer no sólo pieles bidimensionales sino sistemas de complejidad avanzada que nos ayuden a desarrollar proyectos arquitectónicos de igual inteligencia y coherencia.

Asimismo, se trata de continuar ciertos debates abiertos sobre el rol y la producción de la arquitectura que en este post-modernismo en el que nos encontramos y dentro del cual se continúa creyendo que la individualidad debe de imperar sobre el diseño para las masas es que interesa también dicho debate acerca de este presente en el que nos vemos inmersos entendiendo que se deben desarrollar arquitecturas de tipo sustentable que sean capaces de no violentar al medio natural que tan degradado hoy en día se percibe en muchas direcciones.

---

<sup>1</sup> Este texto se basa en los estudios realizados en la materia “**Morfogénesis**”, correspondiente al 6º cuatrimestre de la Maestría en Diseño Arquitectónico (MDA) de la Universidad de La Salle Bajío. León, Guanajuato. México.

## La legitimación de la *forma* como *sistema*

La forma arquitectónica comporta una de las principales preocupaciones dentro del ámbito académico en sus connotaciones como conformadora de un *sistema* mayor de tipo conceptual en el que necesariamente deben interactuar factores de la propia realidad ambiental con la que se trabaja y otros de carácter histórico significativos que hacen a la permanencia de estructuras ocultas que han permanecido y desarrollado en el tiempo. Lo mismo ocurriría con la naturaleza –por ejemplo- en su constante lucha por evolucionar mientras permanece desde el traspaso de su información y en pos de asegurar su supervivencia. Finalmente, se trata de estructuras morfológicas y procesos bajo los cuales se producen esas estructuras tanto en lo natural como en lo artificial si se acepta que esto último forma parte también del ambiente *natural* en términos de convivencia necesaria y en permanente interacción con una realidad física circundante que condiciona y da sentido.

Desde los años 60' el objeto arquitectónico se ha ido desintegrando paulatinamente para cuestionar su propia dependencia de todo significado y función. A partir de ello, nuestra última historia de la arquitectura ha sido una permanente batalla en la justificación y legitimación de la forma arquitectónica hasta la ruptura del objeto producto de una imagen capitalista de consumo, posesión y temporalidad para pasar en el presente a un conjunto de elementos que le dan sentido de existencia, arraigo y permanencia desde el reconocimiento de un origen necesario. Se ha llegado a un punto de reconstrucción de la arquitectura como *acontecimiento* primitivo y resultado de un proceso que se sitúa por encima de la forma y más allá del sujeto que le ha dado origen.

En verdad, lo que ha sucedido es un *descentramiento* de los *procesos* bajo los cuales se producía la arquitectura y logrado que una cosa fuera la arquitectura y otra muy diferente sean los *procesos*.

## Los sistemas formales en el pasado

Una referencia obligada al tema en cuestión es el trabajo del Arq. Antoni Gaudí donde la simple mirada del que ve el paisaje queda superada por la existencia que en su trabajo se puede constatar como un esfuerzo por ir más allá en la búsqueda de la esencia y del entendimiento de las leyes naturales que se perciben ya en tres o más dimensiones y que legitiman al conjunto de la arquitectura de una manera integral tanto en el ámbito estructural como el ornamental, tanto en las generalidades de la forma arquitectónica como en la particularidad del detalle lo que además de estructurar a la totalidad se torna integrado y cohesionado por un *proceso* que le dio origen. Es significativo como además de la constante en la búsqueda de la forma y los procesos naturales, se repiten y transmiten culturalmente ciertos rasgos que hacen a la permanencia de estructuras ocultas en los comportamientos que legitiman la existencia de esas formas o sistemas formales.

(Figura 1)

Por otra parte, ciertos conceptos como el de *fractalidad* o la *condición fractal* de la naturaleza se hallan también presentes en sistemas arquitectónicos muchos más primitivos como es el caso del período Gótico y de sus constantes referencias a las estructuras arborescentes y la conformación de sistemas menores subordinados a un orden mayor que los soporta. Tal como lo señala Philip Steadman (1979) en referencia a las "*Analogías biológicas*" que en su principal definición se hallan incluidas tres realidades o estructuras que el autor describe como *entorno* de un edificio, *medio material* y por último el *ambiente* entendido este como un conjunto de componentes indeterminables y abstractos como lo son por ejemplo los *entornos* sociales, económicos y culturales. En esta clasificación como analogías biológicas se encuentran los estudios realizados por Viollet Le Duc en el SXIX acerca de la arquitectura medieval francesa y en concreto el Gótico como una unidad que tiene perfecta relación del

todo y sus partes y que tiene semejanza con la anatomía animal en lo que hace a su *coordinación interior* (estructuras ocultas) y como resultado de la propia función adquirida.

(Figura 2)

Por otra parte, en la actualidad y contraponiéndose a la esencia de los procesos anteriormente descritos y en aras de romper con el diseño de las arquitecturas cerradas y poco sorprendentes desde el punto de vista de la imagen que ofrecen sus formas, se produce en la última década un vuelco que -sin ningún método de por medio hacia el medio natural- propone romper con los procesos rígidos y mecanizados propios por otra parte del posmodernismo como herencia, donde las formas orgánicas se convierten en la tónica a seguir, camino que sin embargo sólo se basa reductivamente en la imitación y repetición de formas donde la imagen aludiendo a lo *natural* se impone como razón de existencia. Es cierto también que se está presenciando un auge que, paralelamente a la vacuidad de ciertas búsquedas morfológicas, se intenta indagar sobre *procesos generadores* de forma que precisamente hablen de las lógicas y leyes que desde lo natural y lo artificial sean capaces de establecer nuevos vínculos que resulten en nuevas realidades y procesos.

## Sobre la Biomimética

La naturaleza lleva miles de años perfeccionando soluciones efectivas hacia el entorno en el cual vivimos.

El **Biodiseño** es un campo de convergencia en donde emerge el reconocimiento de la sabiduría de la naturaleza como maestra y fuente de inspiración para el entendimiento de métodos y sistemas de alta complejidad; muy superiores a los que la mente humana puede crear por el momento.

En 1997 la científica Janine Benyus acuñó el término de **Biomimética**<sup>2</sup> en su libro "*Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*", definiéndolo como la ciencia que estudia, imita o se inspira de los modelos de la naturaleza para el diseño de procesos que resuelvan problemas humanos. La autora sugiere la reexaminación de la naturaleza, de la vida ('Bios' griego = vida) como modelo, como medida, como mentora para poderla imitar (mimesis). Otros términos frecuentemente asociados son la biónica, bio-inspiración y **Biognosis**<sup>3</sup>. Hay que aprovechar los miles de años de 'prueba y error' que nos llevan de ventaja para proveer soluciones de diseño verdaderamente inteligentes y coherentes...

(Figura 3)

Benyus (1997) nos ha vuelto a recordar este camino formal de no solo diseñar sino de innovar bajo el conocimiento de los modelos naturales y de colocar o regresar nuevamente al centro de las disciplinas al medio natural como ese gran referente de innovación y aprendizaje, por lo que la **Morfogénesis** no hace otra cosa que sumarse a esta declaración de intenciones, como un camino serio y real que si bien se sabe llevar, puede conducirnos a la concepción de proyectos arquitectónicos innovadores y con argumentos validos cuyo lenguaje ciertamente único e irrepetible tendrán también el valor asignado de respeto y de colaboración con su medio ambiente.

---

<sup>2</sup> **Biomimética:** (de bio, vida y mimesis, imitar), es la ciencia que estudia a la naturaleza como fuente de inspiración, nuevas tecnologías innovadoras para resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ha resuelto, mediante los modelos de sistemas (mecánica), procesos (química) y elementos que imitan o se inspiran en ella.

<sup>3</sup> **Biognosis:** (de bio, vida y gnosis, conocimiento), es el estudio y/o conocimiento de la vida.

## Bio diseño y sistemas emergentes

El Bio diseño es una revisión de la naturaleza, del paradigma biológico y de los principios para modelar sistemas complejos aplicados al diseño. Esta agenda de investigación busca generar herramientas para identificar elementos a emular (isomorfismos) en la naturaleza, emplear modelos y sistemas complejos, procesos de morfogénesis o evolutivos, trabajo con interfaces computacionales y análogas para resolver problemas humanos con diseños inspirados en la naturaleza. En el proceso de estudio y análisis se revisan trabajos y autores relevantes en la materia para entender los retos, oportunidades y posibles alcances prácticos y pedagógicos. Todo lo anterior en el campo de la experimentación con tecnologías emergentes, de convergencia o disruptivas para el desarrollo de productos de diseño.

(Figura 4)

*“Ciertas forma de vida han logrado sustentarse en el planeta en los últimos 3.8 billones de años, a través de eras de hielo, tsunamis, erupciones volcánicas y asteroides. Esto significa una supervivencia de la vida de 3.85 billones de años de prueba y error, 3.85 billones de una selección rigurosa que ha resultado en un 99.9% de fracaso. Solo 1/10 del 1% de la especies han logrado vivir al día de hoy...por tanto, la vida tiene estándares de control de alta calidad... estrategias poderosas para sobrevivir, en otras palabras; las prosperas especies que viven hoy en día son historias de éxito...”<sup>4</sup>*

Aunado a este laboratorio de 3.8 billones de años de experiencia, en contraposición a escuelas de arquitectura fundadas hace 300 años, o edificaciones que datan de más de 5mil años, evidencian la necesidad de tomar la naturaleza como maestra. Cualquier pequeño fragmento vivo, por mas ínfimo que parezca, sobrepasa en gran medida nuestra tecnología y aptitudes por encajar en un entorno verdaderamente sostenible. Es así que el paradigma biológico se establece como un instrumento alternativo en la búsqueda de procesos que reinterpreten una herencia adquirida para la resolución de problemas de diseño actuales.

## Paradigma Biológico en el diseño: acercamiento a la innovación y ciencias emergentes

Existen ejemplos contundentes de cómo la naturaleza nos orienta y guía en procesos para la resolución de problemas complejos. El éxito principalmente radica en desarrollar una capacidad de observación, **interpretación** e **implementación** de modelos informados de diversos sistemas naturales sensiblemente interrelacionados y que organizan la materia biológica de nuestro planeta. El paradigma biológico aplicado al diseño, busca desplazar al ser humano como centro de atención, y más bien indaga en el cómo podemos adaptarnos de manera inteligente al entorno dentro de la complejidad de los sistemas naturales. Contrariamente una visión antropocéntrica o sesgada hacia analogías formales preconcebidas a las necesidades humanas puede validarse como poco efectiva.

Al reconocer la necesidad de entender la complejidad de los sistemas naturales, surgen diversas pregunta; Como traducir esta información de miles de años en aplicaciones de diseño? Que especialidad se necesita tener? Cuáles serían las herramientas?

Primero es importante observar, que los seres vivos, son como una especie de diagramas resultantes de miles de años de evolución (Thompson, 2003). Poder entender ese proceso de conformación desde la fase embrional hasta el desarrollo evolutivo multi-generacional de las especies, nos puede permitir

---

<sup>4</sup> Traducción de: Janine Benyus - Biomimicry 3.8.

tener un mayor entendimiento organizacional de la materia biológica como función de las fuerzas físicas y estrés provocado por el ambiente.

En ese sentido, la morfogénesis es objeto de estudio como proceso biológico bajo el cual un organismo desarrolla su forma. Conceptualmente, permite delimitar modelos experimentales en la búsqueda de formas resultantes. Por ejemplo, Otto y Rasch (1996) en su libro "*Finding Form: Towards an Architecture of the minimal*" apuntan a la importancia de mostrar un 'proceso' o 'metodología' de investigación para la experimentación fenomenológica con procesos naturales de *auto-formación* y *auto-organización*.

(Figura 5)

Evidentemente nos enfrentamos a fenómenos de carácter no lineal, complejos y extensivos, para los cuales se deben emplear herramientas-conocimientos que nos permitan dirigir una práctica que busca innovar desde la óptica biológica y relación sustentable con su medio. Dicho trabajo apunta a la revisión de literatura relevante, experimentos realizados (aplicaciones tecnológicas) y muy importante, promover colaboraciones interdisciplinarias en campos que van desde la biología, matemáticas, programación informática, entre otros. En ese sentido la humanidad ya lleva varios siglos de lidiar con fenómenos complejos, de emergencia presentes en la naturaleza; desde los modelos económicos plateados por Adam Smith en el SXVIII, el trabajo en evolución desarrollado por Darwin en el SXIX, hasta la fascinación de Alan Turing en la década del 40' por la morfogénesis, en donde simples agentes o formas sencillas, generan complejidad a partir de simples reglas.

## Intención del curso / Metodología

El curso planteado tuvo la intención de que el alumno integre los conceptos biológicos en el análisis morfológico y funcional, bajo una perspectiva ecológica y sostenible desde la comprensión y aplicación de los principios básicos de la vida (Biología), comprendiendo la **Biomimética** como herramienta de investigación y formulación de propuestas de diseño o formas sencillas que generan complejidad a partir de simples reglas (*paradigma biológico*) y estableciendo relaciones con procesos similares que puedan darse en un objeto arquitectónico determinado.

Como resultado del aprendizaje, se buscaba que los alumnos comprendieran el funcionamiento básico de la naturaleza mediante dinámicas y ejercicios de investigación y práctica que puedan ser aplicados a la realidad de un objeto arquitectónico, incidiendo, ya sea desde la negociación con el objeto consumado o bien, desde la creación de lógicas alternativas en los procesos de diseño arquitectónicos. Por último se planteó el análisis de lo que se denominó *paradigma arquitectónico* como una indagación a diferentes escalas de análisis de un objeto arquitectónico paradigmático y su relación con las estructuras formales y funcionales del pasado en la determinación de lógicas que sinteticen dichos aspectos.

Finalmente, la confrontación de ambas situaciones (*paradigma biológico* + *paradigma arquitectónico*) desde el análisis de los procesos internos y sus comportamientos como "**principios activos**" susceptibles de ser combinados y puestos en situación permitió a los estudiantes la definición de **lógicas proyectuales** de carácter alternativo como *instrumentos* de discusión en la generación de formas.

(Figura 6)

## Trayecto 1

### Paradigma Biológico: “*Ecografía*”

#### >Fase [A1] ECOGRAFÍA:

Comprensión de un organismo vegetal a partir de la “**disección**” del todo en partes, delimitando **modelos experimentales** en la búsqueda de formas resultantes. Un ‘proceso’ o ‘metodología’ de investigación para la experimentación fenomenológica con procesos naturales de auto-formación y auto-organización. Este proceso deriva en un principio activo de tipo **funcional** que pueda ser aplicado en el proceso de diseño arquitectónico.

Inicia con la revisión de organismos en 9 niveles de jerarquización presentes en la naturaleza. Se buscará a nivel macro, las cualidades morfo-ecológicas, su relación con el entorno y su eficiencia. A nivel medio se realiza una descripción técnica del organismo y se investigará en su disección la morfogénesis identificando: tendencias de crecimiento, patrones geométricos, proporcionales y numéricos. La escala micro se aborda desde la microscopía a nivel experimental, para validar o visualizar cualidades de eficiencia presentes en el organismo.

(Figura 7, 8, 9 y 10)

#### >Fase [A2] Proto-diseño:

Luego de examinar el organismo se identifica un **Sistema-Principio Activo** que promueva la eficiencia del organismo. Se formula un modelo de investigación basado en los conceptos de sistemas y complejidad. Con ello, se busca emular desde la abstracción y síntesis, los comportamientos biológicos. Se trabaja especulando con modelos analógicos y digitales que investiguen cualidades emergentes de la especie analizada, desde la auto organización, formación y bio-dinámicas (lo responsivo hacia el ambiente).

(Figura 11)

## Trayecto 2

### Paradigma Arquitectónico: “*Autopsia*”

#### >Fase [B1] AUTOPSIA:

Inicia con la comprensión del objeto arquitectónico desde la **descomposición** de sus partes constitutivas en su relación con la familia tipológica a la que pertenece en la historia, para la determinación de **procesos esenciales** que hayan dado paso a la generación de la forma resultante. Este proceso deriva en una esquematización abstracta que contiene propiedades susceptibles de ser abordadas desde el **Sistema-Principio Activo** determinado en la fase [A2], que permitan la redefinición del objeto arquitectónico o bien la subordinación del proceso de diseño a la nueva realidad del principio activo como método de replanteamiento crítico de las nuevas circunstancias abordadas.

(Figura 12, 13, 14 y 15)

#### >Fase [B2] Proto-Tipo:

Finalmente se buscan diseños o prototipos dinámicos en su parte funcional, que sean **adaptativos** y que puedan ser entendidos a través de una problematización del diseño. Se trabajará en el diseño de espacios de transición para la optimización en uso (programa), forma, materialidad y desempeño de partes “ineficientes” o “subutilizadas” en espacios arquitectónicos.

Identificación y diagnóstico crítico-arquitectónico, que se pueda beneficiar del principio activo.

Aplicación y desempeño del **Principio Activo** al problema de diseño detectado (arquitectónico-tipológico). Se analiza y simula su eficiencia, adaptabilidad, responsividad <sup>5</sup> y desempeño con herramientas digitales o análogas.

Trayecto 3

### **BIO-TIPOLOGÍA**

Una vez logrados ambos principios activos (formal y funcional) se procede a su combinación y posterior determinación de aquellas situaciones espaciales que -en sus diferentes combinaciones- producen el mejor resultado, es decir, que contienen *per se* el mayor grado de eficiencia física y funcional.

La importancia de este proceso radica en la posibilidad de indagar acerca de los principios o leyes detectadas y sus potenciales como generadores de forma trascendiendo la mera especulación y los conceptos preestablecidos que conduzcan a respuestas morfológicas superadoras no sólo de las *modas* sino también de las *herramientas dominantes*, poniendo a los *procesos* por encima de los *resultados*.

(Figura 16 y 17)

### **Discusión**

La generación de la forma en la disciplina arquitectónica está condicionada históricamente como el resultado de procesos que se han consolidado en el tiempo y que en mayor o menor medida según el período en que se trate, implicaron a su vez diferentes lecturas que a futuro se comportarían como críticas de sus propios procesos. Evidentemente y según desde el lugar desde donde se establecieran dichas críticas sus afectaciones serían diversas: estilo, tipo, unidad arquitectónica, lenguaje, contexto, materialidad, etc.

El enfoque presentado aquí, intenta abordar la discusión en torno a cuales son o deberían ser las leyes implícitas tanto en lo natural como en lo artificial que pudieran ser *reveladas* como detonadoras de procesos que generen forma desde lo *funcional* como lógica de control y desde lo *formal* como directriz física de armado y estructuración. Los resultados obtenidos en los sucesivos procesos de búsqueda reflexionan sobre el grado de especulación que contiene *per se* la producción de la forma arquitectónica y cómo poder reducir -de ser necesario hacerlo- la brecha de arbitrariedad que contienen estos procesos.

Por último, un acercamiento de tipo *estructural* intenta situar en el presente al resultado arquitectónico desde una óptica inversa como organismo ya cristalizado, petrificado, que a su vez es poseedor de una historia universal y condensador de un pasado particular pero que en su existencia contemplativa, condiciona al presente.

---

<sup>5</sup> **Responsividad:** (de *responsus*: responder e *idad*: procedimiento), es la capacidad de respuesta a un fenómeno determinado

## **Bibliografía y referencias**

**BALL**, Phillipe (2001). *“The Self-Made Tapestry: Pattern Formation in Nature”*. (Oxford: Oxford University Press).

**BENYUS**, Janine (1997). *“Biomimicry: Innovation inspired by nature”*. (New York: Harper Collins Publisher).

**MONTANER**, Josep María. (2009). *“Sistemas Arquitectónicos Contemporáneos”*. (Barcelona: GG)

**OTTO**, frei; **RASCH**, Bodo (1996). *“Finding Form: Towards an Architecture of the minimal”*. (New York: Axel Menges).

**STEADMAN**, Philip (1979). *“The evolution of designs”*. (Cambridge: Cambridge University Press)

**THOMPSON**, D'Arcy (2003). *“Sobre el Crecimiento y la Forma”*. (Madrid: Akal) (*Título original: On Growth and Forms, 1917*).

**VAN DEN BROECK**, Fabricio (2000). *“El diseño de la naturaleza, o la naturaleza del diseño”*. (México: Universidad Autónoma Metropolitana).

## RELACIÓN DE FIGURAS PARA SER INSERTADAS:



FIGURA 1. Estructuras formales repetidas en el tiempo. Izquierda: Templo de la Sagrada Familia (Gaudí). Derecha: Castellers de Barcelona. Fuente: Elaboración propia

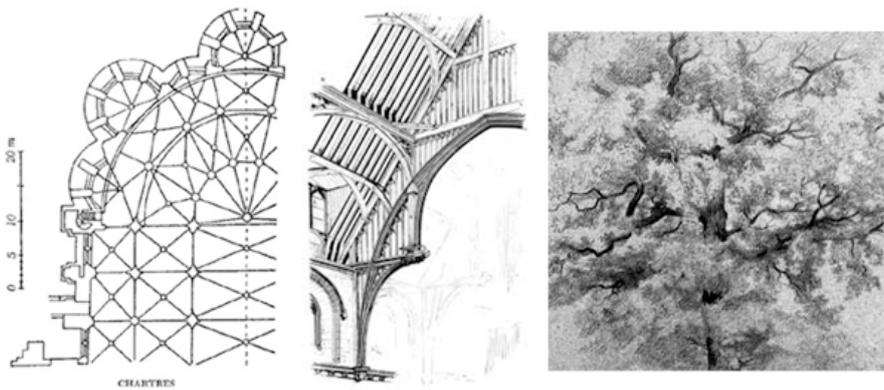


FIGURA 2. Fractalidad en la arquitectura: estudios de Viollet le Duc sobre los sistemas arbóreos del Gótico. Fuente: Elaboración propia

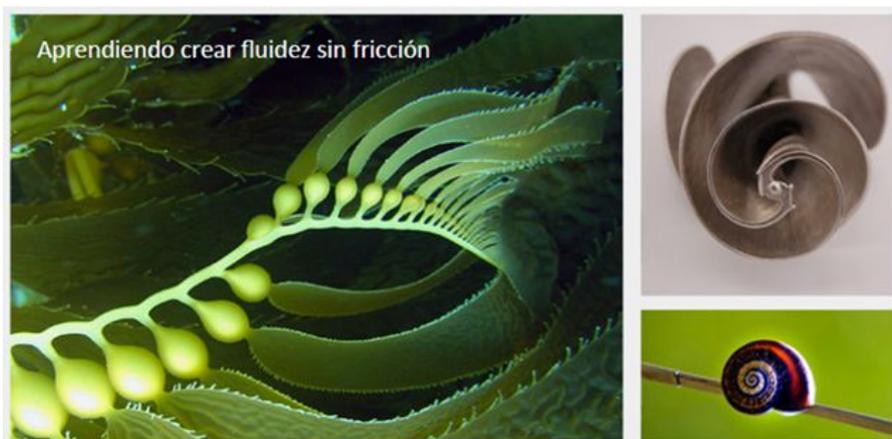


FIGURA 3. Estudios de Biomimética aplicados a la Tecnología. Fuente: [www.biomimicryinstitute.org](http://www.biomimicryinstitute.org)

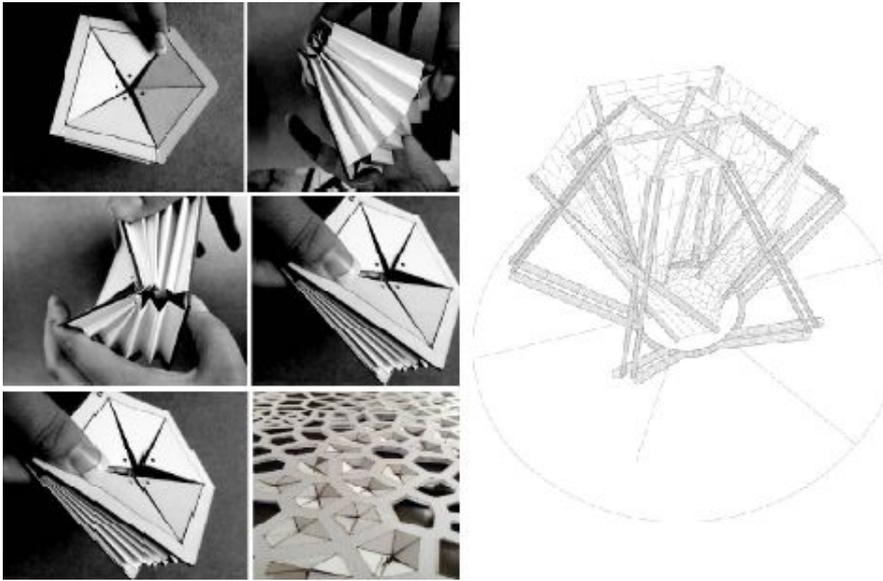
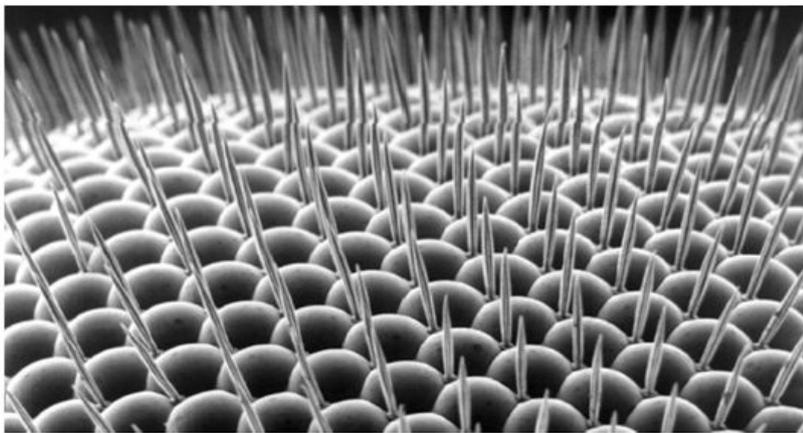


FIGURA 4. Modelos resultantes del análisis de procesos morfológicos funcionales de especies naturales. Fuente: Elaboración propia.



Ojo Mosca (Drosophila)

FIGURA 5. Imagen microscópica del ojo de una Mosca. Fuente: Elaboración propia

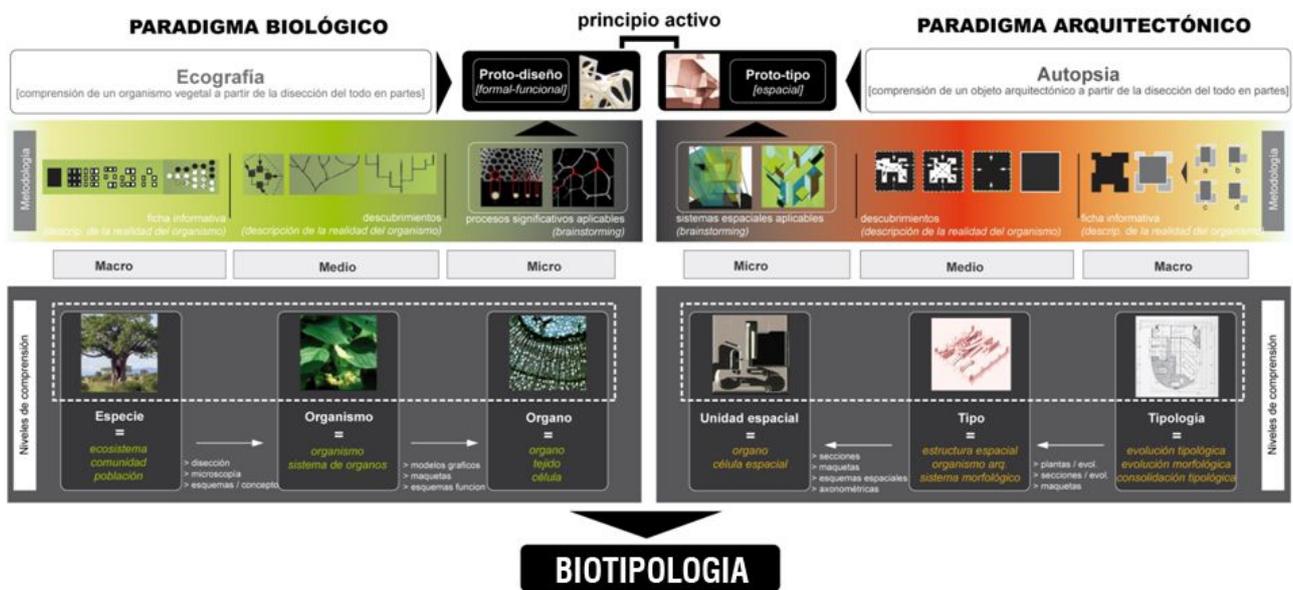


FIGURA 6. Esquema Metodológico: Paradigma Biológico + Paradigma Arquitectónico. Fuente: Elaboración propia

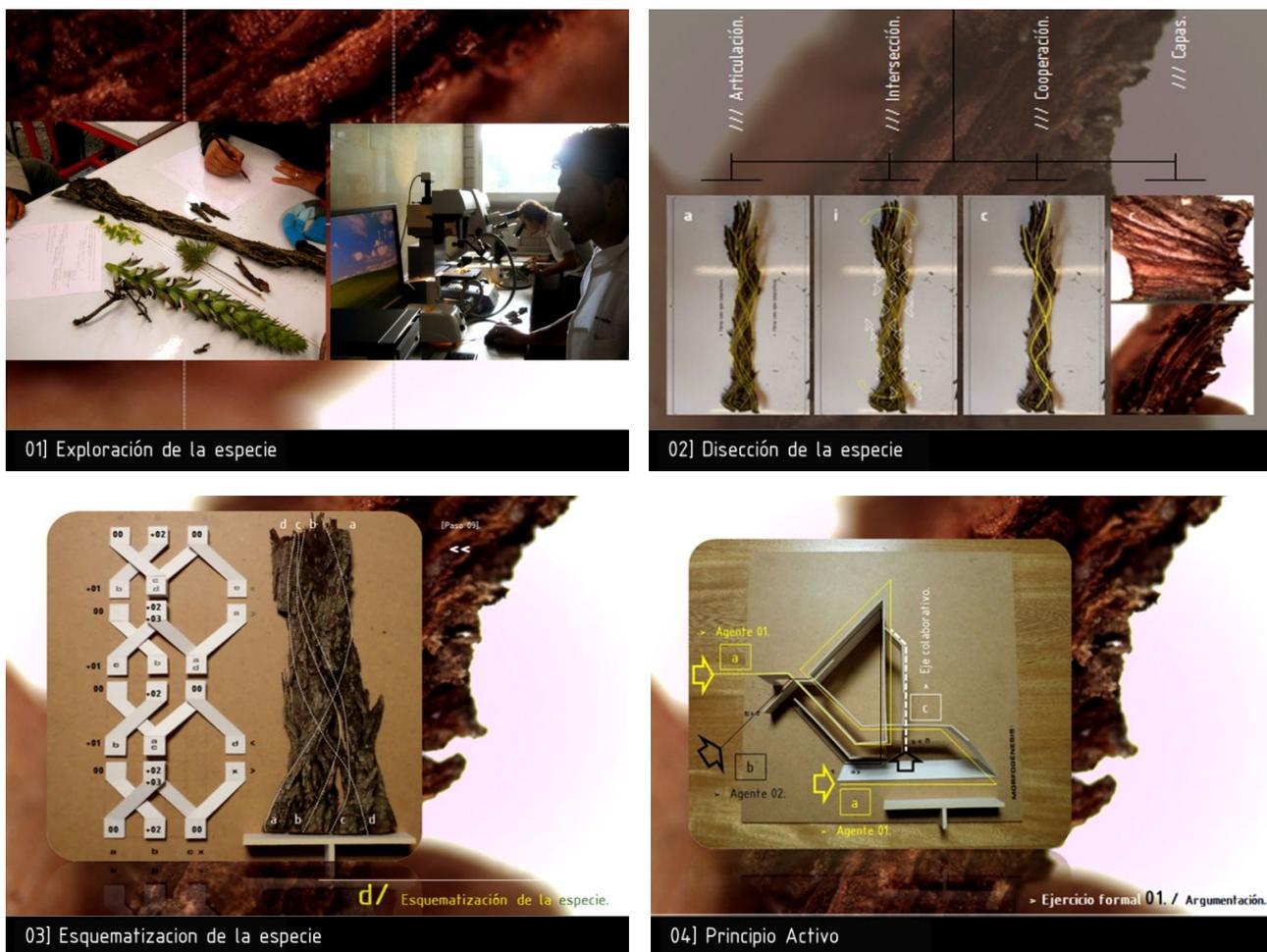
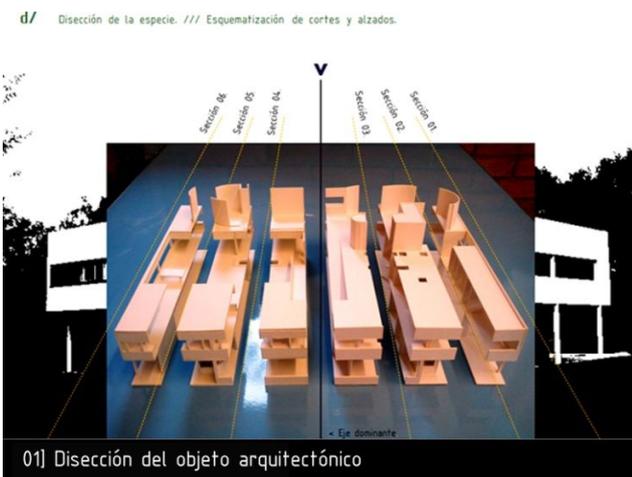


FIGURA 7, 8, 9 y 10. Búsqueda del Principio Activo (Paradigma Biológico). Fuente: Elaboración propia

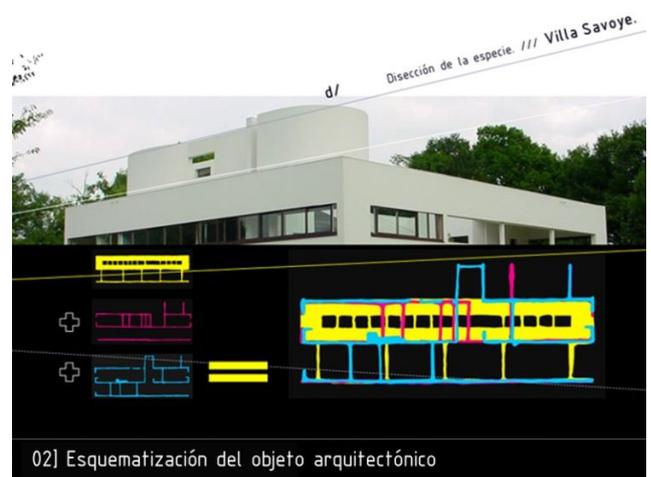


05] Proto-diseño

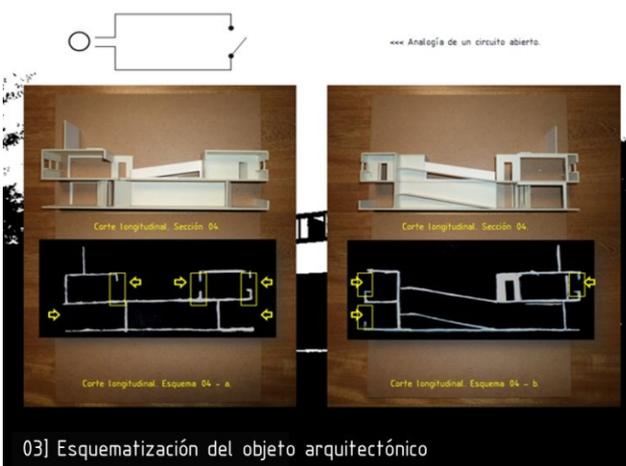
FIGURA 11. Proto-Diseño a partir del Principio Activo. Fuente: Elaboración propia



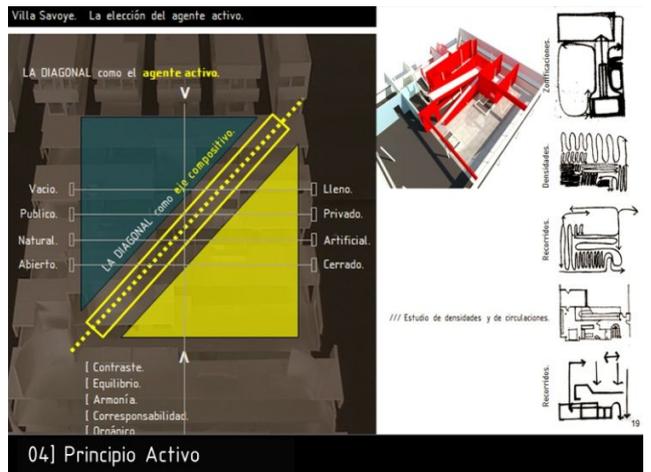
01] Disección del objeto arquitectónico



02] Esquemización del objeto arquitectónico



03] Esquemización del objeto arquitectónico



04] Principio Activo

FIGURA 12, 13, 14 y 15. Búsqueda del Principio Activo (Paradigma Arquitectónico). Fuente: Elaboración propia

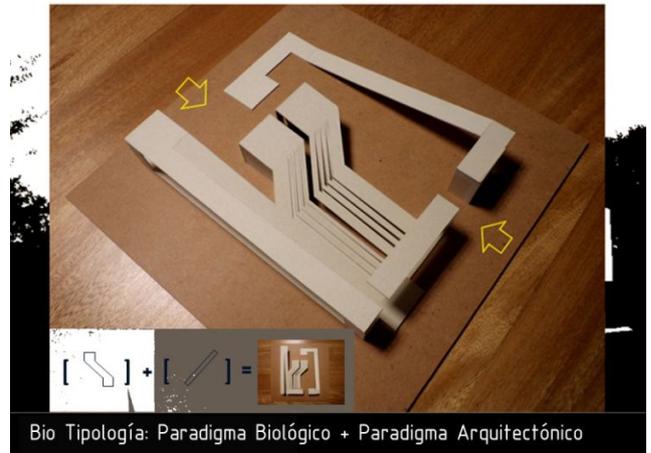
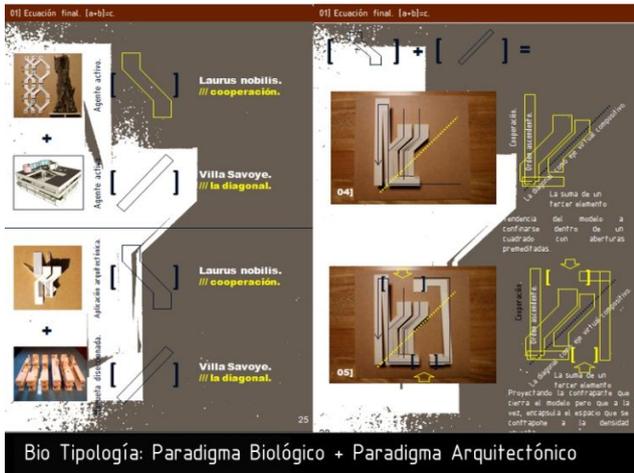


FIGURA 16 y 17. Determinación de la “BIO TIPOLOGÍA”. Fuente: Elaboración propia