

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



Biomímesis. Estrategias arquitectónicas de hibridación de lo vivo y lo no vivo de la naturaleza en la era del Antropoceno

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

AUTOR

Diana Carolina Coronel Salazar

ASESOR

Jorge Ivan Guerrero Ramirez

<https://orcid.org/0000-0003-4155-6446>

Chiclayo, 2024

**Biomímesis. Estrategias arquitectónicas de hibridación de lo vivo
y lo no vivo de la naturaleza en la era del Antropoceno**

PRESENTADA POR

Diana Carolina Coronel Salazar

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

ARQUITECTO

APROBADA POR

Carlos Bauza Cortes
PRESIDENTE

Raúl Gálvez Tirado
SECRETARIO

Jorge Ivan Guerrero Ramirez
VOCAL

Dedicatoria

A mis familiares y amigos, por su amor y apoyo incondicional durante todo mi camino universitario.

Agradecimientos

A mi asesor y profesores, por su constante orientación y enseñanza durante el desarrollo de esta investigación.

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	12%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hemeroteca.unad.edu.co Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	docplayer.es Fuente de Internet	1%
4	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.totemarquitectos.com Fuente de Internet	1%
6	fundacion.arquia.com Fuente de Internet	<1%
7	juanitoomee.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
8	www.ecologiapolitica.info Fuente de Internet	<1%
9	economicircular.info Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
Revisión de literatura	10
Antecedentes	10
Bases teóricas	12
Materiales y métodos	14
Metodología	14
Resultados y discusión	18
Conclusiones	38
Recomendaciones.....	39
Referencias	40
Anexos.....	43

Lista de figuras

<i>Figura 1</i>	11
<i>Figura 2</i>	12
<i>Figura 3</i>	16
<i>Figura 4</i>	17
<i>Figura 5</i>	18
<i>Figura 6</i>	23
<i>Figura 7</i>	25
<i>Figura 8</i>	27
<i>Figura 9</i>	29
<i>Figura 10</i>	31
<i>Figura 11</i>	33

Resumen

La presente investigación se enmarca en el Antropoceno, un periodo caracterizado por la transformación insostenible del mundo debido a la influencia humana. Ante esta problemática, se examina la biomímesis como un campo del conocimiento que busca reintegrar los sistemas humanos dentro de los sistemas naturales, con el fin de que el ser humano inicie una nueva era basada no en qué puede extraer del mundo natural, sino en qué puede aprender de este. El objetivo principal de esta investigación es diseñar estrategias arquitectónicas basadas en la biomímesis ante el Antropoceno. El enfoque metodológico aplicado es de carácter teórico-práctico, estructurado mediante un marco referencial (problemática), procedimental (posicionamientos) y operacional (estrategias). Se emplean diversas fichas instrumentales para desarrollar cada objetivo específico, tal como una ficha temporal para analizar las aproximaciones entre biomímesis y ecología en la era del antropoceno, una ficha de registro para identificar los posicionamientos que redefinieron la máquina de habitar a cohabitar en la maquinaria biológica, y, por último, una ficha taxonómica para plantear estrategias arquitectónicas de hibridación de lo vivo y no vivo de la naturaleza. En términos generales, los resultados de esta investigación ofrecen un conjunto de estrategias arquitectónicas biomiméticas fundamentadas en un enfoque de cohabitación ecológica de los sistemas de vida humana y no humana, relaciones sociales y culturales, así como, las interacciones entre especies, hábitats, ecología y arquitectura en respuesta a los desafíos antropogénicos.

Palabras clave: biomímesis, Antropoceno, naturaleza, ecología

Abstract

This research is framed within the Anthropocene, a period characterized by the unsustainable transformation of the world due to human influence. In response to this issue, biomimicry is examined as a field of knowledge that seeks to reintegrate human systems into natural systems, aiming for humanity to embark on a new era based not on what can be extracted from the natural world, but on what can be learned from it. The main objective of this research is to design architectural strategies based on biomimicry in the context of the Anthropocene. The methodological approach applied is theoretical and practical, structured through a referential framework (problematic), procedural (positions), and operational (strategies). Various instrumental sheets are used to develop each specific objective, such as a temporal sheet to analyze the approximations between biomimicry and ecology in the Anthropocene, a registration sheet to identify positions that redefined the machine for living to coexist in biological machinery, and finally, a taxonomic sheet to propose architectural strategies for the hybridization of living and non-living nature. In general terms, the results of this research offer a set of biomimetic architectural strategies based on an ecological cohabitation approach to human and non-human life systems, social and cultural relationships, as well as the interactions between species, habitats, ecology, and architecture in response to anthropogenic challenges.

Keywords: biomimicry, Anthropocene, nature, ecology

Introducción

El cambio de paradigma en el siglo XXI exige una comprensión profunda de los sistemas actuales dentro del marco del Antropoceno, una época geológica caracterizada por la explotación desmedida de los recursos naturales, que ha generado condiciones críticas para la vida humana, no humana y el medio ambiente. En este contexto, la biomímesis surge como una disciplina que busca la reintegración de los sistemas humanos en los naturales, adaptando modelos biológicos observados en la naturaleza al diseño arquitectónico (Reichmann, 2006; Benyus, 1997). Este enfoque propone una nueva era en la que el énfasis se desplaza de la explotación de los recursos hacia el aprendizaje y la integración de los procesos naturales.

Eduardo Mayoral y Carlos Tapia destacan la importancia de abordar la crisis ecológica contemporánea mediante estrategias que integren lo biológico y lo arquitectónico, promoviendo la creación de espacios que fomenten nuevas formas de vida en el entorno construido (Mayoral & Tapia, 2020). A su vez, Michael Pawlyn explora cómo los principios de la biomímesis pueden aplicarse al diseño arquitectónico, abordando aspectos funcionales y sostenibles basados en la eficiencia de los ecosistemas naturales (Pawlyn, 2017). Ilaria Mazzoleni, en su enfoque, investiga la aplicación de la biomímesis en la arquitectura, centrándose en los materiales y formas inspirados en la biología (Mazzoleni, 2017), mientras que Hanaa Shahda analiza cómo los principios operacionales y constructivos derivados de la naturaleza pueden ser implementados en la arquitectura para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia de los edificios (Shahda, 2018).

El objetivo general de esta investigación es desarrollar estrategias arquitectónicas basadas en la biomímesis para enfrentar los desafíos del Antropoceno. Para ello, se plantean tres objetivos específicos: primero, analizar las interrelaciones entre biomímesis y ecología en el contexto del Antropoceno, para comprender la evolución del pensamiento ecológico contemporáneo desde finales del siglo XX; segundo, identificar y evaluar los enfoques teóricos que transforman el concepto de "máquina de habitar" (Le Corbusier, 1923) hacia una "maquinaria biológica" (Tapia, 2020), estableciendo así las bases teóricas de la biomímesis en la arquitectura; y tercero, proponer estrategias arquitectónicas que integren lo vivo y lo no vivo, con el propósito de desarrollar un lenguaje operativo en el diseño biomimético.

El objeto de estudio de esta investigación cuestiona la visión tradicional de la naturaleza como un recurso inalterado, reformulándola para integrar los sistemas naturales y los procesos de producción humanos en un único marco proyectual. Asimismo, el avance tecnológico contemporáneo se concibe desde una perspectiva cooperativa y no dominante, que facilita la

transición hacia nuevas formas de diseño simbiótico entre sistemas vivos y no vivos, capaces de reconfigurar el equilibrio socioecológico actual.

Los resultados de esta investigación presentan un conjunto de estrategias arquitectónicas biomiméticas que promueven la cohabitación ecológica entre sistemas de vida humana y no humana, así como las interacciones sociales, culturales y ecológicas entre especies, hábitats y arquitecturas. Este enfoque desafía la lógica instrumental dominante, posicionando la arquitectura como un agente de cambio para revoluciones ecológicas, tecnológicas y sociopolíticas (Villalba, 2017). Además, fomenta la adopción de estas prácticas en diversos contextos futuros, ofreciendo una base sólida para el estudio de la biomímesis en la arquitectura, tanto para estudiantes como para profesionales interesados en este enfoque emergente.

Revisión de literatura

Antecedentes

La revisión de la literatura para esta investigación se apoya en trabajos clave en el campo de la biomímesis, realizados por autores como Mayoral (2020), Tapia (2020), Pawlyn (2017), Othmani et al. (2022), Mazzoleni (2017), Knippers, Schmid y Speck (2019), y Shahda (2018). Estos estudios se organizan en torno a un marco referencial, procedimental y operacional, proporcionando una base sólida para la exploración del tema.

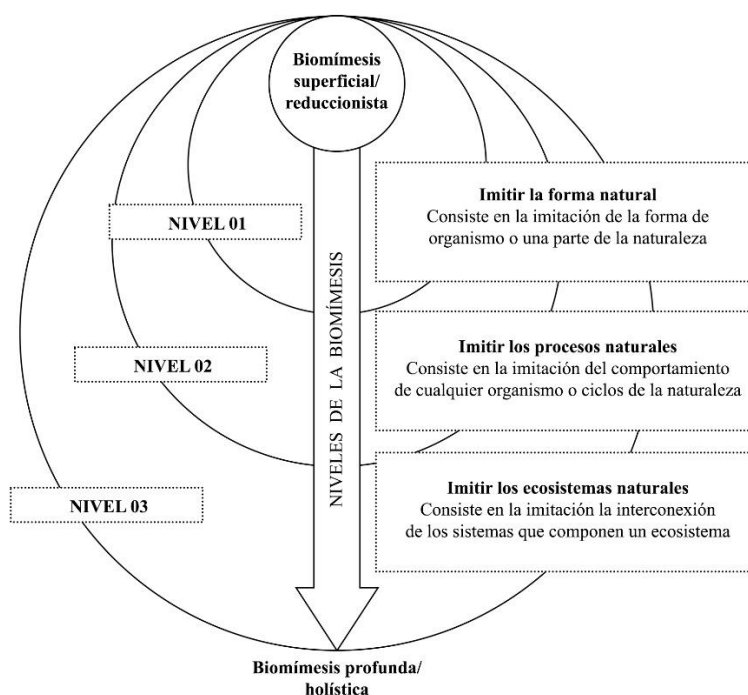
En el marco referencial, se contextualiza la investigación considerando los antecedentes culturales, políticos y ambientales que han influido en la evolución del pensamiento ecológico en el Antropoceno. Esta era geológica, marcada por la profunda huella humana en los ecosistemas terrestres, ha generado una creciente conciencia sobre la necesidad de reconfigurar la relación entre la humanidad y su entorno. Tapia (2020) señala que la influencia humana en los ecosistemas no se limita a una era específica, sino que afecta profundamente nuestra época actual, lo que subraya la urgencia de repensar la arquitectura como una herramienta para la sostenibilidad. Esta conciencia ecológica, que tiene sus raíces en las consecuencias de la Revolución Industrial, ha evolucionado con el tiempo, impulsada por avances en biotecnología y digitalización, hacia la creación de tecnologías que promuevan una simbiosis armoniosa entre sistemas naturales y artificiales.

En el marco procedimental, se examinan los antecedentes teóricos que sustentan la biomímesis en la arquitectura, identificando los enfoques conceptuales que han guiado su desarrollo desde sus formas tradicionales hasta las más contemporáneas. La obra de Janine Benyus, "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature" (1997), establece un enfoque

estructurado del diseño biomimético en tres niveles progresivos. El primer nivel se centra en la imitación de la forma natural, donde los elementos arquitectónicos se modelan según patrones biológicos. El segundo nivel avanza hacia la imitación de procesos naturales, integrando sistemas y flujos que emulan los procesos orgánicos de crecimiento y cambio. Finalmente, el tercer nivel, el más avanzado, busca emular el funcionamiento completo de los ecosistemas, abarcando no solo la apariencia y los procesos, sino también la interacción dinámica y la adaptabilidad a condiciones cambiantes (Benyus, 1997).

Figura 1

Niveles de la biomímesis



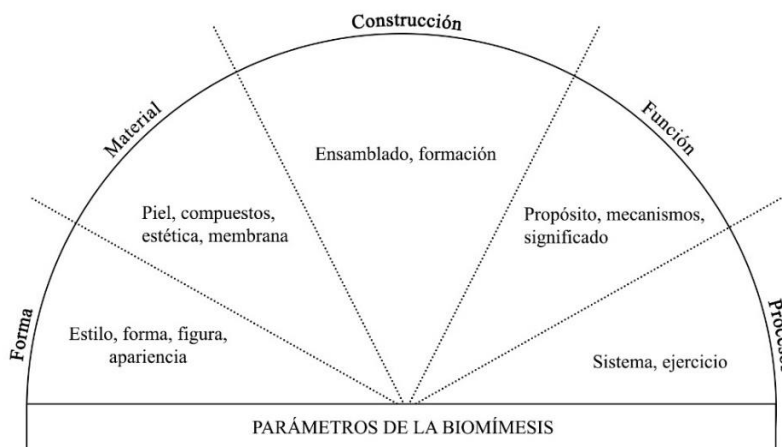
El marco operacional se enfoca en la aplicación práctica de la biomímesis en la arquitectura, estableciendo los parámetros fundamentales para el desarrollo de estrategias arquitectónicas. Mazzoleni (2017) destaca la importancia de transformar la incorporación de la naturaleza en el diseño mediante la adopción de principios biomiméticos que enfatizan la adaptabilidad en forma y función de los sistemas naturales. Este enfoque trasciende la simple correspondencia estética o morfológica, abarcando dimensiones funcionales, estructurales y materiales de los sistemas biológicos. Las investigaciones operacionales consideran ejemplos prácticos y siguen un proceso metodológico que comienza con la comprensión de las funcionalidades biológicas, culminando en su abstracción y aplicación en el diseño arquitectónico.

Este marco operativo redefine el diseño arquitectónico no solo en términos de forma, materialidad y procesos constructivos (Shahda, 2018), sino también como una herramienta para

la regeneración ecológica, promoviendo una integración más armoniosa y sostenible con el ecosistema. Al emular las interacciones naturales, el diseño arquitectónico se convierte en un motor de sostenibilidad a largo plazo, impulsando un modelo de coexistencia que refuerza tanto el equilibrio ecológico como social.

Figura 2

Parámetros de la biomímesis



Bases teóricas

Biomímesis

Se propone un marco conceptual del término biomímesis, cuya etimología proviene de "bio" (vida/naturaleza) y "mímesis" (imitación). Este concepto fue introducido por la bióloga Janine Benyus en 1997, quien lo definió como una "ciencia que investiga los modelos de la naturaleza para imitar o inspirarse en estos diseños y procesos con el objetivo de abordar problemas humanos". No obstante, para abordar los desafíos contemporáneos, es esencial ir más allá de la simple imitación de formas naturales.

Este enfoque ha evolucionado gracias a la intersección entre biología y tecnología, lo que ha llevado a redefinir la biomímesis como una herramienta para el desarrollo sostenible. Actualmente, se entiende como la "inspiración en los modelos, procesos y elementos de los ecosistemas naturales para crear soluciones sostenibles a los desafíos humanos" (Biomimicry 3.8, 2005). En este contexto, la biomímesis se concibe como una "estrategia de reintegración de los sistemas humanos dentro de los sistemas naturales" (Reichmann, 2006). Según Cremades (2000), al estudiar e reinterpretar estos procesos naturales, se pueden diseñar soluciones que contribuyan a ordenar y equilibrar el territorio.

Naturaleza

La visión tradicional de la naturaleza como un espacio prístino e inalterado ya no refleja la realidad contemporánea, dado que la influencia humana es omnipresente. El filósofo Koert Van Mensvoort, en su artículo "Nature is not Green" (2006), cuestiona la idea de que la naturaleza debe ser considerada como algo puro y verde. En su lugar, propone una perspectiva que integra tanto elementos vivos como inertes, abarcando lo natural y lo artificial, donde la naturaleza se manifiesta en diversas formas, muchas de ellas influenciadas por la acción humana.

Este enfoque desafía la "teoría verde del valor" propuesta por Goodin, sugiriendo que el problema no reside en la intervención humana en la naturaleza, sino en los excesos que dañan las formas de vida. Por lo tanto, es crucial diseñar y construir entornos que reconozcan la modificación humana de la naturaleza sin caer en la destrucción. Además, se rechaza la dicotomía entre naturaleza y tecnología, argumentando que ambas son manifestaciones intrínsecas de una misma realidad, representando una extensión de la evolución biológica y nuestra relación con el entorno (Reichmann, 1997).

Antropoceno

El término "Antropoceno" fue introducido a finales del siglo XX por el climatólogo Paul Jozef Crutzen durante una discusión del Comité Científico del Programa Internacional Geosfera-Biósfera (IGBP). Este concepto define nuestra época geológica actual, caracterizada por el impacto significativo de la actividad humana sobre los sistemas naturales de la Tierra. Según Crutzen, los seres humanos se han convertido en una fuerza geológica que está generando profundas alteraciones físicas en el planeta (Steffen et al., 2007).

Esta situación evidencia que la estrategia operacional de transformar el mundo para habitarlo está dañando la vida en términos generales (Lovelock, 2009). Por lo tanto, cualquier estrategia alternativa de habitación debe alejarse del modelo antropocéntrico. Construir no debe ser visto únicamente como un medio para habitar, sino como un acto de cohabitación en sí mismo. Es imperativo desarrollar enfoques que integren y respeten los sistemas naturales, en lugar de imponer modificaciones destructivas.

Ecología

La crisis ecológica actual no puede abordarse únicamente desde una perspectiva medioambiental; también implica la interrelación entre los sistemas naturales y los sistemas sociales, así como la necesidad de considerar las dimensiones psicológicas en la relación entre los individuos y su entorno (Guattari, 1989). En este sentido, la ecología abarca tanto a los seres

humanos como a los no-humanos en los procesos de transformación del mundo para su cohabitación (Sloterdijk, 2006), en lugar de subyugarlos mediante la modificación del medio para poder habitarlo (Descola & Escaola, 2001).

La transformación ecológica debe implicar un cambio profundo en las dimensiones ambientales, sociales y culturales, promoviendo la coexistencia armoniosa de diversas formas de vida dentro de un mismo entorno. El objetivo es alcanzar una convivencia equilibrada, evitando relaciones basadas en la dominación y subyugación del medio. Esto requiere reconocer y respetar la interdependencia entre todos los elementos del ecosistema y buscar soluciones que favorezcan la integración y el equilibrio, en lugar de la explotación y la alteración destructiva.

Materiales y métodos

Metodología

La investigación se fundamenta en un enfoque teórico-práctico que combina análisis conceptual y aplicación práctica en el ámbito de la biomímesis en arquitectura. La metodología adoptada es de tipo cualitativo y se enmarca en un diseño de investigación exploratorio y descriptivo. Se busca establecer conexiones entre la teoría y la práctica mediante una serie de análisis y aplicaciones sistemáticas en proyectos arquitectónicos seleccionados.

1. **Tipo de investigación:** Cualitativa. La investigación explora conceptos y procesos, proporcionando una comprensión profunda de la biomímesis en arquitectura.
2. **Diseño de investigación:** Exploratorio y descriptivo. Se exploran las ideas emergentes y se describen las prácticas existentes, facilitando la identificación de patrones y tendencias.
3. **Enfoque teórico:** La teoría se basa en la biomímesis y su evolución, integrando conceptos de ecología y sostenibilidad para desarrollar un marco práctico.

Selección y justificación de materiales

- Revisión bibliográfica: Análisis de literatura relevante sobre biomímesis, ecología, y el Antropoceno.
- Desarrollo de herramientas de análisis: Creación de fichas metodológicas para la recolección y análisis de datos.
- Aplicación de métodos de investigación: Evaluación de proyectos arquitectónicos según las fichas diseñadas.

- Síntesis y evaluación: Integración de resultados y desarrollo de estrategias biomiméticas basadas en el análisis.

Recolección de datos

1. Fuentes de datos:
 - Literatura académica: Artículos, libros y tesis sobre biomímesis y temas relacionados.
 - Proyectos arquitectónicos: Casos de estudio de arquitectura construidos y no construidos que aplican principios biomiméticos.
2. Instrumentos de recolección:
 - Fichas de Registro:
 - **Árbol Genealógico:** Documenta corrientes de pensamiento ecológico desde la década de 1950 hasta la actualidad.
 - **Constelaciones:** Mapea líneas de investigación biomimética basadas en los niveles de la biomímesis.
 - **Árbol Filogenético:** Clasifica proyectos arquitectónicos según parámetros biomiméticos.

Análisis de datos

1. Técnicas de análisis:
 - **Análisis cualitativo:** Evaluación de la aplicación de principios biomiméticos en proyectos arquitectónicos mediante el análisis de las fichas metodológicas.
 - **Comparación y Contraste:** Identificación de patrones y diferencias entre proyectos construidos y no construidos.
2. Software utilizado:
 - **NVivo:** Para el análisis cualitativo de datos textuales.
 - **Microsoft Excel:** Para la organización y visualización de datos.
 - **Gephi:** Gephi Para el análisis de redes y visualización escrito en Java en la plataforma NetBeans.

Vinculación con los Objetivos de Investigación

Cada uno de los objetivos específicos de la investigación está estrechamente vinculado con los métodos y materiales utilizados:

1. Objetivo 1: El “Árbol Genealógico” proporciona un marco histórico para comprender la evolución del pensamiento ecológico.
2. Objetivo 2: Las “Constelaciones” facilitan la aplicación sistemática de la biomímesis al diseño arquitectónico.
3. Objetivo 3: El “Árbol Filogenético” clasifica y analiza proyectos arquitectónicos para desarrollar estrategias biomiméticas aplicables.

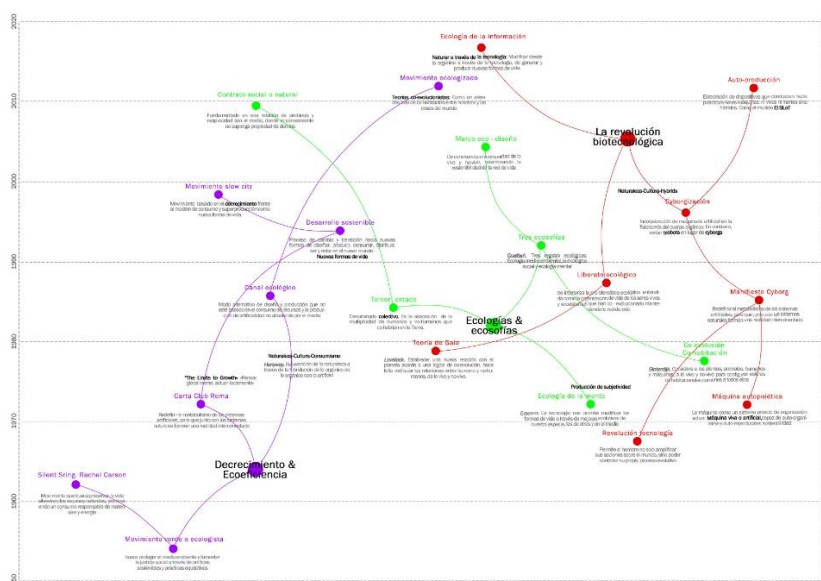
Desarrollo de la ficha temporal: “Árbol Genealógico”

Para abordar el primer objetivo específico, se utiliza una ficha temporal referencial denominada “Árbol Genealógico” (ver Figura 03). Esta herramienta permite visualizar la evolución de tres corrientes de pensamiento ecológico desde la década de 1950 hasta el inicio del siglo XXI. Las corrientes identificadas son:

1. Decrecimiento y ecoeficiencia: Examina las propuestas de reducción del consumo y mejora de la eficiencia de recursos.
2. Ecosofías y post-evolución: Aborda las filosofías ecológicas y perspectivas emergentes sobre la evolución y sostenibilidad.
3. La revolución biotecnológica: Analiza los avances en biotecnología y su impacto en el diseño y la arquitectura.

Cada corriente se mapea en un cronograma que muestra sus conexiones y desarrollos clave, proporcionando un contexto histórico y conceptual para la investigación.

Figura 3
Árbol genealógico



Desarrollo de la Ficha Procedimental: “Constelaciones”

Para el segundo objetivo específico, se crea una ficha de registro procedimental llamada “Constelaciones” (ver Figura 04). Esta ficha organiza seis líneas de investigación basadas en los niveles de la biomímesis, estructurando la aplicación de la biomímesis al diseño arquitectónico en las siguientes categorías:

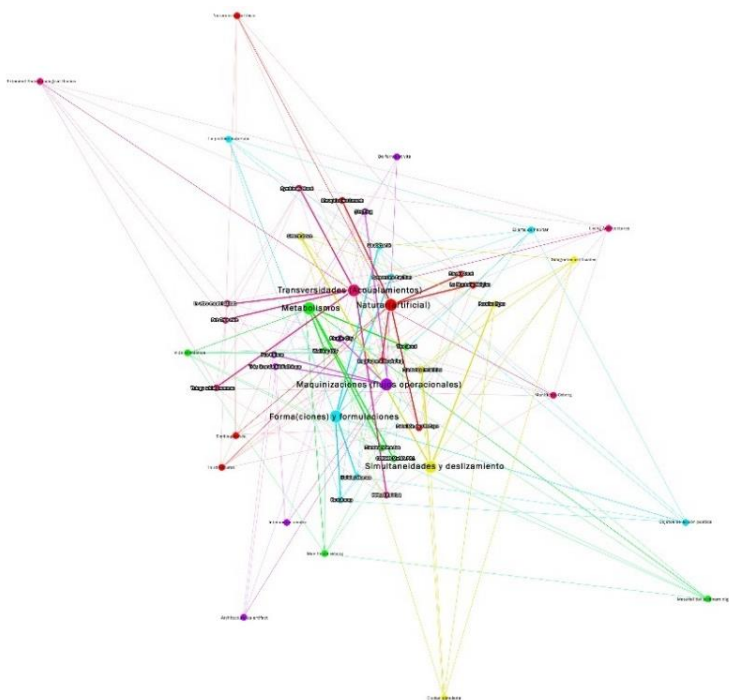
1. Formaciones y Formulaciones: Integración de forma y composición en el diseño cotidiano.
2. Maquinizaciones (Flujos Operacionales): Programación de modos de vida en el diseño.
3. Metabolismos: Aplicación de procesos biológicos en los sistemas artificiales.
4. Naturar(Artificial): Estética de la simbiosis entre lo natural y lo artificial.
5. Transversidades (Acoplamientos): Injertos y cruces entre sistemas.
6. Simultaneidades y Deslizamiento: Integración de geografías artificiales y naturales.

Cada línea de investigación se representa a través de una red de series, con nodos de enlace que crean una constelación proyectual. Estos nodos se desarrollan en tres tipos de fuentes:

- Planteamientos Teóricos
- Casos de Estudio: Prototipos Construidos
- Casos de Estudio: Prototipos No Construidos

Figura 4

Constelaciones

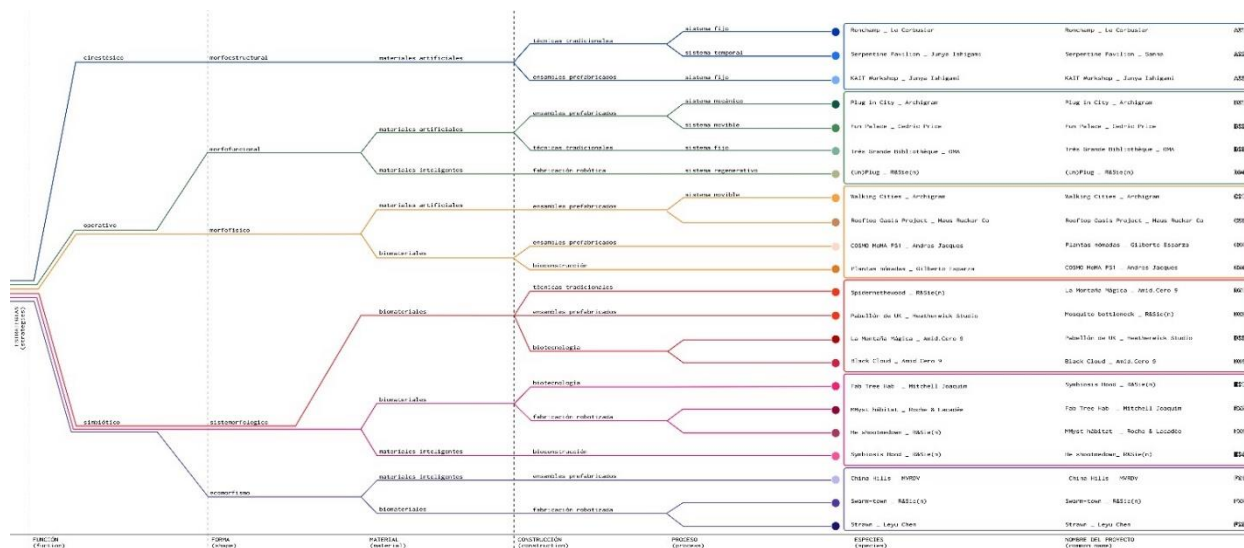


Desarrollo de la ficha taxonómica: “Árbol Filogenético”

Para el tercer objetivo específico, se emplea una ficha taxonómica operativa denominada “Árbol Filogenético” (ver Figura 05). Este enfoque permite una clasificación exhaustiva de los proyectos seleccionados, destacando su operatividad y su papel en la evolución ecológica de la arquitectura. La clasificación se organiza en las siguientes categorías:

- Taxonomía de Parámetros Biomiméticos:
 1. Forma: Incluye estilo, figura y apariencia.
 2. Material: Examina pieles, compuestos, estética y membranas.
 3. Construcción: Analiza métodos de ensamblado y formación.
 4. Procesos: Estudia sistemas y ejercicios de diseño.
 5. Función: Define propósito, mecanismos y significado.
- Resumen de Clasificación: Identificación de familias de prototipos arquitectónicos basadas en características comunes.
- Prototipado: Clasificación en especies arquitectónicas según la taxonomía de biomímesis.

Figura 5
Árbol filogenético



Resultados y discusión

Árbol genealógico

Decrecimiento & ecoeficiencia

Desde la Revolución Industrial, la humanidad ha priorizado el desarrollo de tecnologías artificiales para ampliar sus capacidades y mejorar las condiciones de vida a través de avances culturales y tecnológicos (Lotka, 1925). Sin embargo, esta expansión tecnológica ha tenido efectos ecológicos adversos, desencadenando una serie de movimientos que buscan mitigar el impacto negativo en el medio ambiente. El "Movimiento Verde" o "Movimiento Ecologista", impulsado por la influyente obra *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson (1962), se estableció como una respuesta a la necesidad de proteger la vida silvestre, conservar los recursos naturales y fomentar un consumo responsable.

El reconocimiento de los límites del crecimiento se consolidó con la publicación de la *Carta del Club de Roma* (1960), que enfatizó la finitud de los recursos naturales y la necesidad de adoptar alternativas sostenibles para asegurar la habitabilidad del planeta. Esta obra resaltó la urgencia de cambiar la manera en que interactuamos y mantenemos la vida en la Tierra. Barry Commoner (1971), a través de su tercera "ley" no oficial de la ecología de "la naturaleza sabe mejor" ("nature knows better"), subrayando la importancia de respetar los límites ecosistémicos en lugar de perpetuar una expansión depredadora de los recursos naturales.

En este contexto, la biomímesis surge como una estrategia crucial para alinear los sistemas humanos con los sistemas naturales. Esta adaptación busca alcanzar una mayor eficiencia (ecoeficiencia) y gestionar la demanda de manera sostenible (Riechmann, 2014). La biomímesis propone un cambio de paradigma hacia un proceso de diseño y producción que replantea la relación entre los seres humanos y el entorno natural, moviéndose de una explotación desmedida hacia una cohabitación armónica (Sloterdijk, 2006). Esta transformación implica una revisión crítica de nuestras prácticas actuales, buscando respetar y aprovechar las cualidades inherentes de los sistemas naturales en lugar de someterlos a una lógica de explotación y consumo (Descola y Palsson, 2001).

La evolución del pensamiento ecológico, desde el movimiento verde hasta la biomímesis, refleja un creciente reconocimiento de la necesidad de adaptar nuestras prácticas a los límites naturales del planeta. La transición hacia la ecoeficiencia y el decrecimiento no solo responde a la urgencia de mitigar los impactos ambientales, sino también a un cambio en la percepción de nuestra relación con el entorno natural.

Este enfoque resalta la importancia de replantear nuestras estrategias de desarrollo y consumo, adoptando prácticas que respeten los límites naturales y promuevan la sostenibilidad. La adopción de la biomímesis en el diseño arquitectónico puede facilitar la creación de edificaciones que no solo sean funcionales y estéticamente agradables, sino también respetuosas con el medio ambiente. Esta perspectiva es crucial para avanzar hacia una

arquitectura más sostenible y resiliente, que responda a las demandas del presente sin comprometer los recursos para las generaciones futuras.

Ecologías & ecosofías

La crisis ambiental no resulta de un cataclismo hipotético causado por fuerzas externas, sino de las acciones humanas sobre el planeta. Guattari (1990) argumenta que la crisis actual es una manifestación de un problema más profundo relacionado con nuestra percepción y asimilación de la realidad. Para abordar esta crisis, Guattari propone la "producción de subjetividad", un proceso que busca la singularización individual y colectiva mediante la exploración de nuevas formas de relación entre los seres humanos y los no-humanos.

Este enfoque sugiere que para transformar nuestra relación con el entorno, es fundamental adoptar una perspectiva más amplia sobre la biomímesis. Esto implica una comprensión integral de los principios de funcionamiento de la vida en sus múltiples niveles, con el objetivo de reestructurar los sistemas humanos para que se integren de manera armónica en los sistemas naturales (Riechmann, 2014), considerando las múltiples interrelaciones entre diferentes especies, materia viva y materia inerte (Mayoral, 2015). Las asociaciones evolutivas entre humanos y no-humanos, seres vivos y no-vivos, nos permiten hablar de un verdadero entorno operacional ecológico para la biomímesis, sugiriendo que en el futuro podría volverse difícil distinguir lo natural de lo social en los ecosistemas más artificializados y antropizados de la Tierra (Reichmann, 2006). La biomímesis debe considerar las complejas interrelaciones entre diferentes especies, materia viva y materia inerte (Mayoral, 2015). Este enfoque refleja una visión más holística del entorno operacional ecológico, donde las asociaciones evolutivas entre seres vivos y no vivos sugieren que, en el futuro, podría ser cada vez más difícil distinguir entre lo natural y lo social en los ecosistemas altamente.

De esta manera, la biomímesis se reinterpreta no solo como una estrategia de diseño, sino como una forma de acción alineada con la ecoevolución ecosistémica (Benyus, 2012), funcionando como una red simbiótica compleja de relaciones mutuamente beneficiosas entre organismos vivos e inertes. Promueve la coexistencia y colaboración entre seres humanos y no-humanos, fomentando una integración más armónica con la naturaleza.

La incorporación de la biomímesis en el diseño y la práctica arquitectónica refleja un cambio significativo en nuestra comprensión y aplicación de los principios ecológicos. Al considerar la biomímesis como una red simbiótica de relaciones, no solo abordamos los desafíos ambientales inmediatos, sino que también promovemos un enfoque más profundo y sostenible hacia el diseño y la planificación. Este enfoque sugiere que la integración de sistemas humanos y

naturales debe ir más allá de la simple adaptación tecnológica y enfocarse en una transformación fundamental de nuestras prácticas y percepciones.

El desafío consiste en aplicar estos principios de manera efectiva, creando soluciones que no solo sean innovadoras, sino que también respeten y se alineen con los procesos naturales. La biomímesis ofrece una vía para reimaginar la relación entre los seres humanos y su entorno, promoviendo un equilibrio dinámico y una coexistencia armoniosa que es crucial para la sostenibilidad a largo plazo.

La revolución biotecnológica

La revolución biotecnológica ha transformado radicalmente nuestra relación con la naturaleza y con nosotros mismos. Según Sloterdijk (2000b), el ser humano ha tendido históricamente a colocar su voluntad de poder y sus sistemas de valores por encima de todo lo que considera ajeno a su cultura. Esta perspectiva ha llevado a una visión de superioridad frente a la naturaleza, promoviendo una separación entre la cultura humana y el mundo natural. No obstante, la naturaleza no se deja dominar fácilmente y las revoluciones tecnológicas, especialmente aquellas basadas en la digitalización de la información, han desafiado las pretensiones de dominio y control humano sobre el entorno.

En contraste con esta visión dominadora, pensadores como Serres en "Contrato Natural" (1991) y Latour con su concepto de "Colectivo" (2004) argumentan que los pactos humanos deben extenderse más allá de nuestras propias especies, abarcando lo no-humano y lo extraño. Este enfoque requiere no solo una incorporación metafórica de lo otro, sino la creación de asociaciones reales entre humanos y no-humanos, facilitadas por el uso efectivo de la información disponible.

En este marco, la ecología de la información, propuesta por Sloterdijk (2000) se presenta como un modelo ecológico complejo, donde la tecnología inteligente se conceptualiza no como una fuerza dominante, sino como una herramienta cooperativa. Esta tecnología promueve el uso de información real a través de la digitalización, integrando tanto lo vivo como lo no-vivo para alcanzar niveles superiores de inteligencia. Mumford (1992) sugiere que hemos alcanzado un punto en el perfeccionamiento tecnológico donde lo orgánico comienza a influir sobre la máquina; en lugar de simplificar lo orgánico, hemos complicado lo mecánico para hacerlo más orgánico y armónico con nuestro entorno vital. Este desarrollo subraya que la tecnología, aunque esencial para nuestra identidad como especie, puede alejarnos de la naturaleza al fomentar una creciente artificialidad (Sloterdijk, 2011).

En respuesta a esta artificialidad, es crucial reivindicar la biomímesis y repensar el papel de la tecnología desde sus principios fundamentales para transformar lo inorgánico en orgánico y generar nuevas formas de vida (Jiménez & Ramírez, 2016). Bateson (1972) propone una reconfiguración ecológica del mundo en la que la identidad personal se entrelaza con todos los procesos de relación, tanto orgánicos como inorgánicos. Esta visión sugiere un mundo denso y complejo, donde los procesos evolutivos se caracterizan por la superposición de niveles de organización y el aumento de la complejidad.

Para la arquitectura, esta perspectiva implica una integración de inteligencia orgánica e inorgánica en coevolución, configurando el entorno y las formas de vida futuras. Es esencial que la arquitectura y la tecnología se reconceptualicen desde una perspectiva que trascienda las prácticas establecidas (Moreno, 1998). Estas transformaciones deben realizarse con cautela y prudencia, evitando el abuso de otras especies en beneficio propio (Descola & Palson, 2001). La tecnología debe adoptar diseños que promuevan relaciones simbióticas, abandonando su función depredadora y reductora de la biodiversidad, y fomentando la coexistencia armónica de múltiples especies (Rosemond & Anderson, 2003).

Se revela la necesidad imperiosa de adoptar un enfoque más holístico y equilibrado en la relación entre tecnología, arquitectura y naturaleza. El desafío radica en evitar la superficialidad de las soluciones tecnológicas y arquitectónicas, que a menudo perpetúan prácticas destructivas o insostenibles. En lugar de aplicar tecnologías y diseños sin tener en cuenta sus impactos ecológicos, es fundamental considerar cómo estos pueden contribuir a la regeneración del entorno natural y fomentar la biodiversidad.

Además, la adaptación de la arquitectura y la tecnología a un modelo simbiótico y ecológicamente consciente requiere un cambio en las prácticas y mentalidades establecidas. Este cambio implica un compromiso con la investigación y la innovación que priorice la integración y la cooperación con la naturaleza, mediante este enfoque integrador y respetuoso será posible construir entornos que no solo satisfagan las necesidades humanas, sino que también promuevan una coexistencia equilibrada y saludable con todas las formas de vida.

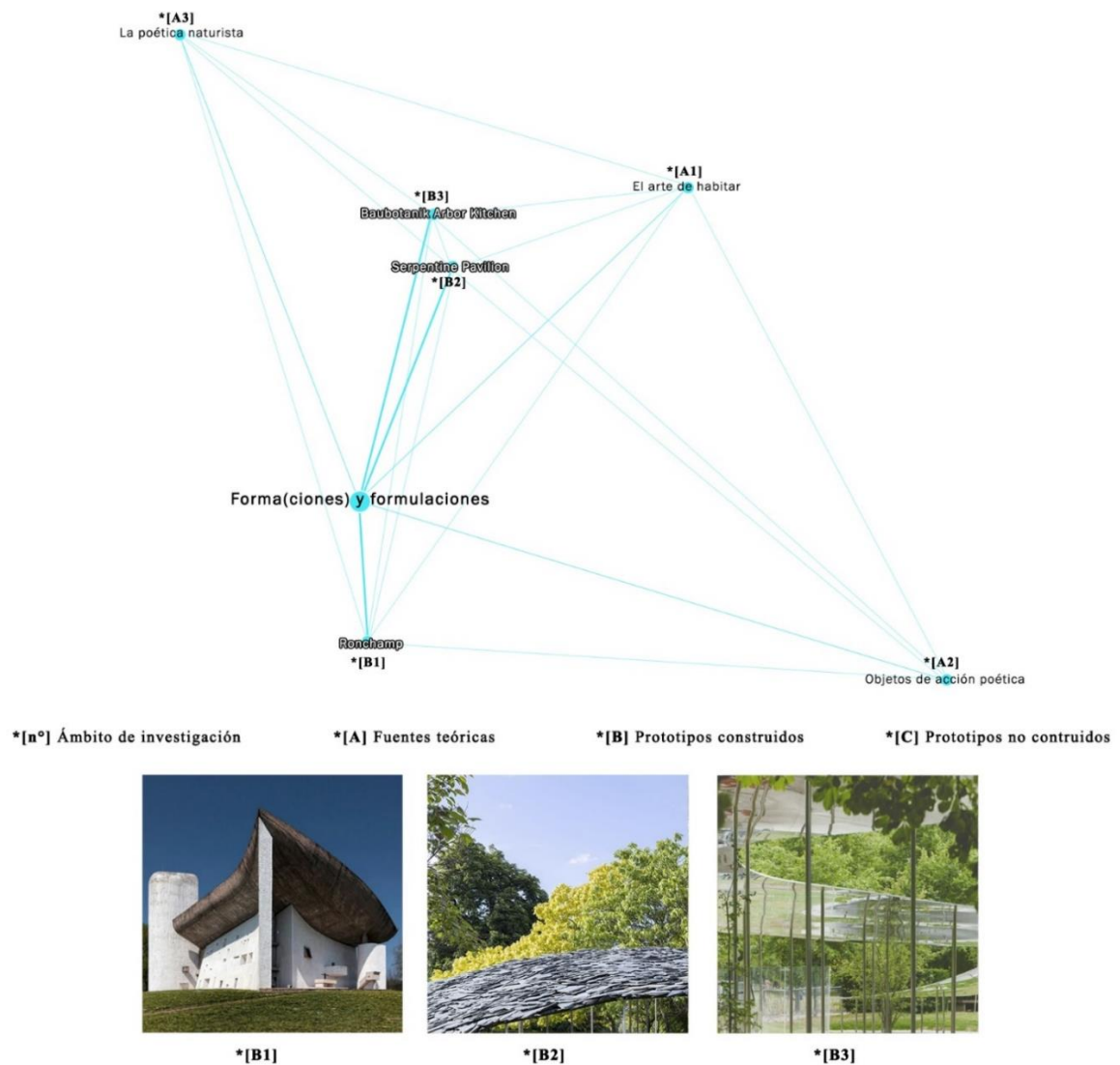
Constelaciones

Línea de investigación (1). Forma(ciones) y formulaciones

[+] Criterios operativos basados en nuestro entorno, una realidad impredecible, la cual se manifiesta en una sucesión de diversos órdenes (pre)determinados [+] Formas basadas de lo inesperado, de lo irracional, de lo primitivo del habitar.

Figura 6

Constelación 01



Planteamientos teóricos: Composición de lo cotidiano

Se presenta una línea de investigación purista de la biomímesis, la cual se enfoca en el estudio y análisis de patrones y geometrías biológicas presentes en objetos naturales y/o artificiales de la naturaleza, y se reinterpretan bajo una abstracción formal para definir la composición y configuración espacial del diseño arquitectónico.

En este marco, se destaca la importancia de comprender el hábitat humano y la necesidad de cómo experimentamos el mundo que nos rodea, una cuestión profundizada por Alison y Peter Smithson (2009), quienes identifican que el acto de habitar implica un reconocimiento y una identificación profunda con nuestro entorno, incluyendo la relación con los objetos y el espacio circundante, con el fin de construir un hábitat de manera consciente y significativa.

Esta relación entre seres humanos y objetos se manifiesta en el concepto de "Objetos de reacción poética" de Le Corbusier, que se fundamenta en la incorporación de motivos puristas,

elementos ambiguos y orgánicos de la naturaleza, tales como rocas, conchas, raíces, guijarros, maderas flotantes o fósiles, a los diseños arquitectónicos. Para Le Corbusier, estos objetos de la naturaleza eran aquellos con los que se rodeaba en su vida cotidiana, tanto como compañía como para su uso como fuente de inspiración para la creación de composiciones arquitectónicas.

En un enfoque más amplio, en cuanto a la relación entre la arquitectura y el espacio se redefine a través de la "Poética Naturista" de Junya Ishigami (2011), inspirados en el mundo natural, incluyendo paisajes, nubes y selvas, y reinterpreta los patrones de orden y geometría presentes en estos elementos para aplicarlos en la creación de espacios artificiales que se integren con el entorno natural. Así, se difuminan las fronteras entre paisaje y arquitectura, permitiendo que ambos se consideren como una entidad única e interdependiente.

Casos de Estudio: Prototipos arquitectónicos

B1. Capilla de Ronchamp (Francia) / Le Corbusier: La cubierta de la Capilla de Ronchamp, revela una serie de analogías inspiradas en elementos naturales y artificiales, como el caparazón de un cangrejo vacío, el casco de un barco, las conchas marinas y las alas de un avión. Cada una de estas inspiraciones aporta una dimensión funcional, formal o estructural a la arquitectura del edificio, desde lo biológico hasta lo mecánico.

B2. Serpentine Pavilion (Londres) / Junya Ishigami + Associates: El Serpentine Pavilion se caracteriza por su configuración aparentemente aleatoria y diversa de pilares, evocando la irregularidad natural de los árboles en un bosque. La cubierta, que simula una capa de rocas, crea una representación de una colina planificada. Este diseño genera un paisaje artificial que, sin embargo, posee una configuración natural, evocando la sensación de una formación geológica natural en medio de un entorno artificial.

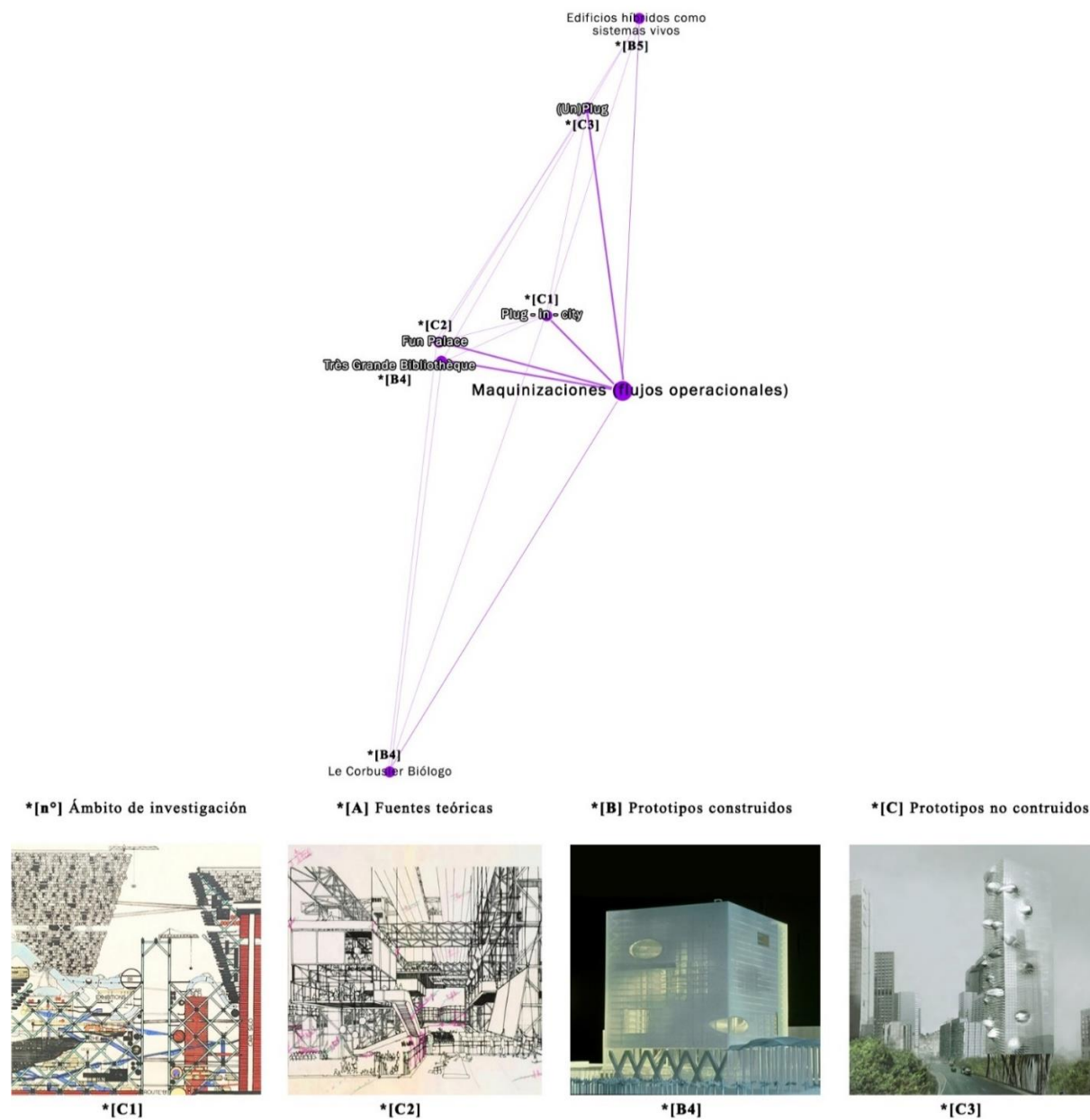
B3. Serpentine Gallery (Londres) / SANAA: El pabellón diseñado por SANAA para la Serpentine Gallery se presenta como una estructura que flota libremente y se envuelve alrededor de los árboles existentes en el parque. Su diseño efímero y abierto, combinado con materiales reflectantes, permite que el pabellón se mezcle visualmente con el paisaje circundante. La superficie reflectante del pabellón captura y refleja el entorno natural, incluyendo el parque y el cielo, creando un diálogo visual entre la arquitectura y su entorno.

Línea de investigación (2). Maquinizaciones (flujos operacionales)

[+] La "maquinación operativa" para la consecución de "realidades" simultáneas [+] Un sistema mecánico se compondría por partes u objetos, cada uno "yuxtapuesto" a todas las otras.
 [+] Sistema operativo con estructura de soporte híbrido para los modos de vida.

Figura 7

Constelación 02



Planteamientos Teóricos: Programación de los Modos de Vida

Esta línea de investigación explora la biomímesis desde una perspectiva sistemática, abordando la arquitectura no como objetos o espacios aislados, sino como sistemas operacionales interconectados. En esta concepción, la arquitectura se basa en principios biológicos y mecánicos que facilitan la integración de los modos de vida humanos con las estructuras arquitectónicas.

En la década de 1950, Le Corbusier introdujo la idea de que la arquitectura debe seguir principios similares a los de la evolución biológica. Según Le Corbusier, el diseño

arquitectónico debería ser el resultado de una “selección mecánica” que responda a exigencias de economía, utilidad y racionalidad, análoga a los procesos evolutivos en la naturaleza (Bodei, 2019, p. 16). Este enfoque conceptualiza la arquitectura como "máquinas de habitar," donde el arquitecto actúa como mediador entre la naturaleza y el diseño arquitectónico.

Avanzando en el tiempo, los edificios híbridos contemporáneos adoptan una estructura organizativa que los convierte en organismos vivos en términos operativos. Estos edificios se diseñan para adaptarse a las dinámicas cambiantes de la vida cotidiana, empleando principios biológicos para estructurar y analizar su funcionamiento global (Tapia, 2020, pp. 217).

Casos de Estudio: Prototipos arquitectónicos

C1. Plug-in-City (Londres) / Archigram: El Plug-in-City de Archigram es una megaestructura modular que incorpora unidades residenciales interconectadas mediante una red estructural central. Esta configuración permite una evolución continua del edificio, adaptándose a las transformaciones urbanas y sociales. La metamorfosis del proyecto simboliza una "evolución continua" donde el edificio se transforma en función de sus necesidades y del contexto urbano, funcionando como un híbrido adaptable que cambia constantemente.

C2. Fun Palace (Londres) / Cedric Price: El Fun Palace utiliza un sistema de andamiaje, pasarelas y muros móviles interconectados. Este diseño se basa en principios cibernéticos, inspirados en la organización, reproducción y evolución de sistemas biológicos. El edificio se conceptualiza como un organismo vivo que se adapta y aprende para alcanzar la homeostasis, respondiendo a los cambios en el uso y la función de sus espacios.

C3. Très Grande Bibliothèque (Francia) / OMA: La Très Grande Bibliothèque se presenta como un bloque sólido que alberga información histórica, con espacios públicos esculpidos dentro de él, creando "ausencias" en la memoria colectiva. El diseño permite la superposición de programas y actividades mientras mantiene la integridad de cada uno. Este enfoque se denomina seclusión, y el edificio se asemeja a un organismo vivo en constante transformación, donde las partes están interconectadas y evolucionan con el tiempo.

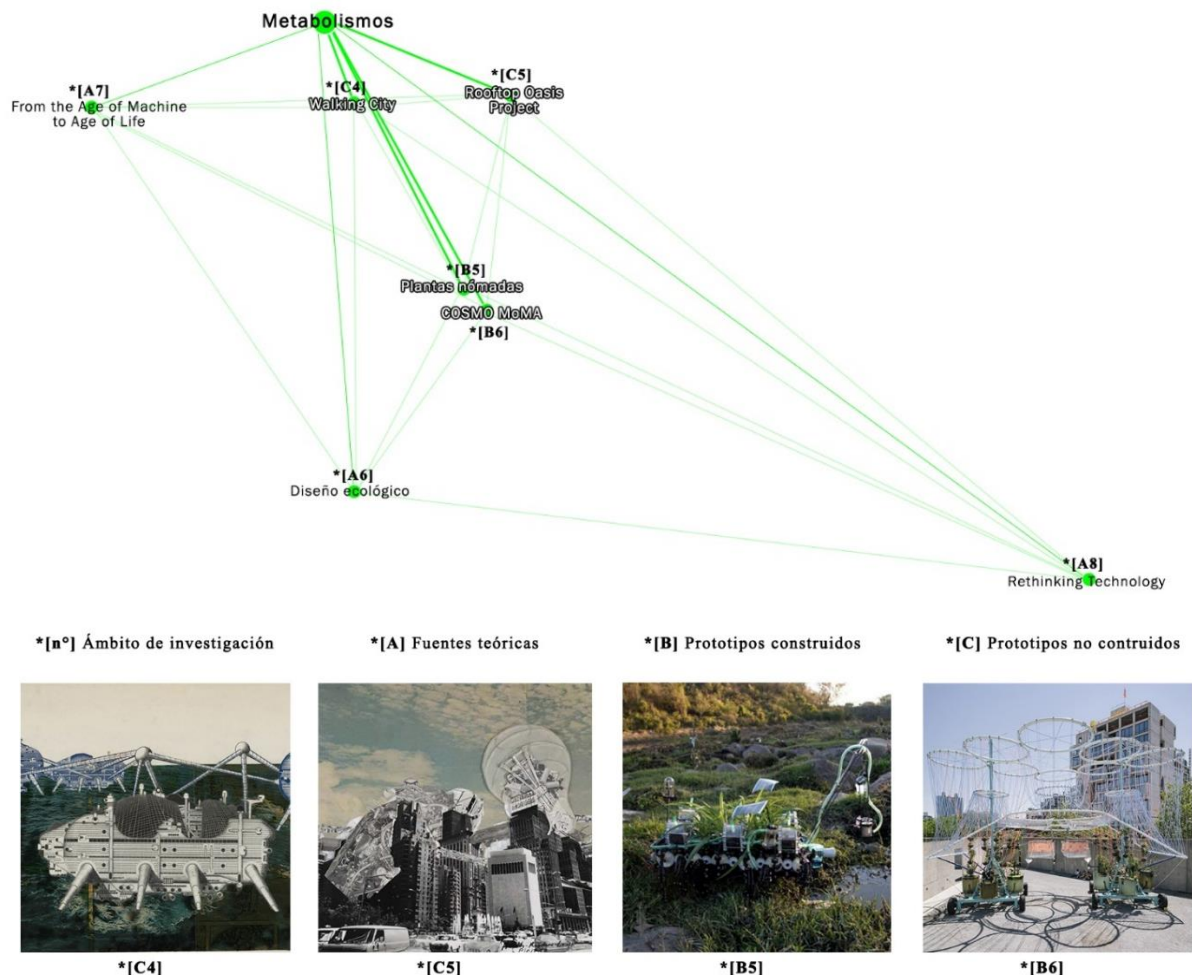
C4. (Un)Plug (Francia) / R&Sie(n): El proyecto (Un)Plug, se basa en la noción de mutación, centrado en la transformación progresiva de un edificio de oficinas a través de la incorporación de parámetros energéticos innovadores. El diseño conceptualiza la arquitectura como un organismo vivo en constante evolución, que se adapta y cambia en función de las necesidades energéticas. El edificio se convierte en un productor de energía mediante la integración de fuentes renovables, desconectándose de la red eléctrica convencional de la ciudad.

Línea de investigación (3). Metabolismos

[+] Modelo de mecanismo orgánico alternativo a la noción de organismo mecánico [+] Un sistema que actúa como procesador metabólico del organismo a los cambios del entorno [+] Nuevo modo de “yuxtaposición” de sistemas vivos y no-vivos.

Figura 8

Constelación 03



Planteamientos teóricos: Génesis de la era de la vida

Esta línea de investigación explora la biomímesis desde una perspectiva que integra los sistemas artificiales y naturales, especialmente en contextos de degradación ecológica. Al analizar los procesos y comportamientos de ambos sistemas, se busca una reorganización del territorio que no solo responda a las necesidades humanas, sino que también revitalice y restaure los ecosistemas afectados.

Con el surgimiento de la “Era del rediseño ecológico”, se persigue una redefinición profunda del metabolismo de los sistemas artificiales, para que se integren con los sistemas naturales, creando una realidad interconectada y fluida (McHale, 2005). Esta redefinición va más allá de

adaptaciones funcionales o estéticas, buscando una nueva estética que refleje una comprensión más profunda de la interdependencia entre los sistemas humanos y naturales. La clave está en integrar el sistema artificial dentro de un marco autosuficiente y resiliente, donde el valor emergente proviene de una comprensión avanzada de los mecanismos operativos del ecosistema, apoyando un funcionamiento equilibrado y sostenible (Clément, 2007, p. 8).

En este contexto, surge el “Movimiento Metabolista” propuesto por Kurokawa (2015), que representa el inicio de una nueva era de integración vital, emulando los sistemas biológicos caracterizados por ciclos continuos de cambio, adaptación y crecimiento en interacción constante con su entorno ecológico. El movimiento metabolista subraya la necesidad de reevaluar los ecosistemas naturales para encontrar modelos orgánicos que ofrezcan alternativas a la concepción predominante de organismo mecánico. En lugar de máquinas estáticas, se promueve el concepto de "máquina viviente", que metafóricamente ilustra el intercambio metabólico de materia y energía entre la arquitectura y la naturaleza, favoreciendo una integración más profunda y dinámica entre ambos (Braham y Hale, 2006).

Casos de Estudio: Prototipos arquitectónicos

C5. Walking Cities (Nueva York) / Archigram: El proyecto Walking Cities conceptualiza una ciudad en movimiento, viva y adaptable a entornos inhabitables. Esta "arquitectura cyborg" está formada por estructuras inteligentes y robóticas capaces de desplazarse y agruparse en busca de recursos urbanos para la supervivencia. Estas unidades autónomas están conectadas a los servicios locales, permitiendo el funcionamiento de sistemas energéticos y productivos dentro del proyecto, ante las condiciones cambiantes del entorno urbano.

C6. Rooftop Oasis Project (Nueva York) / Haus Rucker Co: El Rooftop Oasis Project presenta células transportables que envuelven o se adhieren a edificios existentes, proporcionando soluciones innovadoras para enfrentar la contaminación ambiental y posibles catástrofes. Estas “máquinas celulares” se integran al entorno urbano de Manhattan, introduciendo organismos electrónicos vivos que contribuyen a la rehabilitación energética y la regeneración ecológica del área contaminada.

B4. Plantas Nómadas (España) / Gilberto Esparza: Las Plantas Nómadas son dispositivos bio-robóticos que generan comportamientos autónomos mientras restauran daños ecológicos. Estas entidades híbridas combinan vida biológica con maquinaria, realizando ciclos metabólicos para purificar aguas residuales, autorregularse, moverse para su autoconservación y aprovechar energéticamente el entorno contaminado.

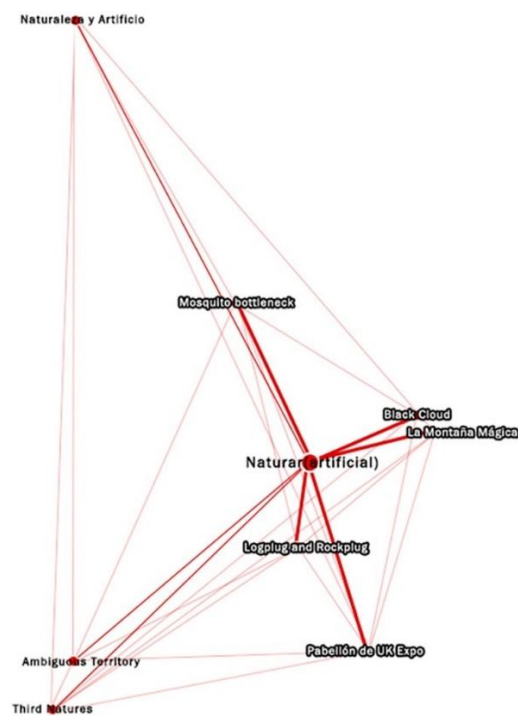
C7. COSMO MoMA PS1 (Nueva York) / Andres Jacques: COSMO una máquina móvil fabricada con piezas personalizadas de riego y ecosistemas integrados. Basado en un diseño bioquímico complejo de ecología metabólica, COSMO purifica 3.000 galones de agua, ajusta el pH e incrementa el nivel de oxígeno disuelto, creando un ambiente protegido y saludable para las personas.

Línea de investigación (4). Naturar(artificial)

[+] El paisaje se reformula en un nuevo concepto que concibe lo natural y lo artificial como un solo objeto proyectual [+] ¿Por qué como arquitectos nos interesa recrear ficciones naturales? [+] Reinterpretar la naturaleza es una forma que encontramos para entender el tiempo

Figura 9

Constelación 04



*[n°] Ámbito de investigación



*[C6]

*[A] Fuentes teóricas



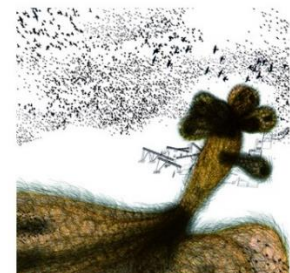
*[C7]

*[B] Prototipos contruidos



*[B7]

*[C] Prototipos no contruidos



*[C8]

Planteamientos teóricos: La estética de la simbiosis colectiva

Esta línea de investigación se centra en una visión ecosistémica de la biomímesis, donde el concepto de híbrido redefine el paisaje no solo como un objeto de diseño, sino como un nuevo ecosistema que integra elementos naturales y artificiales en una relación de simbiosis y reciprocidad, en lugar de imponer un dominio sobre la vida no humana. En su obra *Contrato Natural*, Michel Serres (1991) ofrece una perspectiva optimista sobre la coexistencia e interdependencia entre humanos y el medio ambiente, promoviendo la idea de un ser humano simbiótico que interactúa con otros seres vivos y elementos no humanos (plantas, animales, máquinas) para contribuir a la configuración del mundo.

Esta exploración crítica invita a reconsiderar territorios, espacios y organismos bajo una nueva concepción de naturaleza, Bartlebooth (2018) sugiere que debemos expandir nuestra visión arquitectónica hacia un espectro infinito de posibilidades espaciales que trasciendan las categorías tradicionales de lo humano y lo no humano. En esta línea, Díaz y García (2018) introducen el concepto de “Terceras Naturalezas”, que se basa en procesos maquínicos y abstractos de naturaleza tecnológica que, aunque invisibles, regulan nuestras sociedades. Este enfoque permite la modificación artificial de entornos para crear ecologías complejas en las que diversos agentes—humanos y no-humanos, máquinas y entidades biológicas, materiales vivos e inertes—interactúan en un estado continuo de fricción y colaboración.

Casos de Estudio: Prototipos arquitectónicos

B5. Spidernethewood (Francia) / R&Sie(n): Este proyecto se basa en la creación de una telaraña artificial, una estructura tridimensional de tubos de acero entrelazados que soporta la vegetación del bosque circundante. Con el tiempo, la telaraña se convierte en una extensión del ecosistema forestal, fusionándose con el entorno natural hasta el punto de que, después de cinco años, la distinción entre lo construido y lo vegetal se vuelve indistinguible.

B6. Pabellón del Reino Unido (Expo Shanghai) / Heatherwick Studio: El pabellón, conocido como la “Catedral de las Semillas”, presenta una estructura de 20 metros de altura formada por 60,000 filamentos de fibra óptica que albergan una colección botánica de semillas suspendidas. La estructura se mueve suavemente con el viento, creando un efecto dinámico que combina un jardín artificial con un espacio público. Esta integración entre la naturaleza y la ciudad ofrece una experiencia estética que une el mundo vegetal con el entorno urbano.

C8. La Montaña Mágica (Ames) / Amid.cero9: Este proyecto transforma la Central Térmica de Iowa en un paisaje montañoso, cubriéndola con una “máscara” de ecosistemas. Se diseña un sistema de ciclos biológicos y procesos de transformación de energía que incluyen atmósferas

luminosas y la producción de flora específica, integrando la infraestructura en un paisaje monumental que se mezcla con el entorno natural de Iowa.

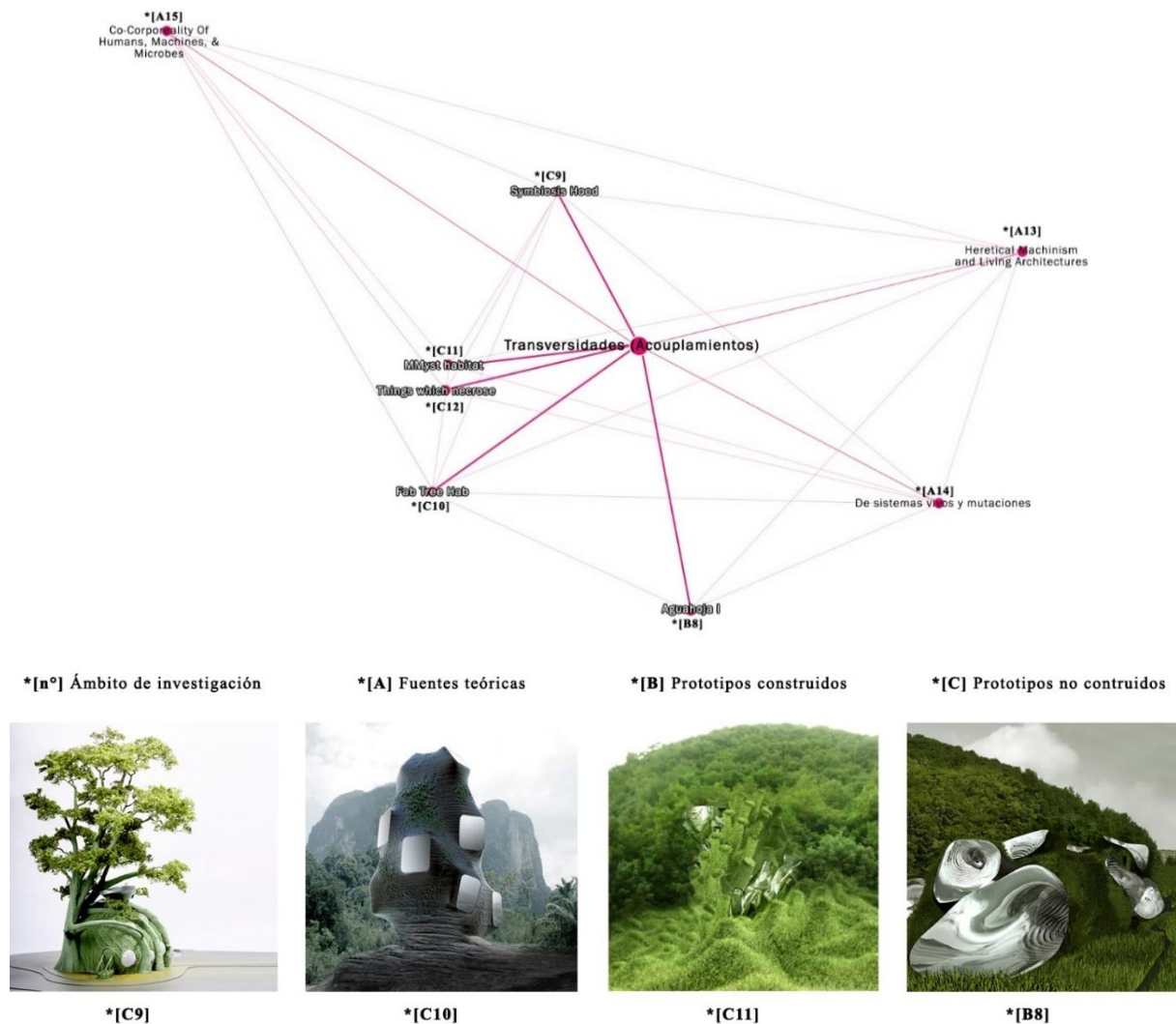
C9. Black Cloud (Roma) / Amid.cero9: El proyecto Black Cloud es una estructura híbrida inspirada en las ramas de los plátanos que bordean el río Tíber. Este diseño se entrelaza entre el antiguo matadero y las ánforas romanas, creando un ecotopo artificial compuesto por materiales genéticos y genomas de especies post-naturales.

Línea de investigación (5). Transversidades (Acoplamientos)

[+] No solo como mecanismo proyectual de hibridación sino como revitalizador conceptual, es decir, como alimentación mutua entre organismos vivos y no vivos [+] Establecer una acción cinestésica en un entorno global en mutación y coparticipación entre “organismos extraños”.

Figura 10

Constelación 05



Planteamientos teóricos: Injertos y cruces

Esta línea de investigación explora la biomímesis desde una perspectiva ecosistémica, enfocándose en la creación de asociaciones reales entre lo humano y lo no-humano. El objetivo es desarrollar una naturaleza auto-operable que trascienda las tradicionales dicotomías entre lo natural y lo artificial. En este enfoque, la tecnología se convierte en el soporte integrador que une lo artificial con lo orgánico y viceversa, permitiendo la expansión y reconfiguración de la naturaleza misma para generar nuevas formas de vida.

En la revolución digital actual, se crea un entorno reactivo, complejo y animado donde elementos tecnológicos y ambientales interactúan. Esta visión redefine la arquitectura no solo como un contenedor de vida, sino como una máquina generadora de sistemas vivos que evolucionan en sinergia con su entorno. En este paradigma, la forma sigue a la vida, y no al revés (Di Raimo & Roche, 2014).

Los sistemas vivos no emergen de un diseño preconcebido, sino que se desarrollan orgánicamente a partir de las condiciones y dinámicas del entorno. La tecnología se utiliza no solo para replicar formas naturales, sino para crear vida artificial en coevolución con los sistemas biológicos, dando lugar a un ecosistema híbrido donde lo artificial y lo orgánico se vuelven indistinguibles en su funcionamiento (Tapia, 2020, p. 209). Esta concepción del entorno construido como una entidad biológica abre la puerta a la coexistencia entre humanos, no-humanos y vida microbiana, generando un mundo multiespecies donde los procesos naturales y artificiales se combinan en una sola entidad (Imhof, Mitterberger & Derme, 2020).

Casos de Estudio: Prototipos arquitectónicos

C10. Fab Tree Hab (California) / Mitchell Joaquim: El proyecto Fab Tree Hab propone una vivienda que funciona como un injerto o máquina viva, integrada en una comunidad ecológica mediante vegetales, flujos de agua, peces, insectos y bacterias. Utiliza árboles genéticamente modificados como estructura y cerramientos orgánicos bioplásticos que se adaptan a los movimientos del entorno natural, logrando una armonía con los procesos biológicos circundantes.

C11. MMyst Hábitat (Tailandia) / Roche & Lacadée: El MMyst Hábitat se inspira en la geología natural de Krabique, utilizando una bioespuma biodegradable desarrollada a través de investigación científica y fabricación robótica. Este biomaterial se descompone completamente, minimizando el impacto ambiental. Además, el proyecto fomenta una relación mutualista entre los residentes humanos y los vencejos locales, generando beneficios recíprocos para ambas especies.

C12. He Shoot Me Down (Corea del Sur) / R&Sie(n): Esta instalación temporal explora la relación entre arquitectura y naturaleza en la zona desmilitarizada que separa Corea del Norte y del Sur. Incluye un robot diseñado para recolectar biomasa del bosque y aplicarla como bio-hierba y bio-hojas en descomposición sobre la superficie externa del edificio, mejorando su aislamiento y fomentando una integración entre la estructura y el entorno natural.

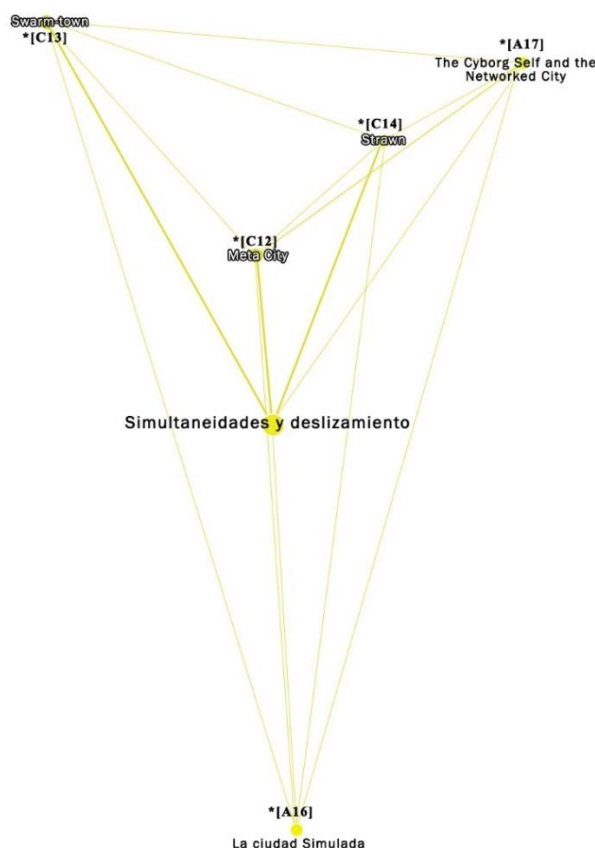
C13. Symbiosis Hood (Corea del Sur) / R&Sie(n): Ubicado en la zona desmilitarizada entre Corea del Sur y del Norte, este proyecto aborda un territorio abandonado y afectado por minas terrestres. La intervención revela nuevas especies robóticas conformadas de insectos, árboles y semillas que han emergido en este entorno bélico, creando nuevas formas de vida en un contexto de entropía descontrolada.

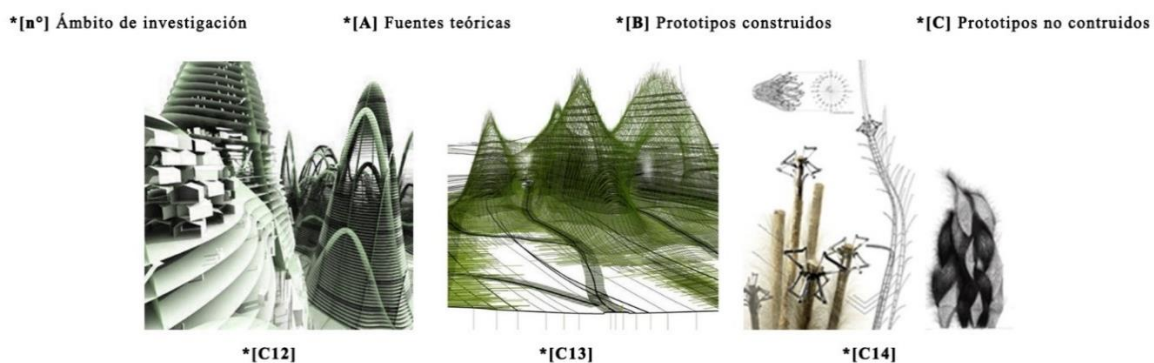
Línea de investigación (6). Simultaneidades y deslizamiento

[+] Escenario percibido precisamente por sus manifestaciones de múltiples y heterogéneas de lo artificial -por extraño- y lo extrañamente natural ... por ya artificial [+] Cohabitar en este nuevo marco de desplazamientos de escenarios progresivamente híbridos y/o paradójicos.

Figura 11

Constelación 06





Planteamientos teóricos: Geografías artificiales

Esta línea de investigación aborda la biomímesis a una escala urbana, explorando cómo se establecen asociaciones entre sistemas vivos y no vivos, humanos y no-humanos, y máquinas en el contexto de la vida urbana. Se propone un escenario donde estos actores interactúan como elementos fundamentales en la mejora de la calidad de vida urbana, conceptualizando el entorno urbano como un núcleo biológico en el que se aplican principios biológicos para integrar y hacer coexistir diversas formas de vida.

El concepto encuentra respaldo en el “Manifiesto Cyborg” de Haraway (1984), que desafía las dicotomías tradicionales y las fronteras conceptuales, proponiendo una visión radicalmente nueva de identidad y corporeidad. Haraway aboga por la creación de nuevas asociaciones entre lo vivo y lo no vivo, incluyendo entidades no humanas, para ampliar la participación de los "ciborgs" en la reinención del entorno.

Desde una perspectiva contemporánea, Mitchell (2004) sostiene que el mundo actual está cada vez más definido por conexiones en lugar de límites fijos. Esta perspectiva exige una profunda reconsideración de los fundamentos de la planificación urbana. El núcleo biológico urbano, rodeado por sistemas de fronteras, redes y ciborgs, interactúa sinérgicamente para influir en la evolución y el desarrollo de las sociedades urbanas contemporáneas.

Casos de Estudio: Prototipos arquitectónicos

C14. Meta City (China) / MVRDV: Este proyecto propone la creación de colinas artificiales en China, transformando las áreas urbanas en una cordillera habitada. La iniciativa fusiona elementos de arquitectura, urbanismo, programación e inteligencia colectiva con el objetivo de impulsar una reforma social y abordar el rápido crecimiento y densificación urbana en el país.

C15. Swarm-town (Corea) / R&Sie(n): Swarm-town crea una relación simbiótica entre robots y materia vegetal, conectando operacional e informativamente la organización urbanística. Los robots recogen ramas y hierba para construir estructuras urbanas, configuradas mediante inteligencia colectiva y reabsorbidas por el medio ambiente al final de su vida útil.

C16. China Hills (Nueva York) / MVRDV: En este proyecto, un conjunto de robots construye estructuras de paja siguiendo trayectorias de crecimiento programadas en su memoria. Estos robots organizan el material vegetal para crear geometrías de estructuras biodegradables complejas, vinculando alta tecnología, programación e inteligencia colectiva con la manipulación de materia orgánica vegetal.

Árbol filogenético

Estrategias funcionales

Integración morfológica: Se refiere a la capacidad de los sistemas construidos para integrarse visual y funcionalmente en su entorno natural. Este enfoque busca una armonía entre las estructuras artificiales y el paisaje circundante, logrando una fusión estética y operativa que respete y se adapte al contexto ecológico.

Eficiencia operativa: Implica la creación de sistemas artificiales que emulen ciclos y procesos naturales, tales como el ciclo del agua o la fotosíntesis. El objetivo es maximizar la eficiencia, funcionalidad y sostenibilidad en el entorno mediante la imitación de procesos biológicos que optimicen el rendimiento de los sistemas construidos.

Adaptabilidad simbiótica: Consiste en diseñar sistemas ecosistémicos que reflejen las relaciones simbióticas observadas en la naturaleza. Esta estrategia promueve la interacción de beneficio mutuo entre sistemas naturales y artificiales, favoreciendo una coexistencia productiva que imite las dinámicas de cooperación en los ecosistemas naturales.

Estrategias formales

Morfoestructural: Se basa en la observación de cómo la naturaleza organiza y estructura sus formas, como la geometría fractal de las hojas o las estructuras de los caparzones animales. Esta estrategia utiliza principios naturales para guiar el diseño arquitectónico, incorporando patrones y estructuras que optimizan la funcionalidad y estética de las construcciones.

Morfofuncional: Involucra el estudio de los procesos funcionales de los organismos en la naturaleza, como el vuelo de las aves o la absorción de agua por las raíces. Este enfoque busca transferir estos procesos a la arquitectura para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los diseños, adaptando las funciones naturales al contexto construido.

Morfofísico: Se refiere a las propiedades y comportamientos de los organismos o sistemas biológicos presentes en su entorno natural. Esta estrategia considera cómo estos organismos

interactúan con factores ambientales como el clima y la topografía, para mejorar la adaptabilidad y eficiencia del diseño arquitectónico.

Sistemorfología: Utiliza estos patrones para inspirar el diseño arquitectónico buscando soluciones estructurales y organizativas que emulen las estrategias naturales de organización.

Ecomorfismo: Implica la imitación de las características y principios de los ecosistemas para integrar los principios ecológicos en la planificación urbana. Este enfoque considera cómo la naturaleza organiza e interrelaciona en el medio.

Estrategias de materialidad

Materiales artificiales: Se refiere a materiales compuestos que combinan elementos naturales con procesos de producción industrial. Estos materiales buscan propiedades específicas que no pueden ser alcanzadas por componentes individuales, ofreciendo innovaciones en funcionalidad y rendimiento.

Materiales inteligentes: Conocidos también como materiales con capacidad de respuesta, estos tienen la habilidad de adaptarse a cambios ambientales como variaciones en temperatura, humedad o luz. Su capacidad para modificar sus propiedades en respuesta a estímulos externos mejora el rendimiento y la sostenibilidad de los edificios.

Biomateriales: Utilizan materiales biológicos de manera directa o imitan sus propiedades. Se dividen en materiales naturales (como madera o bambú) y materiales vivos (como hojas o cultivos controlados). Estos biomateriales no solo provienen de fuentes renovables, sino que también pueden interactuar favorablemente con el entorno.

Estrategias de construcción:

Técnicas tradicionales: También conocidas como técnicas convencionales, incluyen el uso de materiales locales y la adaptación al clima. Estas técnicas incorporan principios naturales y prácticas construidas a lo largo del tiempo, manteniendo una conexión con métodos históricos.

Ensamblados prefabricados: Implican la fabricación de componentes estructurales y su posterior ensamblaje en el sitio de construcción. Este método puede incluir sistemas modulares o en red inspirados en estructuras celulares, ofreciendo eficiencia y rapidez en la construcción.

Bioconstrucción: Se basa en técnicas y métodos sostenibles que minimizan el impacto ambiental durante el proceso de construcción. Ejemplos incluyen la construcción con tierra cruda o el uso de plantas para el aislamiento, promoviendo una menor huella ecológica.

Biotecnología: Utiliza métodos artificiales para mejorar las capacidades de sistemas naturales, como la manipulación genética para modificar el metabolismo de organismos. Esto permite desarrollar productos específicos y optimizar la construcción.

Fabricación robótica: Involucra el uso de sistemas automatizados basados en diseño computacional, como la robótica de enjambre y tecnologías avanzadas de impresión 3D. Estos métodos permiten la fabricación, ensamblaje y construcción inspirada en sistemas naturales, aumentando la precisión y la creatividad en el diseño.

Estrategias de operación/procesos:

Sistema fijo: Refiere a los elementos de una estructura que permanecen en una posición fija para proporcionar estabilidad, resistencia y soporte. Estos sistemas no cambian de forma o ubicación, ofreciendo una base sólida para la construcción.

Sistema móvil: Consiste en estructuras diseñadas para imitar los movimientos y formas de los organismos vivos. Estas estructuras permiten su transporte, desmontaje y reubicación temporal, ofreciendo flexibilidad y adaptabilidad en la arquitectura.

Biodegradable: Se refiere a la capacidad de descomponerse en sustancias más simples y menos dañinas para el medio ambiente. En construcción, se investiga sobre estructuras y materiales que imitan el ciclo de vida natural, permitiendo la integración en el ecosistema una vez que dejan de ser útiles.

Sistema reciclado: Implica la integración de principios de reciclaje y reutilización en el diseño arquitectónico. Este enfoque busca imitar los ciclos de reciclaje natural para reducir el impacto ambiental y promover la economía circular.

Sistema regenerativo: Incorpora la capacidad de regeneración y autorreparación, basada en la capacidad natural de los ecosistemas para recuperarse después de perturbaciones. Este sistema busca adaptarse y evolucionar con el tiempo, respondiendo de manera dinámica a los cambios en el entorno natural.

Conclusiones

- Consciencia ecológica y enfoques iniciales: La investigación destaca una creciente consciencia ecológica frente a la crisis antropológica y el abuso ambiental. Inicialmente, los enfoques se centraron en la protección de la naturaleza a través del decrecimiento y la ecoeficiencia. Estos conceptos, aunque fundamentales, fueron superados por una perspectiva más inclusiva que considera la interacción entre humanos y no-humanos en el diseño del entorno. Este cambio hacia una visión ecológica más holística refleja un avance significativo en la forma en que entendemos y abordamos la relación entre el ser humano y el entorno natural.
- Integración de la digitalización y biotecnología: La incorporación de la digitalización y la biotecnología ha permitido una fusión innovadora entre elementos orgánicos e inorgánicos. Este avance ha dado lugar a nuevas líneas de investigación que incluyen la reinterpretación de patrones biológicos en la arquitectura, la aplicación de principios biológicos en el diseño de sistemas y la integración de sistemas artificiales y naturales. Estas innovaciones representan una evolución en el diseño arquitectónico y urbano, proporcionando herramientas para crear entornos más adaptativos y sostenibles.
- Estrategias funcionales, formales y de materialidad: La investigación ha identificado un conjunto de estrategias funcionales, formales y de materialidad que facilitan la hibridación entre lo vivo y lo no vivo. Las estrategias funcionales, como la integración morfológica y la adaptabilidad simbiótica, promueven la coexistencia eficiente entre sistemas naturales y artificiales. Las estrategias formales, como la morfoestructural y el ecomorfismo, aplican principios naturales al diseño arquitectónico. Las estrategias de materialidad, incluyendo el uso de materiales inteligentes y biomateriales, avanzan en la sostenibilidad y funcionalidad de los sistemas construidos.
- Redefinición de la agencia en la crisis antropológica: Las estrategias y enfoques investigados redefinen la agencia en la crisis antropológica desde una perspectiva de cohabitación ecológica. La integración de elementos vivos y no vivos en el diseño y la construcción propone nuevas formas de interacción y colaboración entre diferentes tipos de entidades. Esta perspectiva promueve una visión más integrada y sinérgica del entorno construido, que puede ser adaptada y replicada en diversos contextos antropogénicos para abordar desafíos ambientales y sociales contemporáneos.
- Oportunidades biomiméticas prácticas: Finalmente, la investigación ofrece un abanico de oportunidades biomiméticas prácticas que pueden ser replicadas y adaptadas a distintos

contextos. La aplicación de principios biomiméticos en el diseño arquitectónico y urbano no solo mejora la sostenibilidad y la eficiencia de los sistemas construidos, sino que también fomenta una relación más armónica entre los seres humanos y su entorno. Estas oportunidades proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y prácticas en el campo de la arquitectura y el urbanismo ecológico.

Recomendaciones

Para avanzar en la investigación y fomentar nuevos proyectos en el ámbito de la arquitectura ecológica, se recomienda:

1. **Promover la Conciencia Ecológica y Antropológica:** Es fundamental intensificar los esfuerzos para educar a la sociedad sobre la interrelación entre nuestras acciones y sus impactos ambientales. Implementar programas de sensibilización que destaquen la importancia de adoptar prácticas sostenibles puede contribuir significativamente a mitigar los efectos negativos de nuestras actividades en el medio ambiente.
2. **Integrar Enfoques Ecológicos en el Diseño Arquitectónico:** Se debe fomentar la incorporación de principios de biomímesis en el proceso de diseño arquitectónico. La investigación y desarrollo de estrategias basadas en la biomímesis permitirán aplicar de manera innovadora los principios naturales en el diseño de espacios humanos, facilitando una coexistencia equilibrada entre sistemas naturales y artificiales.
3. **Explorar Estrategias de Hibridación:** Es esencial investigar y aplicar estrategias que permitan la hibridación efectiva entre elementos vivos y no vivos en la arquitectura. Desarrollar enfoques adaptables a diversos contextos antropogénicos creará oportunidades prácticas para innovar en el diseño y mejorar la sostenibilidad en diferentes entornos.
4. **Fomentar la Investigación y la Innovación Continua:** Se debe continuar con la investigación y promoción de la interacción entre biomímesis, ecología y arquitectura. Generar nuevas formas de vida ecológicas y redefinir la agencia en la crisis antropológica requiere una base sólida de estudio. Establecer programas de investigación y referencias robustas proporcionará una guía valiosa para estudiantes y profesionales en la práctica arquitectónica, impulsando el desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles.

Referencias

- Jiménez, N., & Ramírez, O. (2019). *Ecología política de la adaptación y biomímesis en el Antropoceno*. Bogotá: UNAD: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/40050>
- Descola, P. (2001). Construyendo naturalezas: Ecología simbólica y práctica social. En P. Descola & G. Pálsson (Eds.), *Naturaleza y sociedad: Perspectivas antropológicas* (pp. 101-123). México: Siglo XXI.
- Tapia, C. (2020). *De forma et vita: La arquitectura en la relación de lo vivo con lo no vivo*. España: Athenaica.
- Cogdell, C. (2018). *Toward a living architecture? Complexism and biology in generative design*. London: MIT Press.
- Mazzoleni, I. (2017). *Architecture follows nature: Biomimetic principles for innovative design*. New York: CRC Press.
- Knippers, J, Schmid, U, & Speck, T (2019). *Biomimetics for Architecture: Learning from Nature*. Birkhauser, Berlin, Boston: Birkhäuser
- Royall, E. (2011). Possessing the Urpflanze: An examination of the nature and purpose of biology-design analogy via biomimetic practice. *Austin: The University of Texas at Austin*. Cap. 2: What is biomimicry: <https://es.scribd.com/document/77151395/Possessing-the-Urpflanze>
- Bar-Cohen, Y. (2005). *Biomimetics: biologically inspired technologies*. CRC Press
- Reichmann, J. (2006). Biomímesis: Respuesta a algunas objeciones. Universidad de Barcelona: <https://dialnet.unirioja.es/revista/1740/A/2006>
- Morelli, M. (2009). El arte de habitar: Aproximación a la arquitectura desde el pensamiento de Alison y Peter Smithson. DC: *Revista de Crítica Arquitectónica*, 17-18, 275-284.
- Curtis, W. J. R. (1987). *Le Corbusier: Ideas and form*. Madrid: Hermann Blume.
- Le Corbusier. (2007). *Toward an architecture*. Los Angeles: Getty Research Institute.
- Ishigami, J. (2011). *Ishigami: Another scale of architecture*. España: Seigensha.
- Bodei, S. (2009). Le Corbusier, biólogo. En *dearquitectura*, 04, 28.
- Haddadi, S. (2020). Edificios híbridos como sistemas vivos. En *De forma et vita*. España: Athenaica.
- McHale, J. (1970). The ecological context. En G. Braziller (Ed.), *New York*.
- Guiheux, A. (1997). *Kisho Kurokawa: Le Metabolisme 1960-1975*. París: Centro Georges Pompidou Service Commercial

- Braham, B., & Hale, J. (2006). *Rethinking technology: A reader in architectural theory*. London: Routledge.
- Serres, M. (2004). *El contrato natural*. Pre-textos
- Bartlebooth. (2018). *Más allá de lo humano* (pp. 11-31). Vigo: Bartlebooth.
- Díaz, C., & García, E. (2016). Terceras naturalezas: Diez años de asambleas mundana y carnales. *Croquis*, 184, 22-39. ISSN 0212-5633.
- Di Raimo, A. (2014). *Francois Roche: Heretical machinism and living architecture of new territories*. Edilstamp srl.
- Di Raimo, A. (2014). *Francois Roche: Heretical machinism and living architecture of new territories*. Edilstamp srl: <https://doi.org/10.1515/9783035625882>
- Haraway, D. (1991). A cyborg manifesto: Science, technology, and socialist feminism in the late twentieth century. En *Simians, cyborgs and women: The reinvention of nature* (pp. 149-181). New York: Routledge.
- Mitchell, W. (2004). *Me++: The cyborg self and the networked city*. New York: The MIT Press.
- Verma, P. (2016). *Biomimicry and parametricism in architecture*. SPA New Delhi: https://issuu.com/palakverma24/docs/palak_verma_-_final_report
- Volstad, S., & Boks, C. (2008). A philosophical focalization of the theories and practice of biomimicry in architecture. *Canterbury: University of Kent*.
- Benyus, J. M. (2001). Along came a spider. *Sierra*, 86(4), 46-47.
- Othmani, N. I., Yunos, M. Y. M., Ramlee, N., Hamid, N. H. A., Mohamed, S. A., & Yeo, L. B. (2022). Biomimicry levels as design inspiration in design. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 12(8), 1094–1107.
- Riechmann, Jorge (1997). La industria de las manos y la nueva naturaleza. Sobre naturaleza y arteficio en la era de la crisis ecológica global. *Ecología Política*, 13, 87-106. Reescrito como capítulo 4 de *Un mundo vulnerable*. Madrid: Los Libros de la Catarata, 2000.
- Riechmann, J. (2014). *Un buen encaje en los ecosistemas: Segunda edición (revisada) de Biomímesis*. Madrid, España: Ed. Catarata.
- Collado, J. (2016). Una perspectiva transdisciplinar y biomimética de la educación para la ciudadanía mundial. *Educere*, 20(65), 113-129.
- Benyus, J. (2012). *Biomímesis: Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona, España: Tusquets Editores.
- Mumford, L. (1992). *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza. (La edición original es de 1934).

- Jiménez, N., & Ramírez, O. (2016). Biomimesis: Una propuesta ética y técnica para reorientar la ingeniería por los senderos de la sustentabilidad. *Gestión y Ambiente*, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, 155-166
- González, A. J., Pina, R., & González, N. (2020). Las especies de Mansilla + Tuñón [1992-2012]: Una aproximación al origen de la forma en el proyecto de arquitectura contemporáneo. *Revista de Arquitectura*, 25(38), 36-44.
- Kubo, M., & Ferre, A. (2003). *Filogénesis: Las especies de FOA (Foreign Office Architects)*. España: Actar Publishers.
- Gausa, M. (2010). *Open: Espacio, tiempo e información. Arquitectura, vivienda y ciudad contemporánea. Teoría e historia de un cambio*. España: Actar Publishers:
<https://arquitecturaviva.com/libros/filogenesis-las-especies-de-foreign-office-architects>
- Soriano, F., Gausa, M., Müller, W., Guallart, V., & Morales, J. (2022, enero 31). *The metapolis dictionary of advanced architecture*. Arquitectura Viva:
<https://arquitecturaviva.com/libros/open-espacio-tiempo-e-informacion#>
- Bar-Cohen, Y. (2005). *Biomimetics: Biologically inspired technologies*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Villalba Rubio, L. (2016). *A retroactive [and open] manifesto for Manhattan: Revisiting books about cities that imply urban manifestoes*. II Beca de Investigación Fundación Arquia / Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Proyecto desarrollado en la Universidad de Columbia, Nueva York, EE. UU.

Anexos

Figura 3

Árbol genealógico

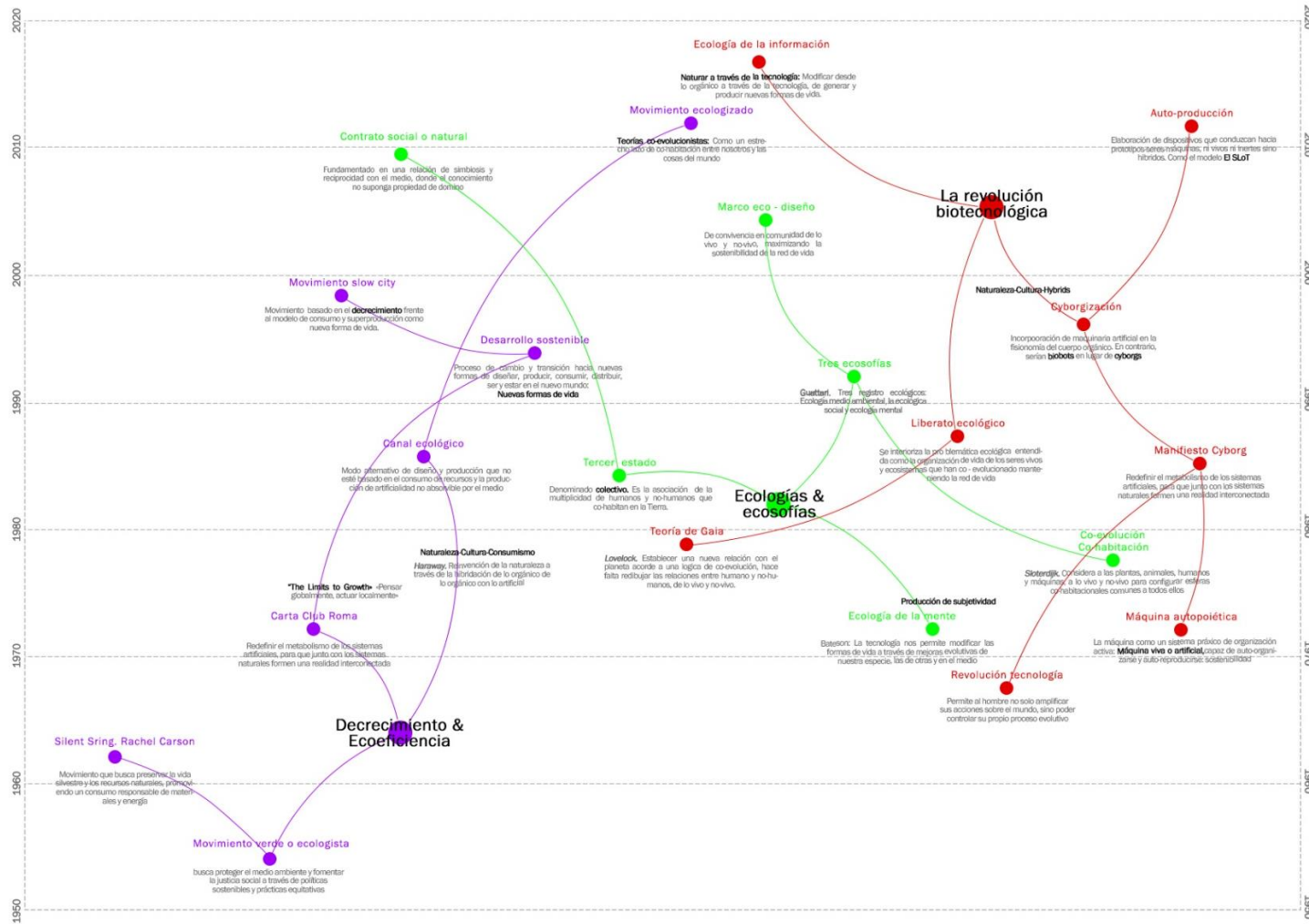


Figura 5
Árbol filogenético

