

---

*Comunicación*

## **Hyle-morfismo (materia y forma). Experiencias biomateriales desde el proceso proyectual**

**Bacchiarello, María Fiorella; Casas, Remedios**

[fiorellabac@hotmail.com](mailto:fiorellabac@hotmail.com); [arqrcasas@gmail.com](mailto:arqrcasas@gmail.com)

Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Laboratorio de Investigación Proyectual. La Plata, Argentina.

Línea temática 1. Categorías y enfoques (teoría y praxis)

### **Palabras clave**

Materia, Biomateria, Geometría, Organización, Estadíos

### **Resumen**

Al momento de proyectar podemos adquirir un material para hacer posible, o podemos generar un material que genere posibilidades.

Reflexionar en qué instancia proyectual se involucra a la materia es importante para trascender su aplicación y así, dar paso a su potencia en el campo de proyecto y descubrir, en este caso, los alcances de la experimentación con biomateriales en el campo de la arquitectura.

Este trabajo relata los inicios de una investigación que involucra una serie de experiencias que se están desarrollando actualmente. Hyle Morfismo, donde hyle significa materia y morfismo se refiere a la forma, pretende explorar a partir de dos procesos materiales, en primer lugar un proceso biomaterial, y por otro lado, un proceso que involucra la forma

como organización que involucra condición geométrica de manera implícita.

El proceso material se aborda como un proceso proyectual que actúa sobre el diseño de las características y los atributos que traen consigo una potencia, es decir una latencia que puede ser alterada, modificada o actualizada.

La geometría, por otro lado, es entendida como una manera primitiva de organizar la materia, a modo de excusa para poder explorar la cuestión material, de cada uno de sus estados.

El cruce entre ambos procesos se hará a través de una visión sistémica donde importa más las relaciones entre partes que el objeto en sí mismo. Formar un campo para ver cómo afecta a los sistemas espaciales. Ese campo actuará de estructura para poder generar formas, espacios, una nueva concepción de los elementos.

La experiencia comienza con la generación de la biomateria como tema proyectual, luego, la investigación plantea el estudio de una manera de entender las organizaciones materiales a partir de una geometría específica.

En este caso, en línea con Darcy Thompson se presume que, mediante las fuerzas conjuntas de componentes, cualquier organización material puede transformarse gracias a relaciones específicas entre sí y que tienen lugar gracias a la potencia de los componentes que lo constituyen. Estudiaremos como punto de partida una organización de la naturaleza, animal o vegetal, de la cual podemos extraer leyes para generar el entrecruzamiento entre el biomaterial y la geometría y así poder estudiar diferentes estados dentro de la investigación para poder debatir diferentes temas de la disciplina.

### **Hylemorfismo materia y forma**

El medio en el que nos encontramos inmersos se produce a través de múltiples relaciones de actualización a través de los cuales nuestro entorno asimila formas y transformaciones. La concepción aristotélica de la forma separa en la constitución de los cuerpos a la materia de la forma, donde la primera se constituye como una sustancia informe que es afectada sucesivamente por procesos formativos, sucesivos, que se acumulan constituyendo a la forma de los objetos.

Esta distinción aísla dos condiciones implícitas dentro de este proceso. La forma es la actualización de esa materia, es lo que le atribuye propiedades y significaciones, mientras que la potencia es la capacidad de transformación presente en la materia en estado puro. Entre ambas se desencadena la forma como un proceso que acumula sucesivas actualizaciones y nuevas potencias.

En el campo arquitectónico donde el proceso de generación de la forma se basa en la mayoría de los casos en la producción de formas que posteriormente son materializadas. En estos casos la materia se somete a la aplicación de fuerzas que la informan y transforman a través de presiones y fuerzas actuando como medio limitando a sus capacidades de determinación formal basadas en los atributos, e incrementando las limitaciones formales producto de la aplicación sistemática de estos instrumentos formativos.

No todos los procesos de proyecto suponen la misma relación entre ambos aspectos, esta relación entre materia y forma en arquitectura alterna modos que van desde la pasividad, en los que a la materia se le impone una forma previa; hacia ciertos modos de resistencia con una posición más activa, donde la forma ya no le es impuesta, sino que emerge desde ella, más precisamente de sus propiedades.

En estos casos la materia es asumida como sustancia y se encuentra regulada por un sistema geométrico que la precede y que funciona como dispositivo de organización y posicionamiento. En estos casos, la materia no precipita por sí sola la organización interna de los objetos, sino que se encuentra precedida por protocolos geométricos que la organizan, a pesar de ello, no puede reducirse completamente a un medio ya que en todos los casos los materiales responden a las acciones ejercidas sobre ellos ofreciendo resistencias desde sus capacidades internas.

La arquitectura del siglo XX exploró las capacidades del espacio entre forma y función apelando a un uso de materiales y sistemas constructivos que buscaban la eficiencia y la optimización de recursos. En el devenir y la estandarizaron algunas de estas relaciones por la extensión de su implementación, se cristalizaron muchas de las dinámicas entre información, formación y materia en la generación de la forma arquitectónica.

La sedimentación de algunos mecanismos de proyecto y la perpetuidad de sistemas tradicionales de administración de información han estatizado a estos vínculos en relaciones lineales donde la forma ejerce presiones sobre el material de manera jerárquica y unidireccional. Como alternativa, estrategias de

proyecto que procedan desde la organización material y demandan un desplazamiento de la concepción de la materia como receptora de información.

Esto no significa abandonar la resolución material de un proyecto ni el diseño específico de sus componentes, sino elaborar algunas estrategias y modos operativos que exploren las posibilidades generativas de los atributos de la materia. Este modo de producción formal basado en una materia activa (De Landa 1997) expande un modelo que no solo comprende a la inmanencia de las propiedades materiales, sino que introduce a partir de esto un modelo de basado en la auto organización y las relaciones locales, procediendo de abajo hacia arriba.

A la concepción de la materia como un receptáculo inerte de formas que vienen desde afuera, Manuel de Landa<sup>1</sup> opone recursos materiales para generarla. Para el autor, la concepción aristotélica entre causas materiales y formales trabaja por la imposición de esencias eternas que definen las formas geométricas impuestas.

Sin embargo, el autor sostiene que los recursos involucrados en la génesis de la forma pueden ser inmanentes a la materia misma, expandiendo teóricamente los tipos de recursos que dispone la materia para crear estructuras de distintas clases como geológicas, biológicas e, incluso, socioeconómicas.

De esta manera, los procedimientos sobre la forma como pensamiento puro, son interpelados por una posición donde la materia ya no es un agente inerte sino un factor clave en los procesos de información de la forma. Esto conlleva a una aproximación a comportamientos no esperados y a emergencias formales que forman parte de un proceso integral de diseño irreductible a un protocolo único.

Ya sea por medio de la absorción de parámetros formales o por imposición de resistencias internas, las emergencias surgidas de todos los procesos materiales y formales implican a la geometría y a la materia en diferentes niveles. Por esta razón en esta investigación se considera a estos modelos, generales y particulares, complementarios y no opuestos con el propósito de preservar la alternancia implícita en los procesos de diseño.

En este caso, se considera que estas dos posiciones no plantean una oposición real acerca del estado de las cosas sino la expresión innegable de la dualidad y la interdependencia entre la materia y la forma. Mientras que la concepción Hylemórfica despliega un proceso de iteraciones formativas, la inmanencia de la materia descrita por De Landa despliega la potencia de la materia y a su capacidad de autoorganización como una dirección alternativa en la exploración de la forma.

### **Posiciones: reinterpretar apropiar generar**

---

<sup>1</sup> Manuel De Landa va a desarrollar en dos trabajos "Inmanencia y trascendencia en la génesis de la forma" y "Filosofías de diseño: el caso de los programas de modelado" una teoría sobre la generación formal basada en las propiedades de la materia y de sus capacidades de autoorganización.

La oposición anteriormente mencionada no describe dos campos de trabajo opuestos sino más bien un sistema de gradientes que agrupa a las diferentes prácticas en diferentes niveles de proximidad y distancia a estos extremos. La tensión en el campo disciplinar no proviene de la identificación con estas posiciones sino más bien de la construcción de un posicionamiento crítico.

Pensar la forma en arquitectura como la inmanencia pura de la materia resulta tanto más complejo que en otros campos ya que para nuestra disciplina, la relación entre materia y geometría resulta indivisible. Sin ella, la materia no puede organizarse en el espacio, necesita una estructura donde asentarse y es a través de la geometría que la materia puede ser guiada.

Este nivel estratégico constituye una relación básica en la que el proyectista determina operaciones a través de las cuales se dispone la materia en el espacio. Estas acciones combinan el trabajo sobre ciertos materiales específicos y la determinación de los componentes y piezas con las que se opera.

Sin embargo estas instancias proyectuales-materiales no implican una misma actitud o posición, por el contrario, una posición crítica puede permitir la superación de una actitud proyectual reiterativa. Estas posiciones críticas exploran el rol de la materia en arquitectura: a través de su reinterpretación, apropiación o directamente la generación de una nueva materia.

En el primer caso, reinterpretar un material implica desarticular usos y significaciones habituales e indagar en sus atributos, su potencia para reorganizarse y producir formas nuevas. Siguiendo la concepción hilemórfica, la reinterpretación desanda algunos procesos de actualización avanzados sobre algunos materiales en nuevas actualizaciones.

La estructura desarrollada por Junya Ishigami para el restaurante y residencia Cueva, no subvierte las lógicas establecidas para el hormigón sino que suplanta los habituales modos de formación para las estructuras de hormigón. En lugar de sobreimponer sistemas geométricos que devienen de los predimensionados del material, el arquitecto explora a partir de las posibilidades de esa materia, un sistema espacial alternativo basado en un sistema de moldeado del material basado en la sustracción de materia.

La actualización material como actitud de diseño rompe la linealidad en los procesos de actualización entre la materia y su formación funciona casi como un extrañamiento, en donde un material es despojado de su habitual aplicación y por ende de su ciclo de significación y actualización para convertirlo en otra cosa. Un uso nuevo para un material conocido permite expandir un campo para el que no existen estrategias de distribución y organización en el espacio a priori sino que exige concebir este aspecto desde las propiedades de la materia.

Las estructuras espaciales de cartón Shigeru Ban funcionan en este sentido como una apropiación de un material tradicionalmente negado a estos fines. La investigación de Ban sobre la capacidad estructural del cartón se basa en

sistemas de descomposición de fuerzas y estructuras que trabajan por forma articulando elementos lineales o generando sistemas de soporte por repetición.

Existe una tercera posición que se desplaza de la lógica formativa por actualización. En este caso, la generación de un nuevo material o la determinación nuevas propiedades a una materia conocida transforma por completo el rol de la materia en los procesos de diseño ya que ya no se trata de un uso nuevo, o un modo de aplicación sino de la redefinición de propiedades, un trabajo de diseño a nivel de las sustancia rompiendo con los circuitos habituales formativos. Es el caso del Estudio Anne Holtrop, donde se exploran materialidades alternativas que producen nuevas afectaciones en el espacio.

### **Estados/significaciones: material o sustancia**

En cada proceso de actualización formal que la materia sufre se incorporan nuevos significados. En este acto, los materiales van incorporando significaciones y con ellas usos, modos de trabajarlos que pueden tornar rutinarios sus usos y aplicaciones.

Un material para constituirse como tal posee diversos procesos de manufacturación que le asignan propiedades tales como secciones, medidas, colores, texturas, capacidad resistente, transmisión térmica y densidad entre otros. Estas propiedades atribuidas a un material predeterminan la potencia de ellos.

Cabe aclarar que esta condición de un material no implica una limitación en sus posibilidades sino la determinación de un campo de trabajo mucho más específico que la sustancia.

En oposición a la concepción material, si separamos a la materia de su definición material la sustancia preserva indefinidamente el campo de las propiedades. Los materiales, antes de estar definidos como tales se constituyen como sustancias sin ningún estado de significación. Sus atributos requieren de algún tipo de presión externa para actualizarse, y son susceptibles de recibir las propiedades que se le quieran asignar.

Poder trabajar con los materiales a nivel de los atributos preserva la potencia de la materia, permitiendo separar el procesos de diseño de las mediaciones habituales de las técnicas y sistemas constructivos asociadas a los materiales.

Esta materia en estado cero materia momento cero<sup>2</sup> permite indagar sobre la materia en un estado más primigenio de significación, lo opuesto a un material y a toda la carga de sentido que conlleva. Stulwark lo define como el estado más puro de posibilidades, definiendo el extremo opuesto al material y completando el rango de posibilidades en el que puede desplazarse el proyecto arquitectónico.

---

<sup>2</sup> Ver Stulwark, P. Componerse con el mundo.

### **Estratificaciones autoorganizaciones**

En esta instancia puede determinarse que la materia posee capacidades para definir propiedades formales y establecer tensiones con la formación geométrica propia del campo disciplinar. Tal y como se mencionó al principio, este trabajo no pretende valorar una posición sobre la otra sino establecer diferencias entre los diferentes campos.

Los modelos presentes en la naturaleza que describe Manuel De Landa precisan dentro de la determinación de la forma a través de las propiedades de la materia condiciones basadas estrictamente en las propiedades de la misma, hasta sistemas de organización más complejos donde las relaciones entre componentes definen la forma.

El primer caso es lo que el autor denomina estratificaciones, o sea que los elementos van auto organizándose conforme a sus propiedades. Este es el caso de la sedimentación como estrategia de organización material. De un modo diferente, las organizaciones sociales y biológicas que componen nuestro medio se organizan a partir de sistemas de relaciones que dependen de las características de cada componente que interviene, determinando así su forma y el tipo de estructura que configuran (De Landa 2004).

Llevado al campo de la experiencia que se describe este trabajo, la elaboración de bio-láminas se desarrolla en la indagación de atributos y asignación de propiedades explorando el campo intensivo de la sustancia. Pero en una instancia posterior, la exploración de la forma a través de estos materiales expande el campo de acción involucrando relaciones de articulación y conexión entre componentes.

Esta doble dimensión constituye un campo de exploración formal que combina una dimensión material y geometría en estrategias operativas pensadas a escala de componentes complejos, una instancia intermedia entre el plan material y una posición estratégica, y entre el detalle constructivo y la resolución técnica.

Será un proceso crítico, en tanto que parte de las condiciones a priori de una interioridad ya existente; pero con un enfoque experimental dado por el uso de estos sistemas complejos capaces de reorganizarse en un nuevo objeto.

### **Experimentaciones a partir de la biomateria**

El diseño de biomateriales aporta a la experimentación la capacidad de explorar en sus propiedades y, a través de ellas, la convergencia entre geometría, materia y forma. Esto se debe a que al ser compuestos, pueden trabajarse sus componentes o alterar sus procedimientos para dotarlos de diferentes características y con ellas diferentes posibilidades.

Las formas de operar con la materia deben ser a través de un posicionamiento crítico. Según el libro *Verb Matters* (Ferré, 2004) pueden categorizarse tres posicionamientos: reinterpretar, apropiar y generar. La investigación ahondará

en la generación de la materia, donde lo importante deja de ser lo que es, para dar paso a lo que genera. Deja de importar la materia en sí misma, sino las propiedades/atributos y cómo eso afecta en el entorno.

En esta categoría de operar con la materia, el tiempo es un condicionante importante. Podemos observar esta condición de tiempo en obras de arte que producen esa relación entre la obra como materialización y la interacción con los humanos. El artista Olafur Eliasson, artista, en sus obras propone que la obra se completa cuando se produce la interacción entre ella y el espectador, cuando aporta su experiencia y su interpretación, convirtiéndose así también en el creador de la obra. Ya no importa la obra en sí misma, sino la interpretación del autor.

También, Tomás Saraceno, arquitecto, es conocido por sus obras que tratan de crear una mayor conciencia del medioambiente que nos rodea, y crear experiencias sensoriales, que replantean la relación del ser humano con el medio ambiente.

### *Procesos singulares la no estandarización*

Estas experiencias que tienen una posición generativa, lo que hacen es que los procesos dejen de tener una concepción de estandarización para empezar a considerarse singulares. Entonces el valor está en esos subprocesos que se van encontrando en las singularidades.

En estos procesos singulares, Guallart menciona que hay que tener en cuenta las tecnologías globales pero también los recursos locales (Guallart, 2012). Eso llevará a generar procesos más adecuados donde se tenga en cuenta de dónde salen dichos recursos y apropiarnos de las nuevas tecnologías para poder encontrar nuevas maneras de combinarlos para crear y estar al borde de lo que propone el mercado.

Las tecnologías como la fabricación digital, los programas de simulación, entre otras nos permiten explorar y expandir esta condición generativa que permitirá experimentar y crear nuevas bifurcaciones en la discusión disciplinar de la arquitectura.

En estos procesos singulares empieza a haber otra concepción de los tiempos. Cuando se le impone una forma a un material el tiempo es más corto ya que el rol del proyectista es más pasivo/sumiso. Sin embargo, cuando se trata de un proceso singular, entendemos que la forma es explorada en conjunto con el material. Se da una *“experimentación desde el punto de vista sintáctico y no se tienen representaciones previas”* (Stulwark, 2000).

### *Transdisciplina operatividad*

Los trabajos de investigación en el diseño, según el Arquitecto Homero Pellicer, pueden darse dentro de la disciplina, ser multidisciplinares, interdisciplinares o transdisciplinares (Pellicer, 2021). En este caso, la investigación pretende ser



transdisciplinar, donde se pierde la lógica de un centro claro, construyendo conocimiento en el solape, en el encuentro de todas las disciplinas involucradas. A diferencia de la interdisciplina, donde hay un marco en común y se debe construir un lenguaje común, la transdisciplina se constituye como nueva o emerge como nueva. No es la sumatoria, sino que la mirada de esa disciplina genera un cambio de paradigma. Se generan preguntas que antes no se habían hecho, se involucran planteos de otras disciplinas en nuestra disciplina. Entran en juego mayor cantidad de variables. Este tipo de relaciones entre partes tiene un final abierto, es decir hay un proceso y el resultado final puede ser de diversas índoles. La innovación se producirá en las discusiones que se van generando en el camino y se aceptan bifurcaciones, desvíos.

Entonces, en el proceso de proyecto, la materia, las tecnologías, el tiempo, las demandas, la disponibilidad de recursos no funcionan como constricciones externas, sino que es posible pensarlas como desencadenadores de nuevos procesos.

### **Antecedente en experiencias materiales**

Elvin Karana, profesora de la Universidad tecnológica de Delft realizó un método para diseñar experiencias materiales, donde *“el material también debe generar experiencias significativas dentro y más allá de su evaluación utilitaria. Esto requiere calificar el material no solo por lo que es, sino también por lo que hace, lo que nos expresa, lo que nos provoca y lo que nos hace hacer”* (Karana, 2015).

El método *Material Driven Design* (MDD) facilita el diseño para experiencias materiales. Sugiere *“cuatro pasos de acción principales presentados de manera secuencial como: (1) Comprensión del material: Caracterización técnica y experiencial, (2) Creación de la visión de experiencia de materiales, (3) Manifestación de patrones de experiencia de materiales, (4) Diseño de conceptos de material / producto. El proceso comienza con un material (o una propuesta de material) y termina con un producto y/o material más desarrollado. El método enfatiza el viaje de un diseñador de lo tangible a lo abstracto (es decir, de un material a una visión de la experiencia de los materiales), y luego de lo abstracto a lo tangible (es decir, de los materiales que experimentan la visión de materiales/productos que se manifiestan físicamente y que se desarrollan en mayor profundidad)”* (Karana, 2015).

Lo interesante de este método es hacer hincapié en lo que Karana le llama lo abstracto, teniendo en cuenta que es lo que hace el material, es decir, en línea con la investigación expuesta en esta comunicación, las propiedades y los atributos. No solamente importa el material per se, sino también, lo que hace y lo que permite hacer.

Teniendo en cuenta el rol activo del proyectista, el diseño se dará desde la experiencia material, y la bioconcepción. Trabajamos con la biomateria. Es decir, materia biológica que genere diferentes estadios dentro del proceso

proyectual y por lo tanto genere diferentes propiedades y atributos en la materia.

### Contexto contemporáneo

*“El impacto ambiental exige una revisión de nuestras prácticas sociales y profesionales. Hacer arquitectura es transformar el espacio, transformar la naturaleza. Una práctica consciente no solo se limita a la minimización del impacto de nuestras acciones, sino también encontrar nuevos modos de componernos con nuestro entorno” (Stulwark, 2000).*

Cuando Stulwark habla de componernos con el mundo, hay que ser conscientes de nuestro entorno y hacerlo parte de los procedimientos. Haciendo referencia a la transdisciplina podemos ver diferentes puntos de vista, filosofía, biología, diseño, arquitectura, de un mismo tema que es cómo se interpreta y opera la materia.

Aristóteles, filósofo, mantiene que *“la esencia de los objetos y de los seres vivos no es una idea invisible, sino que se encuentra en el interior de cada individuo singular. Explica la relación entre materia y forma con las nociones de potencia y acto. La potencia es la condición por la que la materia tiene la posibilidad de asumir una determinada forma y el acto es el estado en el que esta forma se ha realizado. Todas las cosas son al mismo tiempo potencia y acto” (Masato, 2021).*

El biólogo Darcy Thompson, en su libro *On growth and form*, presume que, *“mediante las fuerzas conjuntas de componentes, cualquier organización material puede transformarse gracias a relaciones específicas entre sí y que tienen lugar gracias a la potencia de los componentes que lo constituyen” (Thompson, 2011).*

Según Maturana, biólogo, *“la sabiduría de un ser humano no consiste en una autoobservación permanente sino en su capacidad de reflexión, en su disposición de abandonar aquellas convicciones que impiden una percepción precisa de las situaciones específicas. Se trata de observar las operaciones que surgen de la experiencia que uno quiere explicar” (Maturana, 2008).*

En ese mismo libro *“Del ser al Hacer”*, Maturana define el concepto de *“sistema autopoietico, el cual utiliza sus componentes como elementos de autocreación” (Maturana, 2008).* Estos sistemas requieren de una autonomía para poder desarrollarse, aunque no solamente la autonomía es una condición, sino lo central es la existencia de una red cerrada de producción de moléculas que produce la misma red de producción que la ha producido. La autopoiesis es la manera específica en la que los seres vivos son autónomos, realizan su autonomía (Maturana, 2008).

Stulwark, arquitecto, sostiene que *“la materia no es un material inerte, sino viva, sensible, con potencia expresiva. Transformarla no es un proceso técnico sino que requiere del imperativo de percibir el continuo y componerse con él. Desde la disciplina podemos resignificar los materiales a partir de*

*manipulaciones no materiales. Entendiendo que los materiales en sus inicios son neutros y luego fueron asociados con ciertos temas, operaciones, entre otros. Entonces, entender la materia en un estado tendiente a cero nos hace entenderla en potencia de transformación” (Stulwark, 2015).*

### *Posicionamiento del proyectista contemporáneo*

Al momento de proyectar podemos adquirir un material para hacer posible, o podemos generar un material que produzca posibilidades. Reflexionar en qué instancia del diseño se involucra a la materia es importante para trascender su aplicación y así, dar paso a su potencia en el campo de proyecto y descubrir, en este caso, los alcances de la experimentación con la biomateria en el campo de la arquitectura.

Tenemos la posibilidad de diseñar materiales, diseñar sus propiedades y aspectos, dejando de lado la utilización pasiva, lo que no solamente tiene un impacto positivo en el medio ambiente, sino que nos da nuevas posibilidades de pensar los bordes de la disciplina y generar líneas disruptivas para repensar los diseños hegemónicos. *“La materialidad significa mucho más hoy que la simple comprensión de las fuerzas que mueven el mercado global” (Picon, 2014).*

### **Relación de la biomateria con la disciplina**

La materia debe ser un dispositivo entendido como un sistema abierto, de crecimiento libre; no como un modelo de un objeto sino como un material para poder generar otra cosa. La vinculación de la biomateria y la arquitectura no será exclusivamente técnica, sino experimental.

La biomateria podemos entenderla en las siguientes categorías: biomateriales, es decir cualquier sustancia que ha sido diseñada para interactuar con los sistemas biológicos con un propósito médico; bioplásticos o biopolímeros, son compuestos que tienen una naturaleza parecida a la del plástico petroderivado; biocompuesto que tienen como base un bioplástico y desperdicios orgánicos.

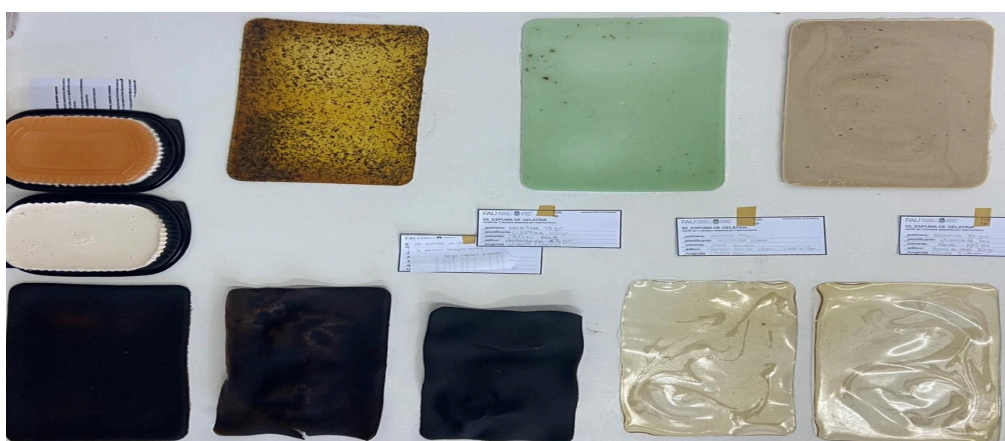
Estos pueden ser de origen animal o vegetal según sus componentes. En esta investigación nos centraremos en los bioplásticos, estos pueden ser naturales o sintéticos. Los naturales pueden ser a base de proteínas (gelatina, gluten, colágeno, keratina, proteína leche o soja); de polisacáridos (almidón, celulosa, alginato, pectinas); o de lípidos (ceras, monoglicéridos). Y los sintéticos por ejemplo el PLA (ácido poliláctico).

### *Composición de la biomateria*

La elección de los bioplásticos para desarrollar la investigación se da porque su composición es variable y modificando cada componente podemos generar diferentes propiedades y atributos, lo cual permite manipular y observar los componentes en función del efecto que se requiera (Figura 1).

Los componentes son polímero, plastificante, solvente, aditivo, residuos orgánicos, fungicida. El polímero es un compuesto químico cuyas moléculas están formadas por cadenas en las que se repite una unidad básica. El plastificante otorga flexibilidad y resistencia. El solvente genera una mezcla homogénea. El aditivo otorga cuerpo en la mezcla. Los residuos orgánicos responden a la condición de economía circular, es decir, que los residuos no sean tirados a la basura y, en lo posible, generen residuo cero, también otorgan color, textura y olor. El fungicida impide el crecimiento de hongos y mohos.

**Figura 1: Bioláminas Workshop Sustancia**



Elaboración propia año 2022

Estos nuevos materiales están siendo explorados en la actualidad. La metodología de trabajo es a través de una red colaborativa mundial, las recetas son de código abierto porque es un conocimiento que está en constante construcción. Las investigaciones de biomateria se dan en diferentes instancias. La primera se encarga de crear nuevas recetas, la segunda intenta caracterizar estas recetas y ver sus posibles aplicaciones. La presente investigación se sitúa en la segunda instancia.

### **Actual deslinde espacial**

La búsqueda de esta investigación no se centra solamente en una aplicación, sino en la indagación sobre los aspectos del espacio arquitectónico más esenciales. El deslinde como acción de separar una porción de espacio y

delimitarlo como excusa para poder introducir a la materia y su regulación geométrica desde una instancia muy temprana.

En la actualidad, los proyectos arquitectónicos a partir de la biomateria operan en pequeña escala, por ejemplo, pabellones que trabajan con el concepto del deslinde mencionado anteriormente. Algunos ejemplos, son Aguahoja de Neri Oxman, un pabellón de cinco metros de altura con una estructura en capas y diseñada como una red jerárquica de patrones. También, Buru Buru de Bittertang Farm, es un anfiteatro construido en heno, vivo, orgánico y biodegradable.

### **Líneas de acción de la investigación**

La investigación surge a raíz de una exploración material en el área de investigación proyectual. El trabajo desarrolla dos líneas de investigación. La primera línea produce una exploración material a partir de biomateriales, donde la investigación no solo tendría un valor disciplinar en la arquitectura sino también en relación al ambiente y podría realizar un aporte más allá de la disciplina per se. Y la segunda línea estudia los mecanismos (geometrías), con los cuales puede producirse el deslinde mencionado anteriormente. Los mecanismos pueden determinarse como sistemas autopoieticos, que utilizan sus componentes como elementos de autocreación (Maturana, 2008).

La primera línea de investigación comienza con la generación de bioláminas explorando diferentes recetas, donde al ir variando sus componentes se consiguen diferentes propiedades y atributos para luego poder manipularlos. Cuando se generan las bioláminas, lo entendemos como un material liso, sin comportamiento, sin activaciones. Es decir, que para que se convierta en un objeto activo debemos generar una configuración geométrica diferente de la inicial donde se entienda que al variar la relación entre partes, varía también la manera en la que se genera y se comporta dicho material, adquiriendo nuevas propiedades que exceden las propiedades del material. La materia debe generar un mecanismo complaciente, donde un conjunto de elementos vinculados entre sí (por el mismo material) generan grados de libertad, conformando esto la segunda línea de la investigación.

Esto quiere decir, que con la generación de un biomaterial y una geometría que produzca un mecanismo complaciente se puede generar un material que pueda crear objetos, espacios, la condición del deslinde. Con la misma cantidad de materia podemos, a través del diseño de los ensamblajes o de los patrones geométricos, generar un mecanismo que otorgue mayores posibilidades al momento de construir dichos objetos y espacios.

Ambas líneas de la investigación proponen entender la bioconcepción como método de generación de los objetos/espacios. Lo que responde al concepto de materia, pero también, en segunda medida, entender los materiales como

mecanismos complacientes para darle forma y poder crear diferentes organizaciones objetuales o espaciales. Las organizaciones son configuraciones geométricas que están determinadas tanto por la materia como por la forma, haciendo alusión al concepto de Hyle Morfismo.

Cuando se habla de bioconcepción, Janine Benyus, bióloga, en su libro *'Biomimicry: Innovation Inspired in Nature'* propone un método basado en tres principios básicos. Primero, entender la naturaleza como modelo, en su caso menciona para imitarlo, pero en esta investigación se buscará, también, transformarlos en función del proceso de diseño. Segundo, entender la naturaleza como instructora, ya que la naturaleza sabe qué es lo apropiado, lo que funciona y qué es lo que perdura. Y por último, la naturaleza como medida, como una nueva forma de verla, ver qué es lo que podemos aprender de ella, más que extraer de ella (Benyus, 1997).

Y por otro lado, cuando se hace mención de los mecanismos complacientes, se trata de ensamblajes o de patrones geométricos (Figura 2). Los últimos son trabajados a partir del concepto de material auxético. *"A diferencia de los materiales clásicos, los materiales auxéticos poseen relaciones de Poisson negativas, por lo que presentan un mecanismo de deformación inverso. Bajo una fuerza de tracción aplicada en la dirección longitudinal, los auxéticos se expanden en la perpendicular transversal. En consecuencia, los materiales auxéticos poseen diversas propiedades útiles para aplicaciones potenciales. Esta revisión contiene la clasificación de los materiales auxéticos según diferentes criterios: el tipo de estructura, la geometría y la escala de la célula, las características mecánicas, métodos de producción y aplicaciones de ingeniería"* (Mazaev, 2020).

Entonces, el entrecruzamiento de lo natural, lo mecánico y el diseño formarán una relación transdisciplinaria donde cada una de las disciplinas expondrá su planteamiento sin ser una disciplina endogámica, sino que cada pregunta de la disciplina específica, será una emergencia que se puede ver a través de las demás disciplinas. Lo interesante está en que además de crear objetos, espacios, también se está dando una respuesta a una emergencia que vivimos hoy en día que son los desechos que se pueden reutilizar para generar nuevas cosas.

La investigación está, actualmente, en un proceso donde ya se analizaron diferentes biomateriales, se exploraron ensamblajes entre bioláminas, y se indaga y ahonda en el concepto de material auxético, y cómo a partir de la fabricación aditiva pueden realizarse moldes para poder crear piezas de bioplásticos. Las escalas de trabajo son pequeñas, objetuales, para poder comprender y manipular todos los problemas adheridos a ellas y luego poder extrapolarlos a una mayor escala, entendiendo que también aparecerán nuevos temas de trabajo.

La experiencia con los ensamblajes (Figura 3) está dada a partir de las bioláminas entendidas como espacio liso (Deleuze, 1988), que luego cuando se

empieza a observar cómo está conformada se empiezan a ver concentraciones, dispersiones, manchas, es decir, tienen una conformación distinta en cada parte de la lámina, entendiendo esto como espacio estriado (Deleuze, 1988). A partir de estas condiciones se realizaron cortes, uniones, entre otros para que la lámina, al ir recibiendo progresivamente información, se transforme en otra cosa, objeto, espacio, etc.

**Figura 2: Mecanismo complaciente por ensamblaje**



Elaboración propia año 2022

### **Conclusiones estado actual**

Los biomateriales son entendidos como medio para explorar la cuestión material en la arquitectura, tienen un efecto colateral que es la respuesta al medio en el que se habita, pero en la disciplina permiten manipular, experimentar y explorar en las variaciones que se producen dentro de estos materiales. Lo interesante es pensar en un material que no tiene significado y poder otorgarle un significado sin las representaciones previas que implican los materiales que se utilizan hoy en día. También, la investigación reflexiona sobre el hecho de la estandarización y el mercado, entendiendo que en esta línea de acción podemos, a partir de los procesos singulares, innovar en la disciplina y marcar agenda desde la interioridad y no que la realice la exterioridad como lo es el mercado.

Stulwark menciona que *diseñar un material es diseñar una potencia, que la materia no es un material inerte sino viva, sensible, con potencia expresiva. Transformarla no es un proceso técnico sino que requiere del imperativo de percibir el continuo y componerse con él. (Stulwark, 2000)*

**Referencias bibliográficas**

Benyus, J.M. (1997) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. EEUU: William Morrow.

Deleuze, G.; Guattari, F. (2004) *Mil mesetas*. España: Pre-textos.

De Landa, M. (2004). *Inmanencia y trascendencia en la génesis de la forma*. Arquine. 28

De Landa, M. (2021). *Teoría de los ensamblajes y complejidad social*. Buenos Aires: Tinta Limón.

Ferré, A.; Prat, R.; Sakamoto, T.; Salazar, J.; Tetas, A.; Kubo, M. (2004). *Verb Matter*. España: Actar.

Guallat, V. (2012). *La ciudad autosuficiente*. España: RBA.

Maturana, H.; Varela, F. (2004) *De máquinas y seres vivos*. Argentina: Lumen.

Maturana, R.H.; Bernhard, P. (2008). *Del ser al hacer*. México: Granica.

Mazaev, A.V.(2020) *Auxetics materials: clasification, mechanical properties and applications*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 747.

Oxman, N. (2010). *Mediated Matter*

Picon, A. (2006). *Arquitectura y virtualidad: Hacia una nueva condición material*. Revista Praxis. New technologies/ New architecture. 6.

Stulwark, P. (2000). *Componerse con el mundo*. Argentina: Nobuko.

Tanaka, M. (2021) *Gran historia visual de la filosofía*. España: Blackie Books.

Thompson, D.W. (2011) *Sobre el crecimiento y la forma*. España: Akal.