

ENFOQUE BIOMIMÉTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA: ESTUDIO DE CASO EN LAS ESCUELAS DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE CHILE Y LA UNIVERSIDAD DE LA SERENA, CHILE

Biomimetic Approach for the Teaching of Architecture: Case Study in the Schools of Architecture of Universidad Central de Chile and Universidad de La Serena, Chile

Olivia Fox Pedraza

Arquitecta titulada de la Universidad del Bío-Bío con especialización en asentamientos humanos y medio ambiente. Docente Escuela de Arquitectura de la Universidad Central de Chile, sede región de Coquimbo.

• olivia.fox@ucentral.cl.

Stephanie Lara Alfaro

Arquitecta titulada de la Universidad de La Serena, Docente Arquitectura Universidad de La Serena, Chile. Estudios de doctorado en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina.

• stephanie.lara@userena.cl.

Introducción

La literatura internacional relativa a la enseñanza universitaria de la arquitectura es actualmente un tema recurrente y dinámico (Mutagi, 2018; Sawyer, 2018). La mayoría de las escuelas de arquitectura enfrentan el “taller” como núcleo del proceso de aprendizaje donde estudiantes se capacitan para tener habilidades de diseño basados en estudio del lugar, funcionalidad y estética, y aprenden a tener conciencia y comprensión sobre el impacto físico y social que tendrá su propuesta de diseño en el entorno circundante (Mutagi, 2018). Estos aprendizajes comienzan en primer año, resultando un gran desafío respecto a las carentes competencias en los ámbitos creativos que manejan los/las estudiantes desde la educación escolar formal.

Las experiencias de Taller 2 de Arquitectura y Electivo de Biomimética (segundo semestre del año 2020), se realizaron bajo el enfoque de la Biomimética, disciplina que busca imitar de la naturaleza formas, patrones y/o estrategias que sirvan para resolver problemas humanos con base en la sustentabilidad (Benyus, 2002). Dicha metodología permitió abordar desde una perspectiva innovadora el desafío que significó la docencia remota en contexto de pandemia. Se expondrá brevemente de qué manera se enfrentó este proceso, los resultados obtenidos y la percepción por parte de los/las estudiantes de la carrera de Arquitectura de la Universidad Central de Chile y Universidad de La Serena, que participaron bajo esta modalidad.

Se apostó por metodologías de la biomimética que, si bien se consideran experimentales y presentan un alto nivel de incertidumbre, son ideales para contextos educativos como el de la arquitectura y el diseño, que actualmente están buscando promover activamente aprendizajes inspirados en modelos de colaboración y producción de conocimientos interdisciplinarios (Urdinola, 2018).

Contexto

En los últimos 3 años, el contexto social en Chile ha experimentado grandes cambios, develando problemáticas sociales y ambientales y acelerando cambios tecnológicos y productivos emergentes que impactan en las formas de enseñanza. Durante los últimos dos años de docencia remota, ha sido clave en nuestra labor docente responder responsable y creativamente a estas demandas. Esta experiencia corresponde al ciclo de Taller 2 de Arquitectura y Electivo de Biomimética realizados en la carrera de arquitectura de la Universidad Central de Chile, sede Región de Coquimbo, y Universidad de La Serena.

Metodología

Ambos cursos abordaron la observación analítica de la naturaleza como herramienta para orientar procesos creativos y promover el espíritu investigativo en los/las estudiantes. Se aplicaron dos enfoques de una misma estrategia metodológica utilizada por la Biomimética, Bottom-up y Top-down (Sandek et al., 2018), cuyos principales pasos son: definir, biologizar, descubrir, abstraer, implementar y evaluar (Imagen N°1).

El proceso de aprendizaje tuvo tres etapas: 1. Observación analítica de la naturaleza; 2. Abstracción, cuyo objetivo es traducir al diseño aquellos hallazgos naturales; y 3. Proyectual, donde se propone un proyecto de arquitectura propiamente tal.

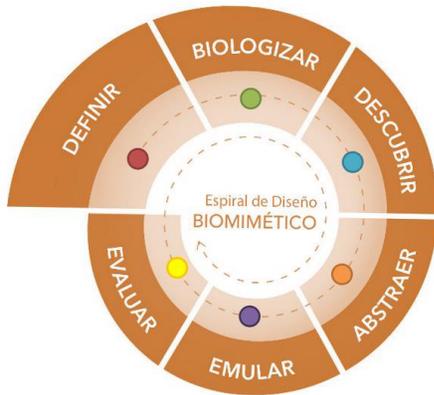


Imagen 1. Metodología Biomimética, paso a paso. Elaboración propia en base a Baummeister et al., 2014.

Desarrollo de la experiencia

Taller 2 - desde la naturaleza:

El taller tenía un total de 83 alumnos/as de primer año, divididos en 3 secciones a cargo de una dupla de profesores/as cada una. Con metodología Bottom-up, de la biología al diseño, se comenzó con la observación de la naturaleza para ser aplicada a un problema de diseño en particular.

Electivo de Biomimética:

Se aplicó a un total de 38 alumnos/as (de los últimos años de la carrera). Se utilizó metodología Top-down, del diseño a la biología, partiendo desde un problema específico, diseñar una cápsula habitable autónoma, para luego buscar en la naturaleza la inspiración más adecuada a lo planteado inicialmente.

1. Observación: Reconocimiento de elementos naturales simples presentes en el entorno cotidiano, agudizando la observación de formas, patrones y estrategias (Imágenes n°2, n°3, n°4, n°5 y n°6).



Imagen 2. Bitácora Natural, primeras tareas de taller 2. Elaboración propia.

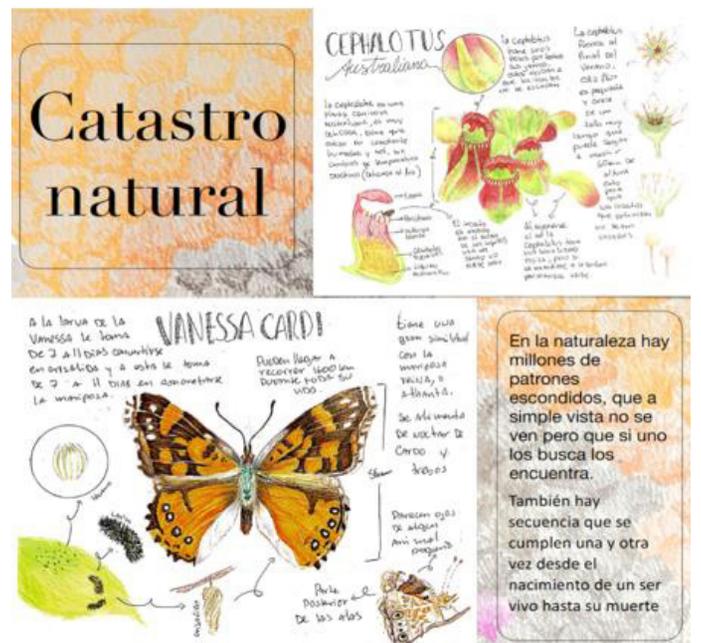
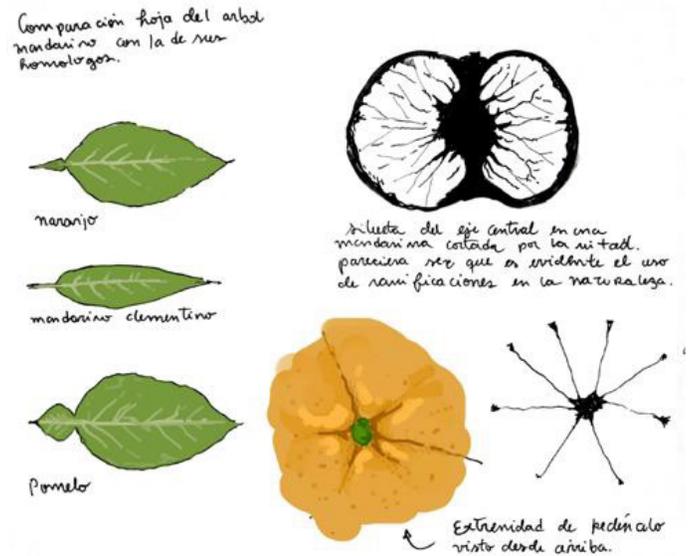
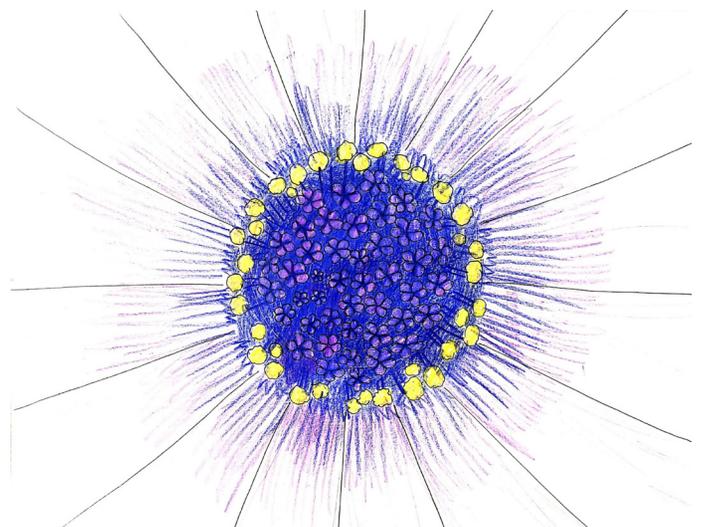


Imagen 3. Bitácora Natural, primeras tareas de taller 2. Elaboración propia.



LA NUEZ

COMPOSICIÓN

La nuez es el fruto del árbol de nogal, de forma redondeada y cáscara rugosa. En su interior contiene la parte comestible. Fue hace unos 7.000 mil años que la civilización mesopotámica comenzó a cultivar uno de los árboles frutales más viejos que existen.

Su nombre científico es *Juglans regia* que se traduce al español glanses de Júpiter. Este fruto se consideraba como un alimento de dioses. Su peculiar forma fue una de las probables razones: esa cáscara leñosa, dura y rugosa alberga cuatro semillas suaves cuya forma recuerda al cerebro humano.

SEMEJANZAS

La nuez tiene similitudes en su forma y patrones con el cerebro humano y las conexiones neuronales.

COMPOSICIÓN DETALLADA:

- Tabique interior
- Cáscara formada por dos caras - Endocarpo pétreo
- Fruto
- Sutura entre dos caras
- Cerebro humano (patrón sinuosidades)
- Conexiones neuronales (patrón explosivo y ramificaciones)

ABSTRACCIÓN

PATRÓN RAMIFICACIONES A PARTIR DE UNA RAMA CENTRAL
Abstracción de sutura en cáscara

PATRÓN EXPLOSIVO A PARTIR DE UN CENTRO
Abstracción de sutura en su base

PATRÓN SINUOSIDADES
Abstracción de fruto vista aérea

PATRÓN EXPLOSIVO A PARTIR DE UN CENTRO
Abstracción de fruto desde base

BIOMIMÉTICA

INFORMACIÓN: **BIOMIMÉTICA** (Logo)

CARACOL DE JARDÍN

HELIX ASPERSA

Famoso por su lentitud, el caracol común o simplemente caracol de jardín es una especie de gasterópodo terrestre, uno de los más conocidos del mundo.

Clase: Gasterópoda
Superfamilia: Helicoidea
Familia: Helicidae

Posen una excelente capacidad de pensamiento asociativo.

Pueden recordar los sitios en donde se encuentran o donde se hallan los objetos de su entorno.

FORMA CONCHA ESPIRAL

PATRONES MEXOTOS

COMPARACIÓN O CÓNCHA DE 2,5 - 3,5 CM DE ALTURA Y 2,5 - 4 DE DIÁMETRO

FORMA ESPIRAL DE 4 - 8 ESPIRALES

No todos los individuos tienen el caparazón del mismo color.

Presenta una forma de espiral y una superficie ligeramente rugosa.

CUANDO EL CARACOL CRECE, TAMBIÉN LO HACE SU CONCHA. UN CARACOL CERRA UNA SECCIÓN DE SU CONCHA Y ABRE UNA NUEVA CÁMARA AL CRECER. CADA CÁMARA SEBA MÁS GRANDE QUE LA ANTERIOR.

ESTE PROCESO FORMABA UNA ESPIRAL LOGARÍTMICA.

El molusco tiene un cuerpo blando protegido por el caparazón, pero cuando se siente en peligro, se retrae para encontrar refugio. Al moverse, deja en su rastro una estela de fluido viscoso.

ABSTRACCIÓN: BORDE DE MARTE, CÁMERA, CONCHA, OJO, PIE, MUSCULO RESPIRATORIO, TENTÁCULO.

BIOMIMÉTICA

INFORMACIÓN: **BIOMIMÉTICA** (Logo)

Imagen 4. Bitácora Natural, primeras observaciones Electivo de Biomimética. Elaboración propia.

MATRICARIA RECUTITA (MANZANILLA)

INFORMACIÓN

- Nombre científico: Matricaria recutita
- Nombre común: Manzanilla
- Clase: Magnoliopsida
- Familia: Asteraceae
- Género: Matricaria
- Reino: Plantae
- Forma / Patrón(s) principal: Espiral

DIMENSIONES

PLANTA: 60 cm

FLOR: 1-2 cm

CARACTERÍSTICAS

- La manzanilla es una planta de porte herbáceo, anual y aromática. Presenta un tallo erguido, ramoso y puede llegar a alcanzar una altura de 80 cm (aproximadamente).
- Sus hojas son pinnadas, alternas, segmentadas y tienen una ligera capa de vello.
- En verano, la manzanilla desarrolla con una inflorescencia formada por numerosas flores amarillas reunidas en capítulos que a su vez se encuentran rodeados de ligulales blancas y de una corola de color amarillo.

ABSTRACCIÓN: La parte interna de la flor de manzanilla genera un espiral naturalmente. Va en sentido contrario en relación al punto donde se genera la corriente. Cerramiento espacial que se resuelve en sí misma, creando un entorno resguardado.

BIOMIMÉTICA

INFORMACIÓN: **BIOMIMÉTICA** (Logo)

PHYSALIS (SOLANACEAS)

CARACTERÍSTICAS

FORMA: HOJAS DE CORAZÓN, FRUTOS ESFÉRICOS Y FLORES DE CAMPANA

PATRONES PRINCIPALES: RAMIFICACIÓN Y AGRUPACIÓN

COLOR: VERDE OSCURO, FRUTO NARANJA

TEXTURA: HOJA ASPERA, FRUTO LISO

TAMAÑO: HASTA 1M, MÁXIMO 2M CON CUIDADOS

ESPECIALES

REINO: VEGETAL (PLANTAE)

Fruto dentro de su capuche.

En anaranjado el fruto es muy parecido al tomate, con la diferencia de su tamaño y aspecto.

Golden berry y su cubierta.

Alcanza una profundidad de 30 a 50 cm.

Este cultivo presenta un patrón en forma de pirámide, como el de su flor, pero a su vez tiene ramificaciones en sus sépalos, como pequeñas hojas que se unen y protegen al fruto interior. El desarrollo de una planta es un patrón que se repite en casi toda la planta, o en lugares donde se necesitan refugio, como la flor para mantener su forma y el espacio para proteger al fruto.

ABSTRACCIÓN HOJA

ABSTRACCIÓN FRUTO

ABSTRACCIÓN FLOR

ABSTRACCIÓN CAPACHO

INTEGRANTES: M. CUADRA - N. JORQUERA - I. QUIÑONES - P. ROJAS - M.F. TAPIA

BIOMIMÉTICA

INFORMACIÓN: **BIOMIMÉTICA** (Logo)

Imagen 5. Bitácora Natural, primeras observaciones Electivo de Biomimética. Elaboración propia.

Patrón: Ramificación

Patrón: Explosión

Patrón: Agrupamiento

Patrón: Agrupamiento en forma de cúpula que actúa como capa impermeable

Patrón: Espiral

Diagram illustrating various patterns and structures of a broccoli head, including ramification, explosion, grouping, and spiral patterns.

BIOMIMÉTICA

INFORMACIÓN: **BIOMIMÉTICA** (Logo)

Imagen 6. Bitácora Natural, primeras observaciones Electivo de Biomimética. Elaboración propia.

2. Abstracción: Profundización de la observación de la naturaleza. Se encuentra material visual que despierta sensibilidad y creatividad para el proceso proyectual de un espacio (Imagen n°7 y n°8).

3. Proyectual: Reconocimiento del entorno. Los estudiantes escogen un lugar a intervenir, desarrollando una propuesta de espacio habitable que puede basarse en formas, patrones y/o estrategias de la naturaleza (Imagen n°9 y n°10).

Encuesta

Se realizó una encuesta de percepción en torno a ambas experiencias. En taller 2, se aplicó a 2 secciones (51 estudiantes), obteniendo 24 respuestas (47%). A la pregunta 1: ¿Crees que la temática "desde la naturaleza" te ayudó a mirar con otra perspectiva tu entorno? Un 95,8% respondió Sí y un 4,2% No sé. A la pregunta 2: ¿Utilizarías la metodología de observar la naturaleza para tus



Imagen 7. Primeras protoformas basadas en patrones naturales, taller 2. Elaboración propia.

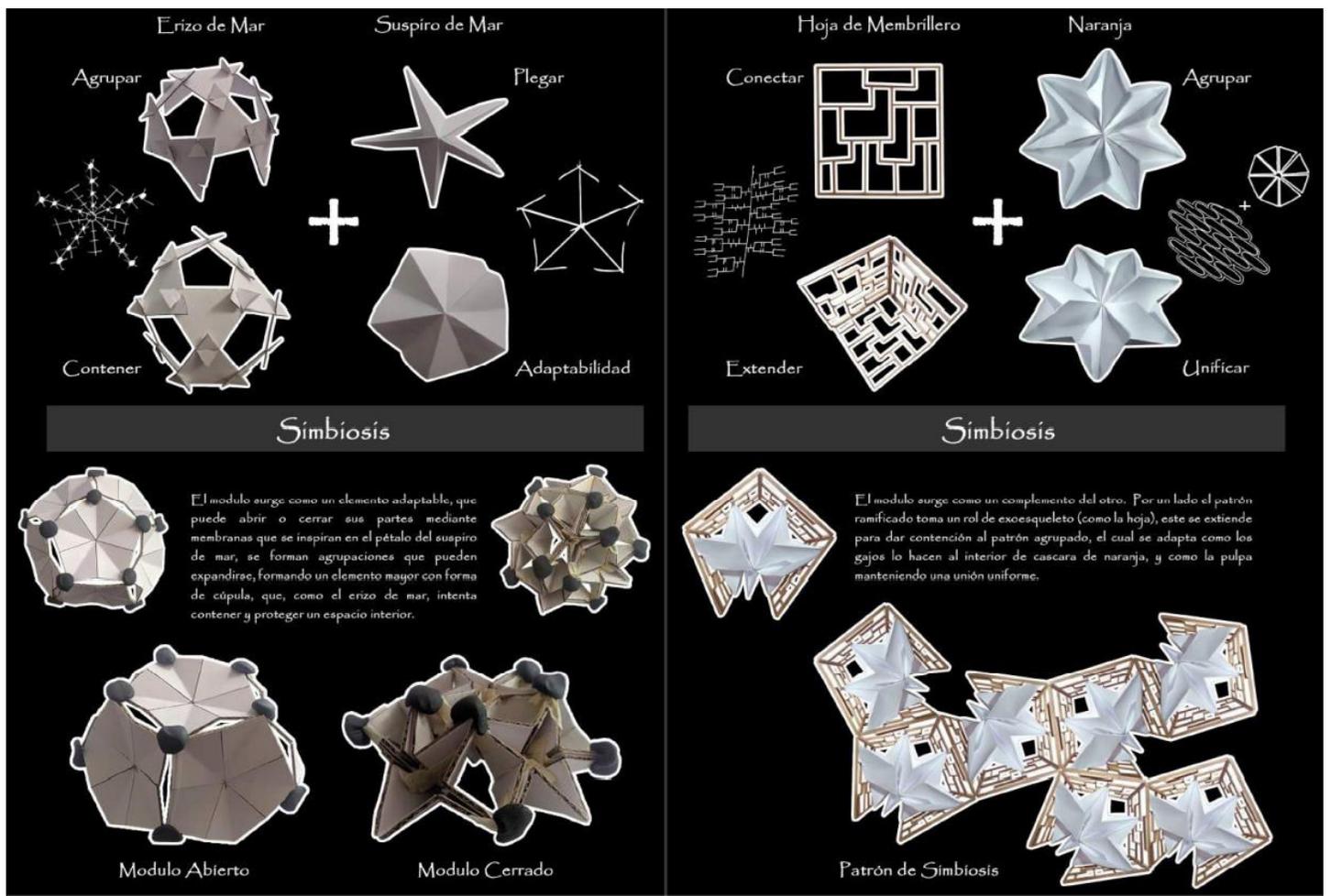


Imagen 8. Primeras protoformas basadas en patrones naturales, El.Biomimética. Elaboración propia.



Imagen 9. Proyectos finales destacados: Derecha, "Plaza de las Artes", por Ignacia Cuevas, inspirado en las nervaduras de las hojas y tela de araña; izquierda, "Mirador del Encuentro", estructura en base a la repetición de un patrón observado en la naturaleza, por Camila Galleguillos. Elaboración propia.

Agaricus Bisporus - reino fungi

VELO: estructura que envuelve todas o la mayor parte de las láminas del hongo. Proteger el himenio.

Abstracción
FORMA PROTECCIÓN SUSTENTO

Ocupar - Proteger

Physalis - reino plantae

Abstracción
ENVOLVENTE

Ocupar - Proteger

ENVOLVER

Estrategia: Retráctil
Capturador de agua

Estrategia: Estructuración
Capturador de energía solar

Cuncuna Retráctil

CUNCUNA: Flexibilidad y movimiento
RETRÁCTIL: Como la capacidad de recogerse y ampliarse, potencial adaptativo del proyecto.
CUNCUNA RETRÁCTIL: Vacíos que se despliegan por la movilidad.

Propuesta de cápsula

PROPUESTA: Consiste en una cápsula retráctil que es capaz de almacenar agua y cuenta con un sistema de energía solar, que propicia al usuario recursos para autosustentarse en dicho espacio. Basada en los patrones de simbiosis entre la Physalis, como un núcleo y los hongos como retráctibilidad.

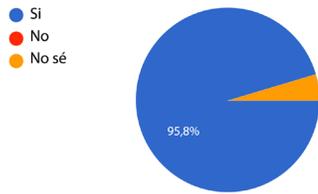
ESTRATEGIAS:
1-Almacenamiento de agua, a partir de una cáscara atrapanieblas que envuelven la cápsula, dispuestas de tal manera que recolectan el agua que puede ser utilizada por el usuario.
2-Energía solar, captación de esta por medio de un compartimento que se despliega y es capaz de ajustarse al ángulo adecuado para captar de manera correcta los rayos solares.

G3 CUNCUNA RETRÁCTIL

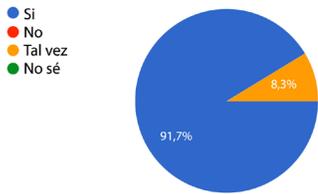
Angélica Carrión - Natall Guerrero - Alicia León - Katalina Trujillo

Imagen 10. Proyecto final destacado: "Cuncuna Retráctil" cápsula autónoma habitable, Alumnas A. Carrión, N. Guerreo, A. León, K. Trujillo, inspirado en el capullo de Physalis y estructura fungística, Electivo Biomimética. Elaboración propia.

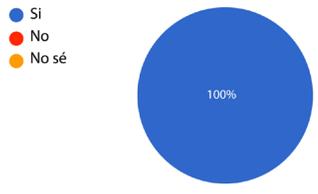
PREGUNTA 1 - Taller 2
24 respuestas



PREGUNTA 2 - Taller 2
24 respuestas



PREGUNTA 1 - Curso biomimética
15 respuestas



PREGUNTA 2 - Curso biomimética
15 respuestas

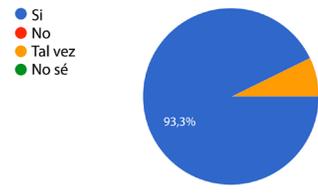


Imagen 11. Resultados de la encuesta sobre las experiencias con metodologías de la Biomimética. Elaboración propia.

Observación analítica de la naturaleza



Obstrucción, cuyo objetivo es traducir al diseño aquellos hallazgos naturales



Proyectual, donde se propone un proyecto de arquitectura propiamente tal



Imagen 12. Proceso de aprendizaje, etapa de observación, etapa de abstracción y etapa de traducción.

propuestas de futuros proyectos de taller? Un 91,7% respondió Sí y un 8,3% Tal vez. En el curso de Biomimética (38 estudiantes) se obtuvieron 16 respuestas (42%). En la pregunta 1, un 100% respondió Sí, mientras que para la pregunta 2, un 91,7% respondió Sí y un 8,3% Tal vez. (Imagen N°11)

Conclusiones

La interdisciplinariedad fomenta activamente que estudiantes respondan creativamente, incentivando la capacidad de anticiparse a distintos contextos (sociales, económicos, tecnológicos, ambientales, etc.) cada vez más complejos y desfavorables climáticamente. La Biomimética, como alternativa al modelo de enseñanza-aprendizaje usualmente utilizado en las escuelas de arquitectura, nos ayudó a estimular procesos metacognitivos de los/las estudiantes, logrando propuestas de diseño con enfoque sustentable. La metodología Bottom-up y Top-down, que combina la conceptualización, la experiencia y la experimentación, permitió transferir de manera sistemática (Imagen N°12) todas aquellas observaciones que fueron útiles en alguna fase del proceso de diseño. Para el caso del taller de arquitectura, la metodología bottom up resultó ser la más apropiada para estudiantes de primer año, con pocas herramientas de observación y que aún no tienen un proceso de diseño propio. La percepción de estudiantes fue positiva y se vislumbra como una herramienta que pueden seguir utilizando a futuro. Se espera seguir mejorando y nutriendo con las opiniones de nuestros/as estudiantes esta metodología para abordar procesos creativos.

Referencias bibliográficas

- Baumeister, D., Tocke R., Dwyer J., Benyus J., Ritter Sch., (2014). Biomimicry Resource Handbook: a seed bank of best practices. Editor Biomimicry 3.8. <https://doi.org/9781505634648>
- Benyus, J. (2002). Biomimicry: Innovation inspired by nature . New York. HarperCollins. <https://doi.org/9780061958922>
- Mutaqi, A., (2018). Architecture Studio Learning: Strategy to Achieve Architects Competence. eduARCHsia 2017. Yogyakarta, Indonesia: SHS Web of Conferences 41, 04004 (2018). <https://doi.org/10.1051/shsconf/20184104004>
- Sandak A., et al. (2019). Bio-based Building Skin. In S. J. Sandak A., Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes (p. 183). Springer Open.
- Sawyer, R. K., (2018). Teaching and Learning How to Create in Schools of Art and Design. Journal of the Learning Sciences, 27(1): 137-181. <https://doi.org/10.1080/10508406.2017.1381963>
- Urdinola S. D., (2018). Biomimética y Diseño (Colección Morfología y Diseño). Medellín: UPB Universidad Pontificia Bolivariana. <https://doi.org/ISBN:978-958-764-524-8>