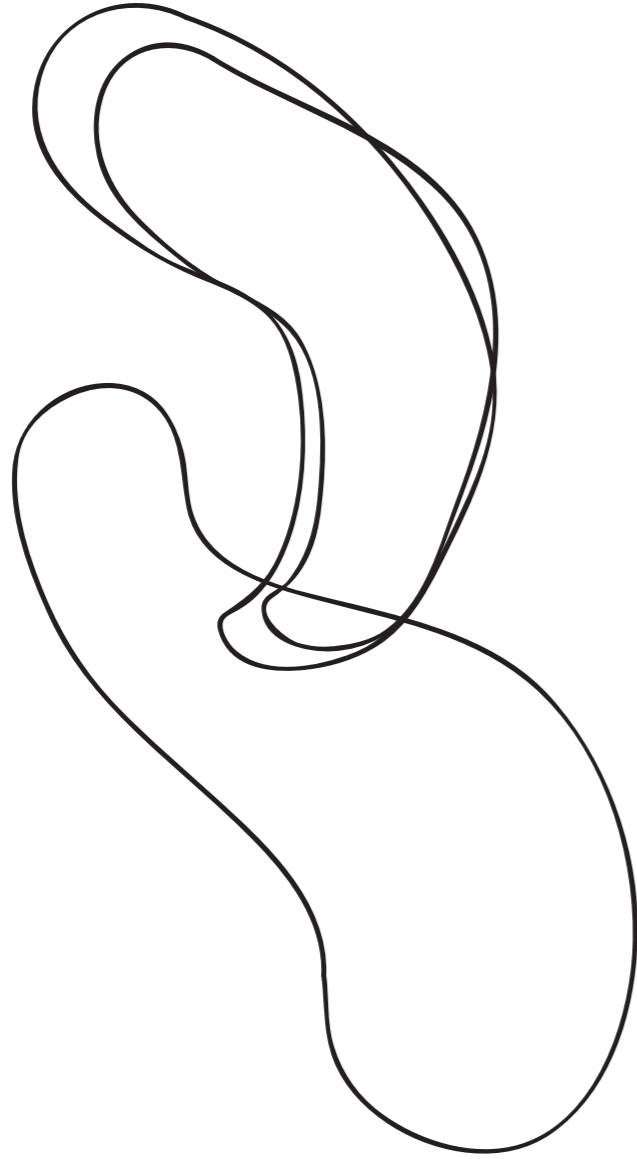


Hinea Biolamp
Relación simbiótica con algas luminiscentes

Mariana Boubet Neumann
Diseño Industrial

Profesor guía Sr. Marcelo Araya
Escuela de Arquitectura y Diseño e[ad]

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Valparaíso, Chile
2018



HINEA BIOLAMP
**RELACIÓN SIMBIÓTICA CON
MICROALGAS LUMINISCENTES**

Agradezco a quienes me han acompañado y acompañarán en las diferentes etapas de este proyecto, a quienes han creído en mí en todo momento y me han motivado a seguir soñando.

Jimena Neumann
Andrés Boubet R
Violeta Quinteros

Andrés Boubet N
Daniel Boubet

Tamara Hidalgo
Damián Zamora

Marcelo Araya
Francisco Saitua (La Vidriera)
Sebastián Sastre
Roberto Rodríguez (Vidriero PUCV)
Rodrigo Véliz (Taller Barros Pomaire)

Karen Márquez (Ing. Química NBC)
Camila Ahumada (Ing. Química NBC)
Pilar Muñoz (Biología Marina UV)

CONTENIDO

00	P 15	ABSTRACT			
01	P 17	COMPRESIÓN DEL MEDIO DISEÑO Y LA OBSERVACIÓN DE LA DIMENSIÓN NATURAL	03	P 39	BIOLUMINISCENCIA RECURSO LUMÍNICO NATURAL PARA NUEVAS SOLUCIONES DE DISEÑO
	P 18	DISEÑO ORGÁNICO		P 40	ENERGÍA LUMÍNICA GENERADA QUÍMICAMENTE
	P 22	OBSERVACIÓN DE LA NATURALEZA		P 43	ORGANISMOS BIOLUMINISCENTES
	P 26	EL RECURSO LUMÍNICO A TRAVÉS DEL DISEÑO		P 54	ESTADO DEL ARTE DE UN DISEÑO LUMÍNICO BIOSUSTENTABLE
02	P 31	BIOMIMÉTICA ¿CÓMO LO RESUELVE LA NATURALEZA?	04	P 61	LÁMPARA BIOLUMINISCENTE PROPUESTA DE HABITAR EN SIMBIOSIS CON LOS OBJETOS COTIDIANOS
	P 32	SIMBIOSIS ENTRE BIOLOGÍA Y DISEÑO		P 63	ESTUDIO DE FORMAS ORGÁNICAS
	P 34	NIVELES DE BIOMIMÉTICA PARA EL DISEÑO		P 66	ETAPAS DE PROTOTIPADO
				P 69	HINEA BIOLAMP
				P 70	PROCESO CREATIVO DE UNA LÁMPARA BIOLUMINISCENTE
				P 72	EXPERIMENTACIÓN DE FORMAS ORGÁNICAS CON SOPLADO DE VIDRIO
				P 74	EL VIDRIO SOPLADO. TÉCNICAS Y OFICIO
				P 81	CUIDADOS Y MANTENIMIENTO
				P 81	RELACIÓN SIMBIÓTICA CON ALGAS BIOLUMINISCENTES

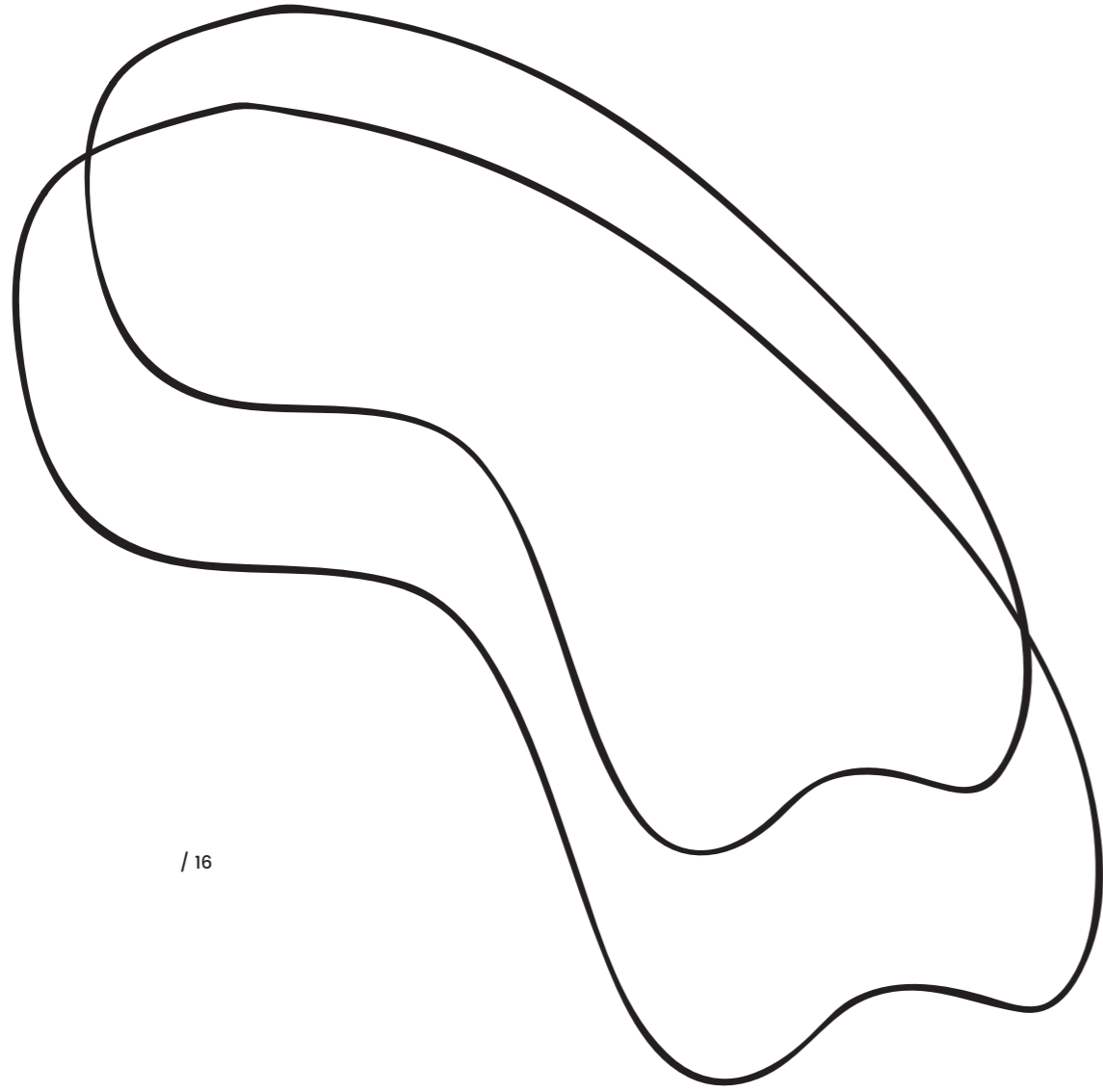
ABSTRACT

¿Cómo se puede vincular al hombre y a la naturaleza a través del diseño? ¿Es posible que desde el diseño se pueda crear lo orgánico?

Los elementos que componen el orden de los sistemas naturales velan por un equilibrio con el entorno y una optimización de los recursos, mientras que el vínculo entre el hombre y la naturaleza da cuenta de una adaptación a conveniencia, alterando nuestros ritmos y necesidades. El diseño toma un rol fundamental al momento de crear nuevas soluciones, las cuales la naturaleza en su mayoría ha podido resolver por sí misma.

Se realiza una investigación en base a la relación de la naturaleza y el diseño, tomando la experimentación como metodología para observar las respuestas orgánicas de materiales como el vidrio, para integrar estos comportamientos al diseño a través de la biomimética junto a la utilización de recursos biológicos, para así cuestionar la forma en la que nos relacionamos con los artefactos que creamos y proponer un vínculo simbiótico con los objetos de la vida cotidiana.

El proyecto comprende un objeto lumínico que sustenta su fuente energética por sí mismo, utilizando como recurso microalgas bioluminiscentes las que habitarán en simbiosis con el usuario. De esta manera, se busca cuestionar nuestro entendimiento de diseño sustentable y proponer nuevas dinámicas que, desde el proceso creativo de diseño hasta la consciencia de nuestras necesidades, comprendan variantes inspiradas directamente del funcionamiento del mundo natural.



/ 16

01

COMPRENSIÓN DEL MEDIO

**DISEÑO Y LA OBSERVACIÓN DE LA
DIMENSIÓN NATURAL**

/ 17

COMPRENSIÓN DEL MEDIO

DISEÑO ORGÁNICO

DE LA EXPERIMENTACIÓN A UN NUEVO DISEÑO SUSTENTABLE

La relación entre diseño y naturaleza puede ser crucial para el proceso creativo. La observación y comprensión del medio natural y su funcionamiento nos abre los ojos y la perspectiva a un sinnúmero de posibilidades y soluciones que la naturaleza ha desarrollado por sí misma.

En una primera etapa investigativa en base a la comprensión del diseño orgánico, el estudio de casos y la experimentación de materiales y formas naturales, se entiende que el sistema de la naturaleza funciona tal como lo hace un organismo, al estar compuesta de partes individuales que trabajan en conjunto para lograr un equilibrio común. Utiliza la menor cantidad de recursos y energía posibles, lo que resulta en formas de vida simbióticas, en la multiplicidad y en lo colaborativo, obteniendo un sistema incapaz de volverse obsoleto al estar continuamente en un estado de adaptación y evolución.

Autores y referentes como Bruno Munari, Hegel, Neri Oxman o Gillo Dorfles, presentan propuestas y pensamientos en torno a esta dinámica que nos dicen de un diseño con carácter orgánico, relacionando la naturaleza y la condición artificial del hombre.

¿Es posible que el diseñador pueda crear lo orgánico? ¿Formas, sistemas, materiales? La observación, en este caso, no sería suficiente debido a que la clave que da cuenta de la forma y sistemas naturales es cómo ésta se manifiesta, su libertad, autonomía y la capacidad de crear siempre variantes únicas.

Algunas de las características que se rescatan para darle forma a este proceso creativo son la cualidad simbiótica o colaborativa de algunas especies y fenómenos naturales, junto a la capacidad evolutiva y sustentable que los mantiene en equilibrio con el entorno.

De esta forma, se propone el diseño de un objeto capaz de sustentar su fuente energética por sí mismo, recurriendo a fuentes biológicas que entablen un habitar simbiótico entre usuario y objeto, llevando a discusión una nueva manera de relacionarnos con los artefactos que creamos y el proceso creativo que desarrollamos a través de una nueva comprensión de un diseño sustentable.

Bibliografía de ejemplos
No se obtiene la problemática
→ ir a la fuente
de información.

LA HIPÓTESIS
UNA PRIMERA PREGUNTA

- M: EXPERIMENTACIÓN DE MATERIAS QUE EN CONJUNTO LOGRAN UNA LECTURA. ENCONTRAR UNA METODOLOGÍA. SISTEMATIZACIÓN DE UN ESTUDIO.
- P: NO TODO SIRVE PARA TODO. SE DEBEN UNA LÍNEA DE TRABAJO PARA DESARROLLAR LA IDEA.
- A: MEJORA. CLÁSICO DE LA ESTANDARIZACIÓN ALEMANA.
- ¿POR QUÉ NO BASTA? HAY ALGO MÁS QUE HACE FUNCIONAR LAS COSAS Y EL MUNDO.
- A: ESCENOGRAFICO PARA "DAR VIDA" A UN LUGAR. "LA OBRA ES UN SOPORTE DE LO PÚBLICO". LAS COSAS (OBJETOS) NO SON SOLO PARA VERLAS, SINO QUE PARA REDEFINIR EL MISMO ESPACIO. LAS PERSONAS SE TRANSFORMAN EN ACTORES DEL MISMO ESPACIO. (¿CÓMO?)

/ 20

(LOGRAR DEFINIRLO CON MIS PROPIAS PALABRAS)

REALISMO MÁGICO
COMPRENDER LOS EVENTOS NATURALES "INEXPLICABLES" A TRAVÉS DE LA FANTASÍA.
EL CONTRASTE

«RANCHO DE APARICIÓN»
S. SANTIAGO - MACHUCA!!

p. 130 DECU

La distorsión puede generar formas orgánicas a través de formas concretas.

FORMAS ESENCIALES FIGURAS BASE QUE PUEDEN RE-ICARSE CON VARIACIONES DE SUS COMPONENTES

FORMA GEOMÉTRICA / FORMA ORGÁNICA

objetos o manifestaciones naturales.

SAN SANTIAGO: MACHUCA. CELEBRACIÓN LÚDICA.

NECESIDADES VITALES TIENE UNA RAZÓN

LA FORMA SE OBTIENE A TRAVÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN NO ES ESTRUCTURABLE LAS MÓDULOS NO SIRVEN

FENÓMENOS DONDE LOS RESULTADOS NO SON JAMÁS REGULARES, PERO HAY CARACTERÍSTICAS (P.E. VISIVAS) QUE DA LA REGIÓN

BRUNO MUNARI. DE PASA DE LO GEOMÉTRICO A LO ORGÁNICO. NO SE PUEDE COMPRENDER EL MUNDO VISIBLE SOLO A TRAVÉS DE LA GEOMETRÍA. DEBEMOS INTENTAR COMPRENDER SU NATURALEZA ORGÁNICA HASTA DONDE NUESTRA CAPACIDAD NOS PERMITA

ORGÁNICO FANTASÍA METAMORFOSIS CONTRASTE / EQUILIBRIO EL DISTINGO

ciclo de la vida

EL ORGANISMO VIVO TIENE SU PROPIETARIO, COMO EL ARTE (ALFARO P. 101). TIEMPO

* FLEX P. 310 DECU

LEVEZAD ETÉREO AGUA + líquidos

comparación de formas relacionadas, más que en la def. exacta de cada una, y la de formación de una figura compleja para su comprensión (Teoría Matemática de Transformaciones)

El análisis matemático de la forma orgánica
→ MÉTODO DE COORDENADAS
→ FORMAS RELACIONADAS.
→ TRANSFORMACIONES INVERSAS

TRAER A LUGAR ALGO (OBJETO / FENÓMENO) QUE GENERE UN CONTRASTE

imaginación creatiudad
DURO / BUNO OSCURO / LUZ PESADO / LIVIANO PRESENTE / FUTURO

CUERPOS FORMALES DEL AGUA FLORA FAUNA COMPORTAMIENTO DE LÍQUIDOS

REGULARIDAD Y REPETICIÓN?

OBJETO ARTIFICIAL (ARTEFACTO)

OBJETO NATURAL

P. 15 Aguir y Ace. materializa una intención preexistente y la forma depende de su ejecución (proyectiva)

configurado por el libre juego de fuerzas físicas (objetivo) según método científico. AUTOSUFICIENTE!!!

CONTRASTE.

EL REALISMO MÁGICO VIENE A PRESENCIA A TRAVÉS DEL CONTRASTE QUE FORMA EL EQUILIBRIO. SE COMPRENDE COMO NATURAL.

CARÁCTER AUTÓNOMO Y ESPONTÁNEO DE LOS PROCESOS MORFOLÓGICOS

ABSTRACT:

1. CONTEXTO
2. ENCAUSAR PROBLEMÁTICA
3. CÓMO SE INVOLUCRA EL DISEÑO

CITACIÓN CHICAGO

1. NOMBRE, CAPÍTULO, LIBRO, EDICIÓN (LUGAR, AÑO), PAGINAS.

/ 21

OBSERVACIÓN DE LA NATURALEZA

COMPRENDER EL ENTORNO DESDE UNA MIRADA DE DISEÑO

Como diseñadores, el método de estudio que ponemos en práctica es la observación. Nos concentramos en cómo habitamos los espacios y los objetos, gozando de una sensibilidad privilegiada con lo que nos rodea. Somos capaces de distinguir juegos de luces y sombras en las calles, que nos conducen a sensaciones colectivas. Podemos reconocer ritmos en el fluir de la ciudad que revelan necesidades individuales. Podemos, desde la abstracción de un leve gesto, tejer una compleja red de soluciones para asegurar una comodidad que no podíamos reconocer.

Sin ir más lejos, si observamos la costa pacífica que se abre al mar, se pueden distinguir un sin número de amaneceres diferentes, cada uno con matices de colores irrepetibles capaces de sobrecogernos ante su tiempo efímero y sin razón aparente de ser. Los colores más increíbles e intensos logrados por la combinación de un cóctel de gases, agua y químicos elevados en la atmósfera sin necesidad de pigmentos. El rocío invernal que limpia los ágaves del cerro, que por la complejidad de la superficie y geometría de sus hojas carnosas son capaces de lavarse haciendo fluir el agua por sus canales.

Observamos cómo los pelícanos van cortando el viento, manteniendo un equilibrio perfecto en el borde de las olas. El mar y los organismos que lo habitan, que se van abriendo paso carcomiendo las ruinas de hormigón en la costa. Hasta llegar a la fruta

que sostenemos en la mano, que contiene en la estructura de las fibras de su interior un néctar concentrado, sin filtrar ninguna gota a través de la cáscara.

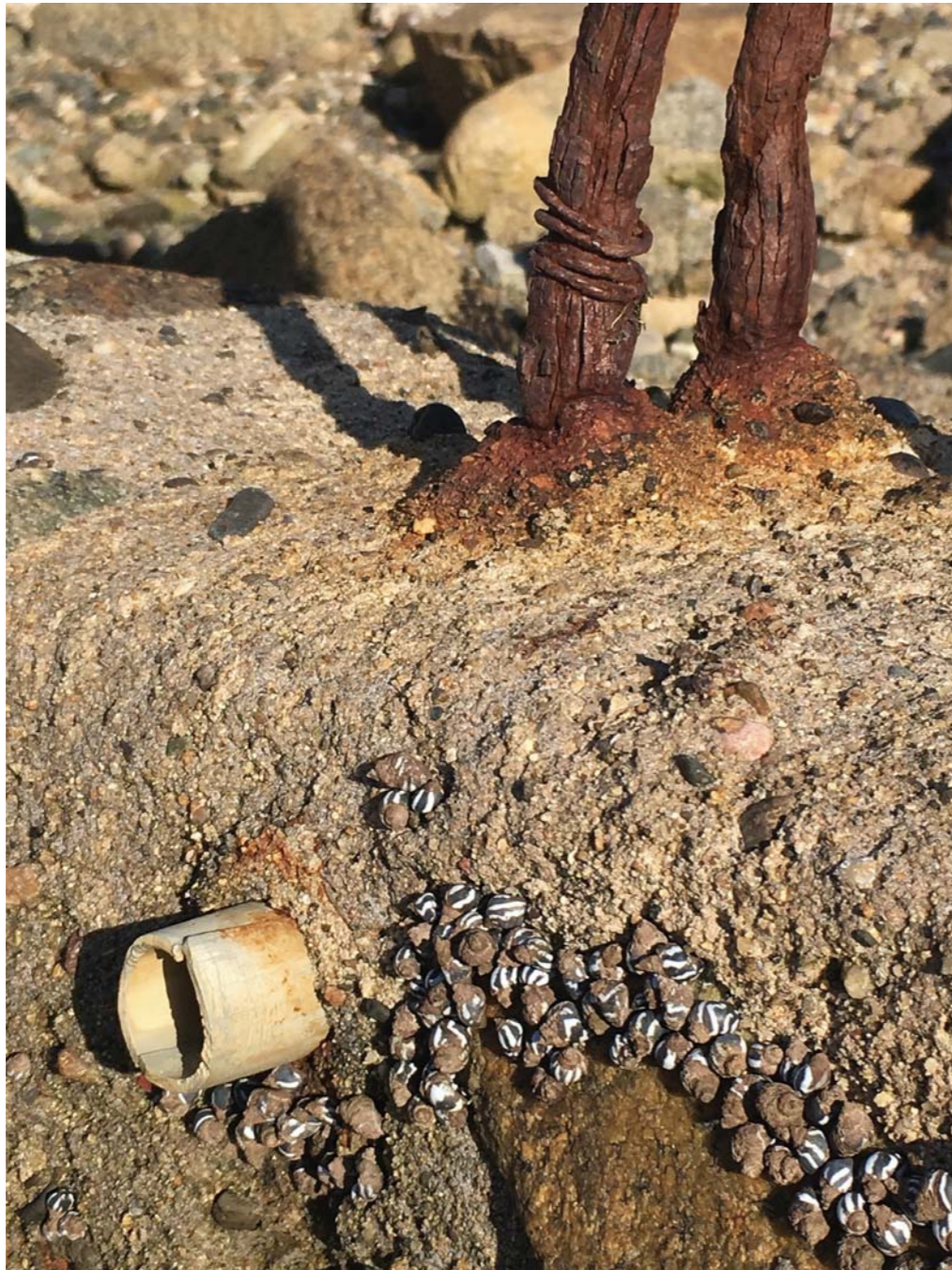
La naturaleza distingue una elegancia formal en los seres vivos. Nos evidencia problemáticas que se resuelven a través de procesos que los diseñadores no hemos tenido que intervenir, de la manera más eficiente posible.

Lo natural se basa en ciclos trabajando en una solidaridad de sistemas y en una impredecibilidad de su comportamiento. Los objetos que crea artesanalmente el hombre tienen un carácter individual y único, mientras que los productos industriales se replican perfectamente. Lo que distingue a la naturaleza es su capacidad de tomar ambas realidades.

El comportamiento natural podemos comprenderlo y rescatar lo mejor de él, incluso utilizar los mismos recursos orgánicos a través del bioprocesamiento o biofabricación para poder crear bajo una inspiración que se caracteriza por otro ritmo, uno que percibe el entorno con todos los sentidos.



Travesía San José de Chiquitos, Bolivia 2015 | Taller de Fabricación



"Tal es la belleza de los seres individuales. Sucede de otro modo cuando consideramos la naturaleza en su conjunto. Ya no se trata entonces de una disposición orgánica de las partes y de la vida que anima a éstas, sino que se nos presenta a la vista una rica multiplicidad de objetos formando un conjunto: montañas, árboles, un río, etc. En esta diversidad aparece una unidad exterior, la cual nos interesa por su carácter agradable o conmovedor. Se añade a este aspecto la propiedad, que tienen los objetos de la naturaleza, de despertar en nosotros simpáticamente sentimientos debidos a la secreta analogía existente entre ellos y los estados del alma humana."

(Hegel, 1980)



Travesía de La Luz, Montevideo 2016 | Taller de Espacios Expositivos y Taller del Color

/ 26

EL RECURSO LUMÍNICO A TRAVÉS DEL DISEÑO

OBSERVACIÓN DE LA LUZ Y LA OSCURIDAD

Para conseguir luz, antiguamente, existía un trabajo ancestral donde la capacidad de observar en la oscuridad correspondía a un esfuerzo previo. Hoy, la luz artificial es sinónimo de inmediatez y disminuye el tiempo de reacción del usuario, no tenemos nada que esperar ni hacer para poder iluminar una habitación o el camino por el cual caminamos. Hemos paulatinamente olvidado la consciencia de un esfuerzo por conseguir luz o el habitar en la oscuridad - actualmente en el mundo occidental la oscuridad es negativa, es sinónimo de descuido, miedo, peligro o mala calidad. Al ser así, se dificulta el percatarnos del vínculo natural que tenemos con la luz que durante siglos ha regido nuestros tiempos y ritmos de vida, como también la percepción y relación que tenemos con los objetos, espacios y todo lo que nos rodea.

LA LUZ ARTIFICIAL COMO PROBLEMA DE DISEÑO

Prescindir del ritmo y temporalidades de la tierra en una muy reciente era de luz artificial incrementa nuestra actividad y, posiblemente, altera las necesidades naturales propias del hombre y del entorno. Muchos sistemas de la naturaleza configuran su funcionamiento según ciclos circadianos los que se rigen por la luminosidad ambiental: los ciclos metabólicos de nuestro organismo, el sistema fotosintético de las plantas, los ciclos de reproducción de ciertos insectos o el canto de despertar de las aves son algunos ejemplos.

En el caso de la urbanización, la iluminación artificial puede alterar radicalmente los ecosistemas naturales perturbando sensorialmente ciertos organismos, los que presentan mayor o menor facilidad para adaptarse a los ritmos artificiales que ha impuesto el hombre. Un ejemplo de ello es el caso de las luciérnagas *Aquatica ficta* las cuales dificultan su reproducción al verse expuestas a ambientes con una luz artificial de longitud de onda de 533 nm o inferior, resultando en una disminución de sus señales de cortejo bioluminiscentes. Esto nos da una responsabilidad en términos de diseño para observar estos comportamientos y proponer nuevas soluciones que se adapten o promuevan un entorno apto para todos. (Stevahn, Benno & En-Cheng Yang, 2018).

/ 27

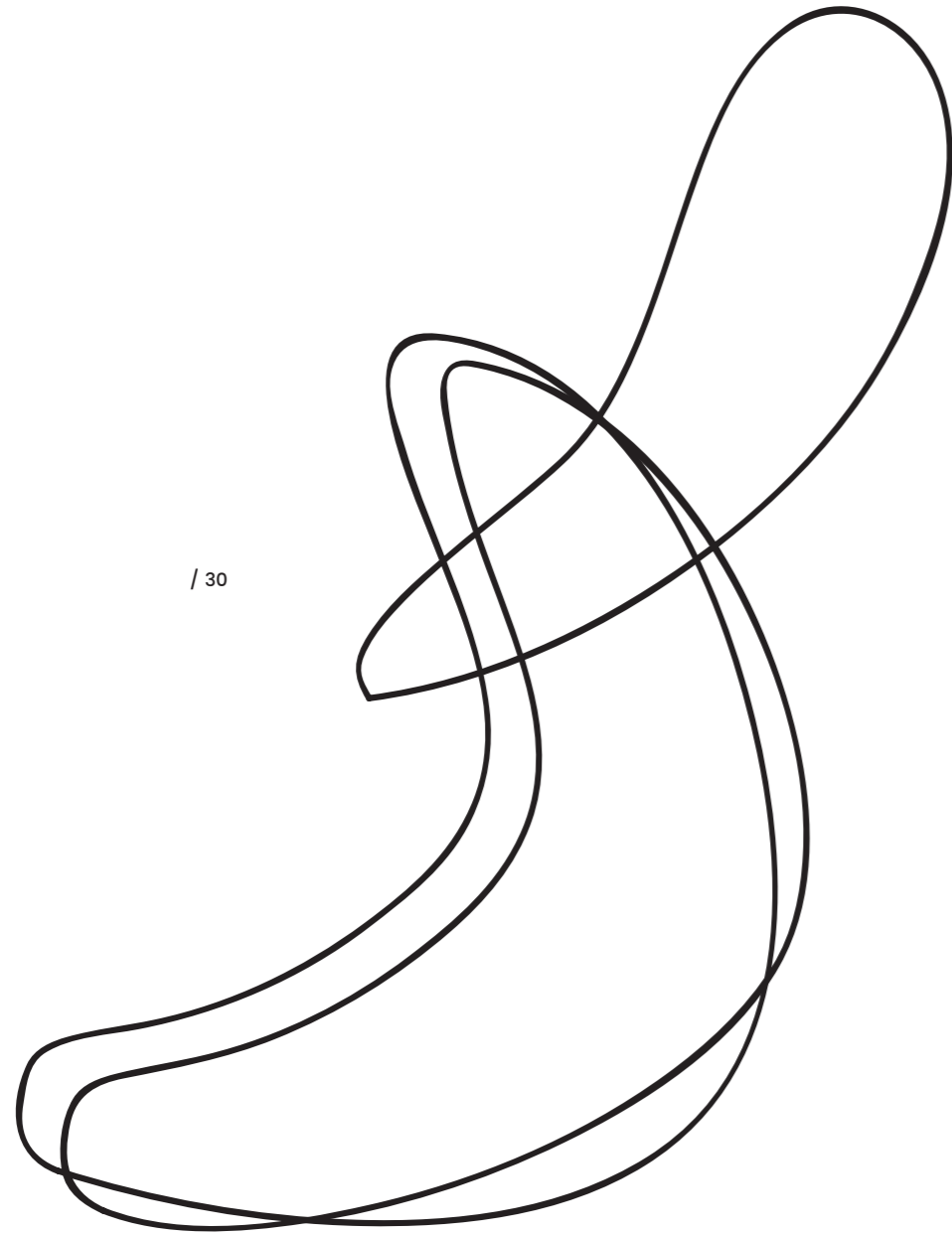
APRECIAR LA NATURALEZA A TRAVÉS DE LA SOMBRA

Desde un ámbito cultural, en las antiguas costumbres orientales se acostumbra a relacionar la vida del hombre directamente con la naturaleza. En China y Japón, la oscuridad o las sombras es lo que les da valor a su identidad estética en ámbitos arquitectónicos, vestimenta, objetos y hasta en apariencia física.

La belleza se aprecia en un enigma que se descubre en la ausencia de la luz, compuesta delicada y dedicadamente para apreciar el real valor de los elementos y materiales. Para el pensamiento oriental, el desgaste natural de los objetos es una respuesta bella de los azares y voluntad de la naturaleza. Los materiales buscan siempre acercarse al hombre a su origen natural, siendo consecuentes con una sensibilidad que se origina en la sombra. (Tanizaki, 2012)

La naturaleza, según el budismo, no existe para ser utilizada por el hombre. La naturaleza es en conjunto parte del hombre, y somos nosotros quienes debemos admirarla conmovidamente (Fromm, 1960).

“La máquina lo apura a uno a terminar el trabajo y alcanzar el objetivo para el que está hecha. El trabajo o labor no tiene valor por sí mismo salvo como medio. Es decir, la vida pierde aquí su carácter creador y se convierte en un instrumento.”
(Fromm & Suzuki, 1960: 09)



/ 30

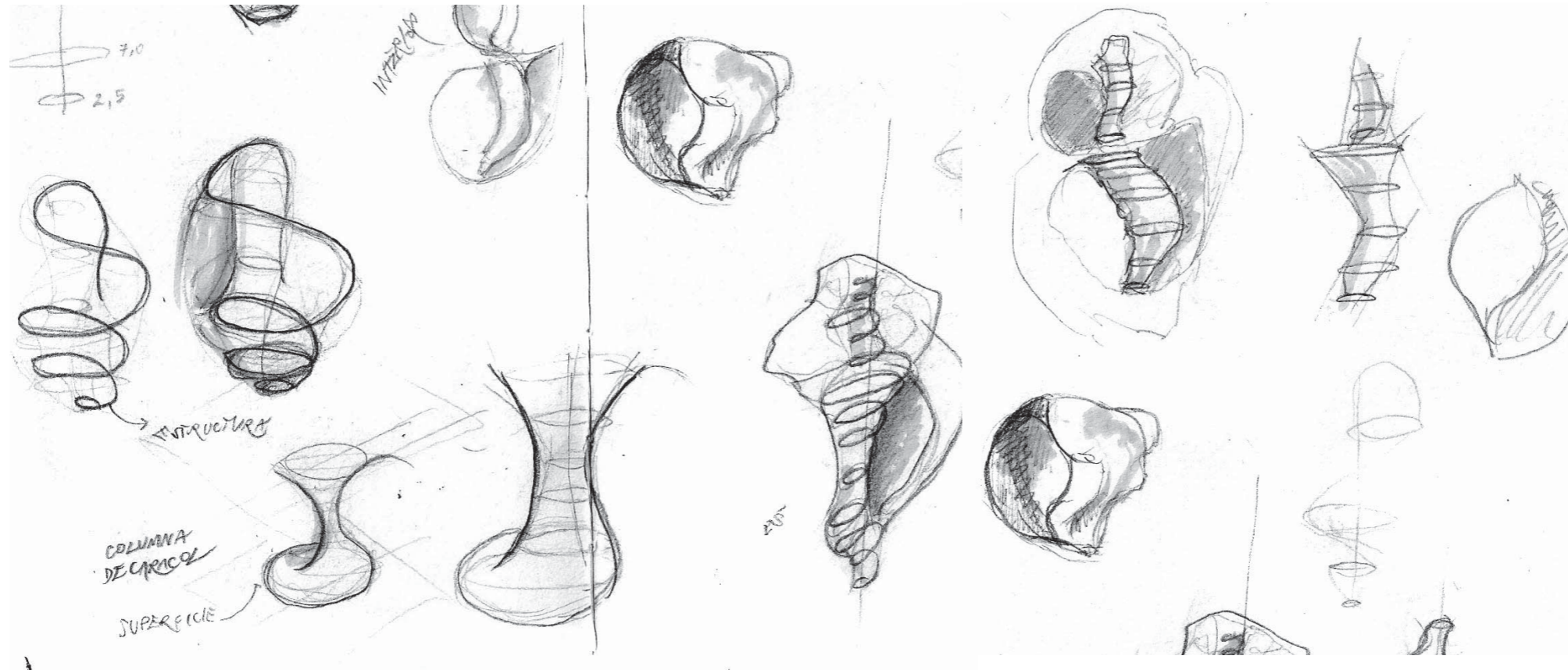
02

BIOMIMÉTICA

**¿CÓMO LO RESUELVE LA
NATURALEZA?**

/ 31

BIOMIMÉTICA



Estudio de moluscos gasterópodos para prototipado de formas orgánicas.
Fase de experimentación Título 02.

BIOMIMÉTICA

SIMBIOSIS ENTRE BIOLOGÍA Y DISEÑO

La biomimesis se basa en aprender de la naturaleza para innovar en el diseño de tecnologías, productos, procesos y materiales de manera sustentable.

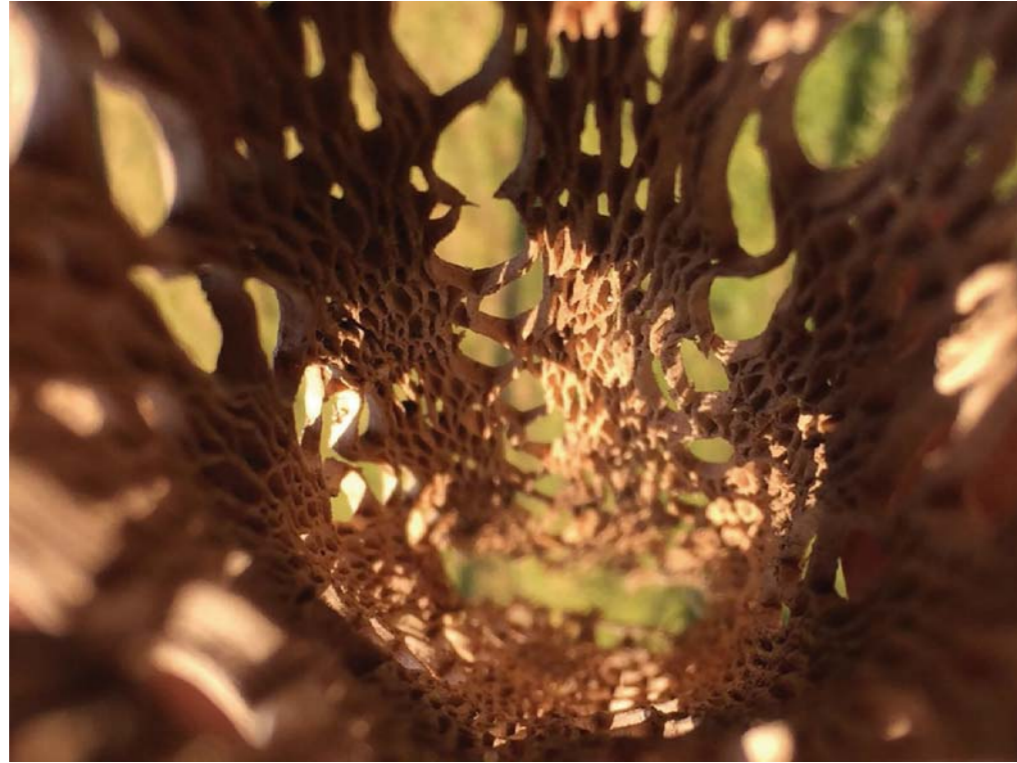
El principio básico de la naturaleza radica en asegurar una trascendencia de las especies, es por esto que no es excluyente con el hábitat en el que se encuentran al ser éste el que recibirá su descendencia. Los problemas a los que nos enfrentamos los seres humanos, la naturaleza ya lo ha solucionado a través de procesos que velan por la preservación de la vida utilizando la menor cantidad de energía y material posible, manteniendo un impacto mínimo en el entorno y en las otras especies.

Estos modelos y estrategias naturales (biológicas, químicas y físicas) pueden ser traducidas a principios de diseño, ingeniería o tecnología. Áreas como la biomecánica, ciencia de los materiales o robótica son algunos casos donde la biomimética toma protagonismo al momento de solucionar

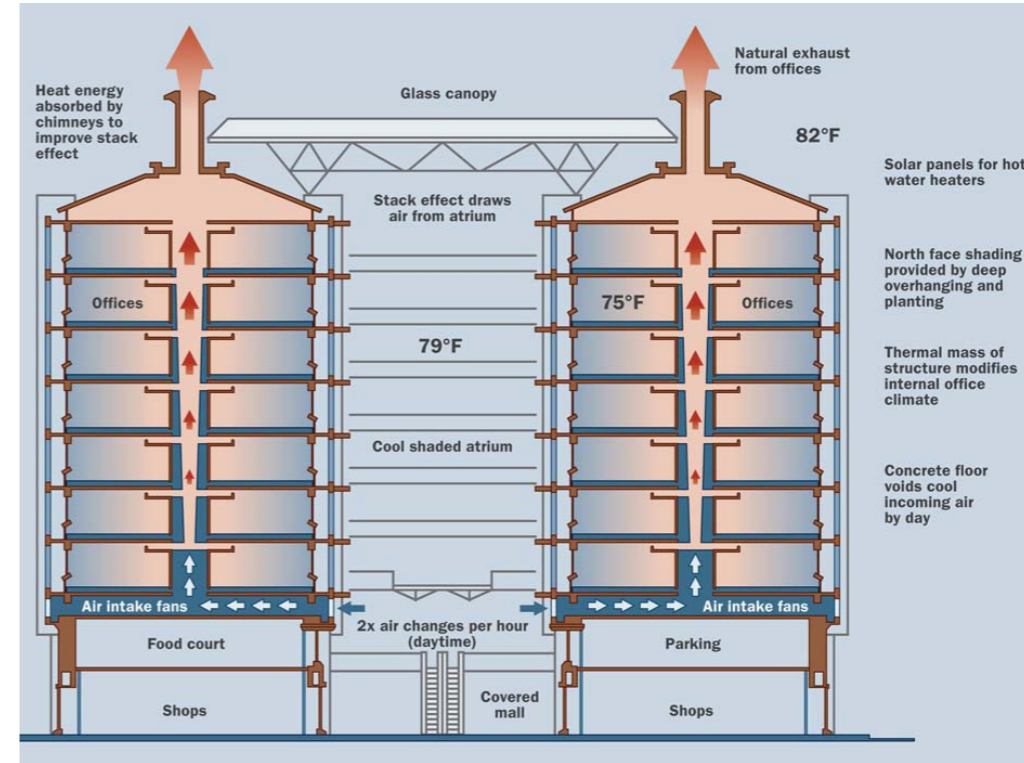
problemáticas del modo más eficiente posible, comprometiéndose con un sentido ecológico y de sostenibilidad económica, optimizando recursos y empatizando las soluciones diseñadas por el hombre a los ritmos y principios del entorno.

Así, si el diseño industrial busca mantener un bienestar y mejorar continuamente la vida del hombre a través del diseño de objetos, espacios y formas de vida, debemos hacernos una pregunta crucial en el proceso creativo: **¿Cómo lo resuelve la naturaleza?** Así nos encontraremos con un sinnúmero de casos, desde organismos microscópicos que filtran metales pesados del agua hasta la compleja rugosidad en las aletas de las ballenas que les permite nadar rápidamente, donde la naturaleza ha diseñado las soluciones sin dejar nada al azar.

Nuestra misión como diseñadores es mejorar la calidad de la vida, haciéndola parte de la naturaleza sin competir por superarla.



Madera seca de cactus San Pedro (Echinopsis pachanoi)



Eastgate Centre, Zimbabwe (1996). Arquitecto Mick Pearce.

/ 34

NIVELES DE BIOMIMÉTICA PARA EL DISEÑO

Existen diversas formas de abarcar el diseño biomimético, las cuales podemos enfrentar desde tres puntos diferentes.

ABSTRACCIÓN FORMAL DE LA NATURALEZA

Se observan cualidades formales de los organismos a través de los cuales sustentan la vida. Ejemplos de ello sería la estructuración que se evidencia en la corteza de los cactus al secarse, siendo extremadamente resistentes. Los patrones que se configuran en las plumas de la cola de los pavos reales, formando a través de ellos diversos colores a través de la interferencia entre las capas y la luz sin pigmentos. La geometría helicoidal de las conchas marinas o la forma hiperboloidal de los huesos o árboles para mantener una estructura resistente. Todos estos ejemplos del mundo natural pueden traducirse y ser reinterpretados para trabajar en estructuras arquitectónicas, biomecánica o diseño de objetos.

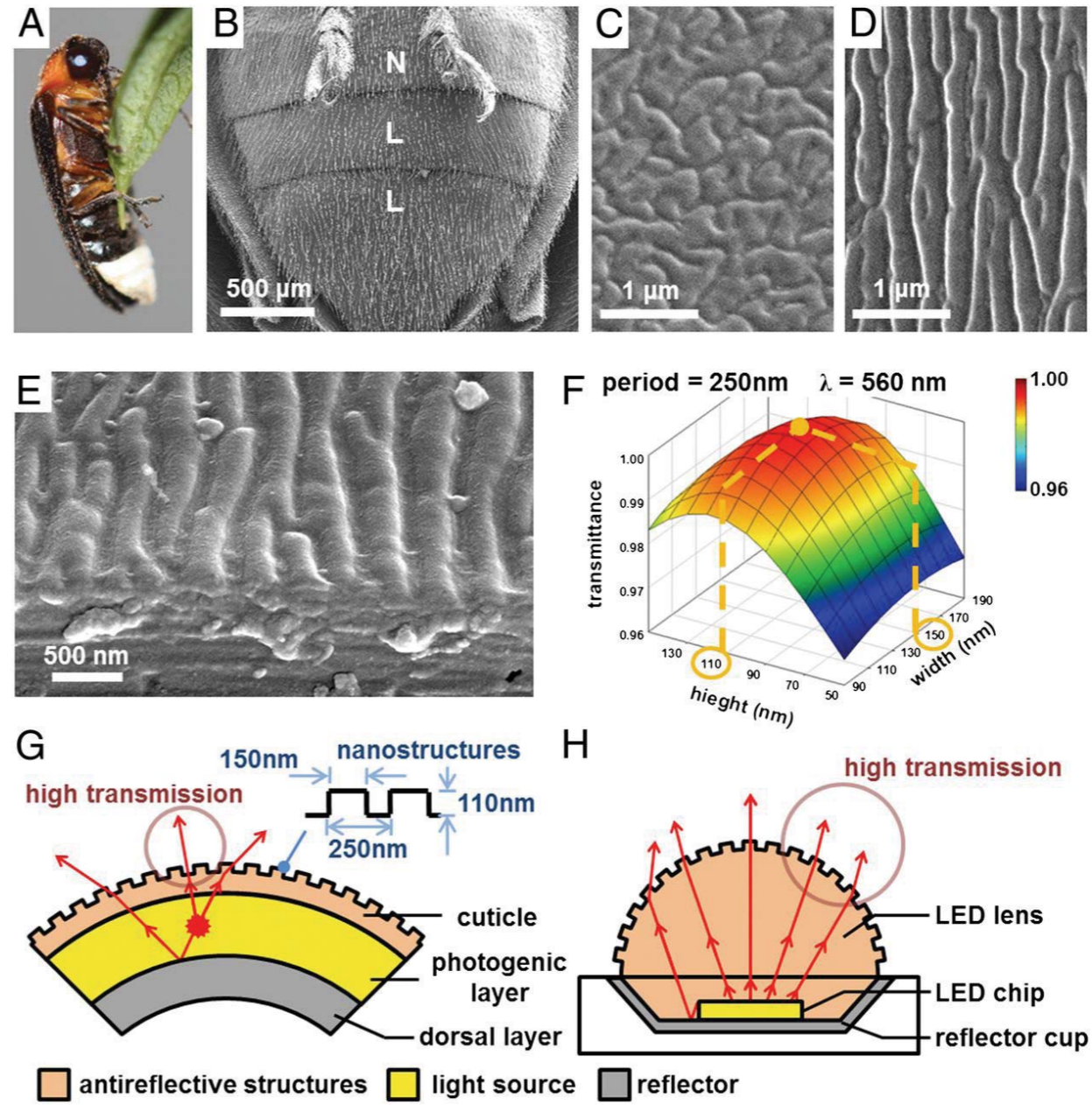
/ 35

ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTOS, PROCESOS Y COMPORTAMIENTOS

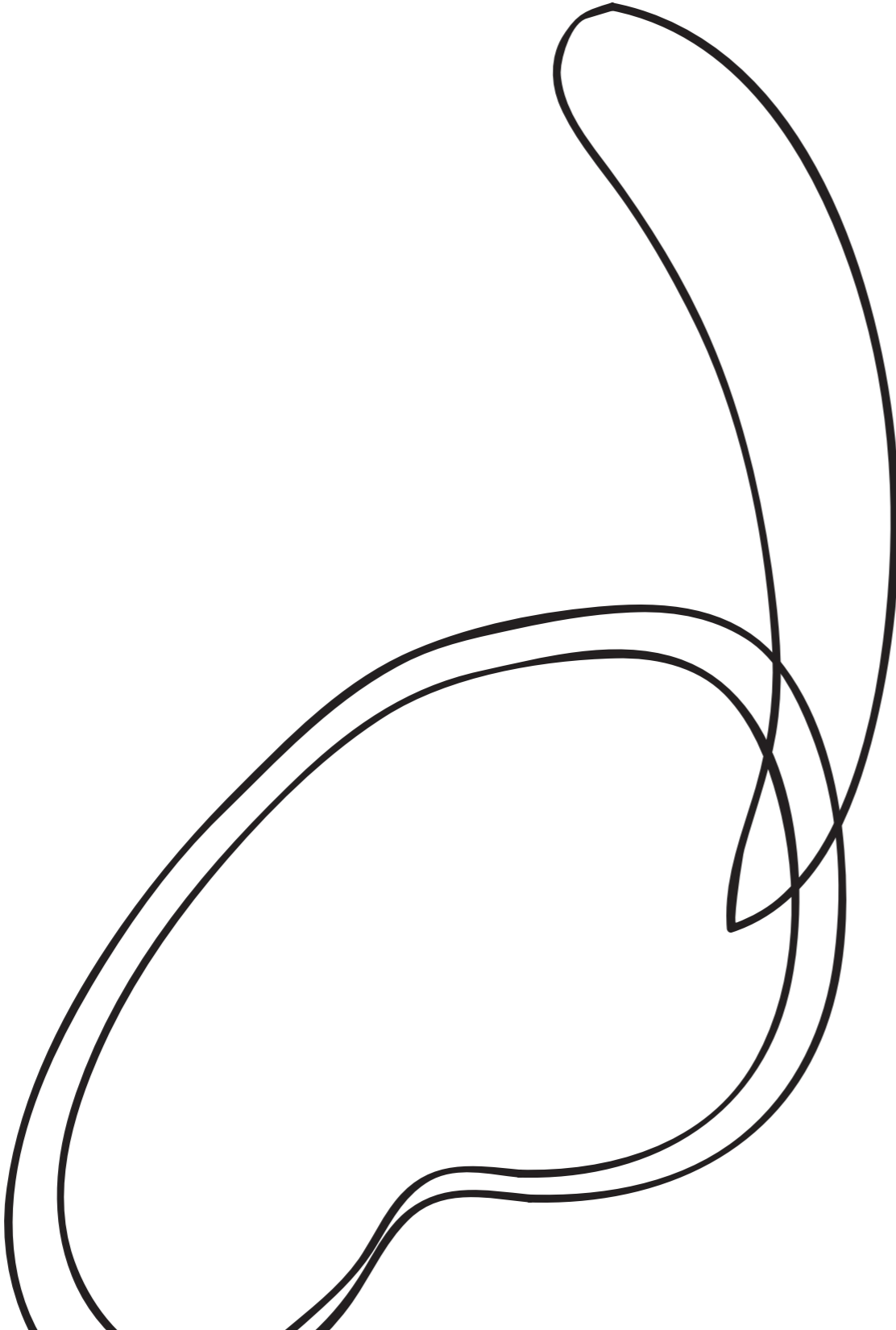
Los procesos que realiza la naturaleza se caracterizan por su eficiencia y por la necesidad de mantener un equilibrio entre los organismos y su entorno. Un ejemplo de ello es la arquitectura de los termiteros los cuales autoregulan la temperatura interior, la pueden mantener constante en un ambiente exterior con fluctuación extrema de temperatura. El edificio Eastgate Centre en Zimbabwe sigue este sistema, ventilándose y refrigerándose por medios naturales. También el quorum sensing, comportamiento evidente en bacterias, es una forma de comunicación de organismos unicelulares para generar una respuesta genética en común. Esto se ha estudiado para aplicarse a inteligencia artificial y softwares digitales que permitan realizar tareas cada vez más complejas.

ESTUDIO CIENTÍFICO DE COMPUESTOS Y COMPOSICIÓN MICROCELULAR

El estudio de la base de los microorganismos permite diseñar nuevos procedimientos o incluso nuevos biomateriales a partir de nanoestructuras o materias primas específicas, desarrollando nuevas formas y compuestos que vuelvan más eficiente los diseños y tecnologías hechas por el hombre. Algunos ejemplos de esto es la capacidad de filtrar el agua de metales pesados que realizan ciertos microbios, las nanoestructuras del órgano luminiscente de las luciérnagas las cuales permiten una mayor emisión y transmisión lumínica, los efectos de la degradación paulatina de materiales o la autoregeneración.



Led biomimético inspirado en nanoestructuras cuticulares del órgano luminiscente de las luciérnagas. (Jae-Jun Kim, Youngseop Lee, Ha Gon Kim, Ki-Ju Choi, Hee-Seok Kweon, Seongchong Park, y Ki-Hun Jeong, 2013)



03

BIOLUMINISCENCIA

**RECURSO LUMÍNICO NATURAL PARA
NUEVAS SOLUCIONES DE DISEÑO**

I. BIOLUMINISCENCIA

ENERGÍA LUMÍNICA GENERADA QUÍMICAMENTE

Antiguamente, entre el año 500 a.C y el 400 a.C, se pensaba que la luz emanaba del ojo propagando rayos de partículas de luz que al chocar con los objetos los volvía visibles, teoría hoy llamada concepción corpuscular. También se creía que los mismos cuerpos eran capaces de emitir átomos y partículas de luz que daban cuenta de la existencia, forma y dimensión de los objetos.

Platón y Demócrito no estaban tan errados si lo proponemos desde la observación: los microorganismos luminiscentes son capaces de dar cuenta de su presencia a través de destellos lumínicos. Si estos no resplandecieran, su condición microscópica los mantendría en el anonimato.

La bioluminiscencia proviene de una reacción bioquímica en la que comúnmente interviene la enzima luciferasa. La emisión biológica de luz es un proceso de oxidación enzimática en el que intervienen dos sustancias: una termorresistente (luciferina) que se consume ante la presencia de la enzima luciferasa, actuando como catalizador termoábil. El ATP le proporciona energía a la reacción produciéndose agua y luz, mientras que la luciferina cataliza la oxidación y acelera la reacción. El producto obtenido es

la oxiluciferina, la cual al volver de su estado excitado produce luz.

También se encuentran bacterias luminiscentes que de manera simbiótica se relacionan con otros organismos, como lo haría la bacteria *Vibrio Fischeri* y el calamar *Euprymna Scopoles*. Para producir luminiscencia, las bacterias necesitan una gran densidad de células presentes a su alrededor, fenómeno llamado quorum sensing. La bacteria coloniza los órganos emisores de luz del calamar llamados fotóforos y se multiplica, mientras que él aprovecha la luz emitida para ocultar su propia sombra y así evadir a depredadores.

Por otro lado, existen también proteínas como la GFP (proteína verde fluorescente), la cual no precisa de enzimas específicas para brillar, solo necesita oxígeno y ser irradiada con luz UV o azul. La fluorescencia, a diferencia de la luminiscencia, no es una reacción química, sino que es una re-emisión de fotones.



II. ORGANISMOS BIOLUMINICENTES

DINOFLAGELADOS

Los dinoflagelados son organismos unicelulares que van desde los 30 μm a 1 mm de tamaño, y se pueden encontrar en todos los océanos del planeta, ayudando a la formación de arrecifes de coral, absorbiendo el carbono del agua por su condición fotosintética y sirviendo de fuente de alimentación clave para la cadena alimenticia. Se pueden encontrar solos o en grandes colonias, las cuales dependiendo de la especie pueden llevar a generar marea roja teniendo efectos negativos en la zona en la que se encuentran, como intoxicación de peces o desoxigenación del agua por alta concentración.

Algunos dinoflagelados pueden ser bioluminiscentes, luz la cual producen ante un estímulo mecánico como defensa ante alguna amenaza. Los

depredadores al ver los destellos de luz, alteran su comportamiento de alimentación disminuyendo la cantidad de dinoflagelados consumidos. También, sirve para llamar la atención de otros depredadores más arriba en la cadena alimenticia para encargarse de la amenaza que los tiene en peligro. A pesar de ello, la bioluminiscencia se puede manifestar ante cualquier estímulo que los perturbe mecánicamente, por lo que pueden destellar con el nadar de algún animal o el romper de las olas.

La bioluminiscencia de los dinoflagelados ocurre, en primera instancia, por una caída del pH debido a la afluencia de protones dentro de la célula. Este proceso es uno de los más rápidos conocidos en la naturaleza, al demorarse menos de 20ms entre estímulo y emisión de luz, con una duración de 100ms aproximadamente por

destello. Para llevar a cabo este proceso, los organismos utilizan gran parte de su energía, consumiendo grandes cantidades de ATP. Es por esto que la intensidad de la bioluminiscencia se va agotando progresivamente durante el ciclo oxidando la luciferina que posee. Durante el ciclo siguiente, los dinoflagelos pueden recargar esta energía y los elementos químicos necesarios para volver a producir luz a la noche siguiente.

Esta regulación de los procesos está regida por un ciclo circadiano el cual condiciona al organismo a este comportamiento con un período de 24 horas. Así, durante las horas de luz los dinoflagelos pueden obtener energía a través de la fotosíntesis, mientras que por la noche el proceso fotosintético se detiene para darle paso a la emisión lumínica.



© Margaret Mcfall | Euprymna scolopes

BACTERIAS

Las bacterias bioluminiscentes pueden encontrarse en ambientes marinos habitando en colonias libres, como la especie *Vibrio harveyi*, o en simbiosis con otros animales como *Aliivibrio Fischeri*. En este caso, las bacterias establecen una relación con el animal que las hospeda donde ambas partes se benefician equitativamente. Un ejemplo de ello es la relación que *Aliivibrio Fischeri* tiene con la especie de pulpo *Euprymna scolopes*, el cual a través de un órgano lumínico las hospeda y alimenta con azúcares y aminoácidos, mientras que las bacterias lo ayudan a través de su luminiscencia a evadir depredadores y a regular sus ciclos de alimentación.

Las bacterias bioluminiscentes sólo producen luz cuando se encuentran en una alta densidad celular. Esto ocurre debido a un fenómeno llamado quorum sensing, sistema de comunicación de los organismos unicelulares el cual hace funcionar a las colonias como un todo. Antes se pensaba que dentro de una población cada célula funcionaba independiente del resto, sin embargo se ha descubierto que a través de este sistema de comunicación de regulación genética les permite tomar acciones conjuntas para desarrollar la población.

Esta regulación de expresión genética ocurre en función de la densidad celular de la colonia. El mecanismo libera moléculas llamadas autoinductores las cuales pueden actuar sobre la misma célula que los libera, generando una respuesta global en los especímenes. Mientras más densa sea la población, mayor cantidad de autoinductores habrá en el ambiente estimulando la expresión de genes.

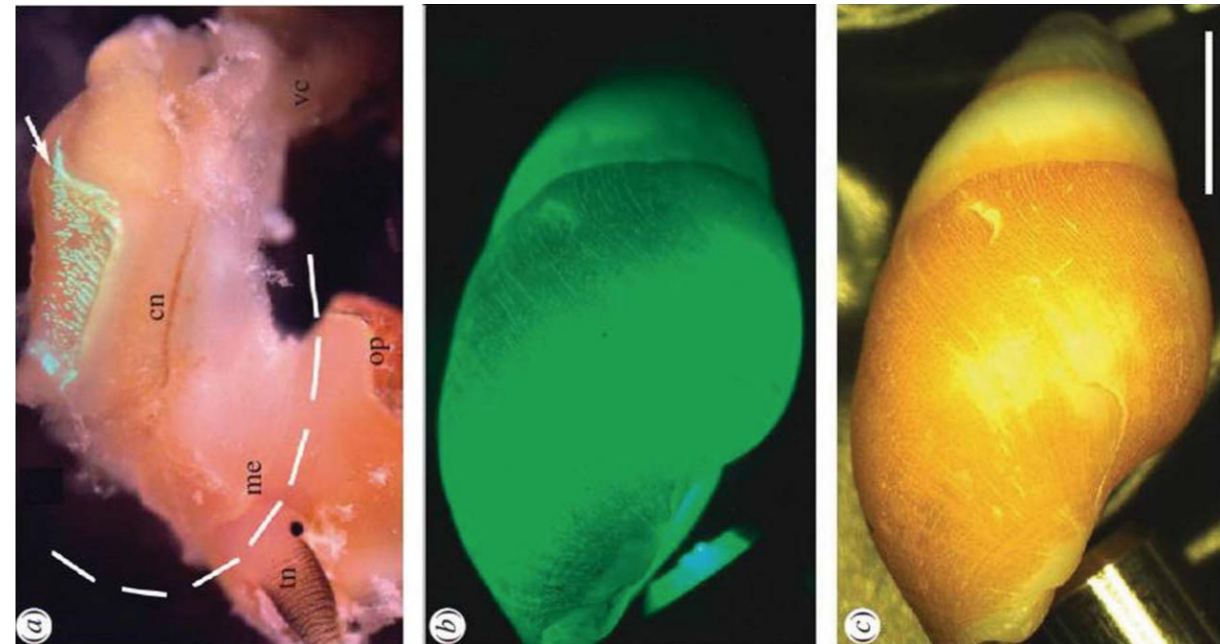
En el caso de la bacteria *Aliivibrio Fischeri*, la acumulación en el medio externo de los autoinductores permite la expresión del gen que codifica la luciferasa, enzima que oxida la luciferina en oxiluciferina produciendo una respuesta lumínica.

Cuando la densidad celular es muy baja, no existe la concentración de autoinductores necesaria para producir luminiscencia. (Miller & Bassler 2001.55:165-99)

Vibrio Fischeri, en cambio, que vive libre en el mar, la función principal de su luminiscencia le permite tener una mayor resistencia a la radiación ultravioleta, volviéndola más fuerte que sus pares no bioluminiscentes. (Widder 2010:707)

PATENTE DE INVENCION VIBRIO FISCHERI

La Universidad de Sevilla en España, junto a los inventores Isabel González Díez y Eduardo Mayoral González realizaron una patente de invención bajo el marco biotecnológico y arquitectónico, teniendo como objetivo la obtención de luz biológica para dispositivos de iluminación ambiental y de señalización sin dañar al medio y utilizando la menor energía posible. Para ello, proponen la utilización de poblaciones bacterianas de *Vibrio Fischeri*, presentando diseños que respeten la condición sustentable de la patente. Esto permite entrar en una fase experimental con estas especies para obtener una fuente de luz óptima e indefinida.



Hinea Brasiliana.

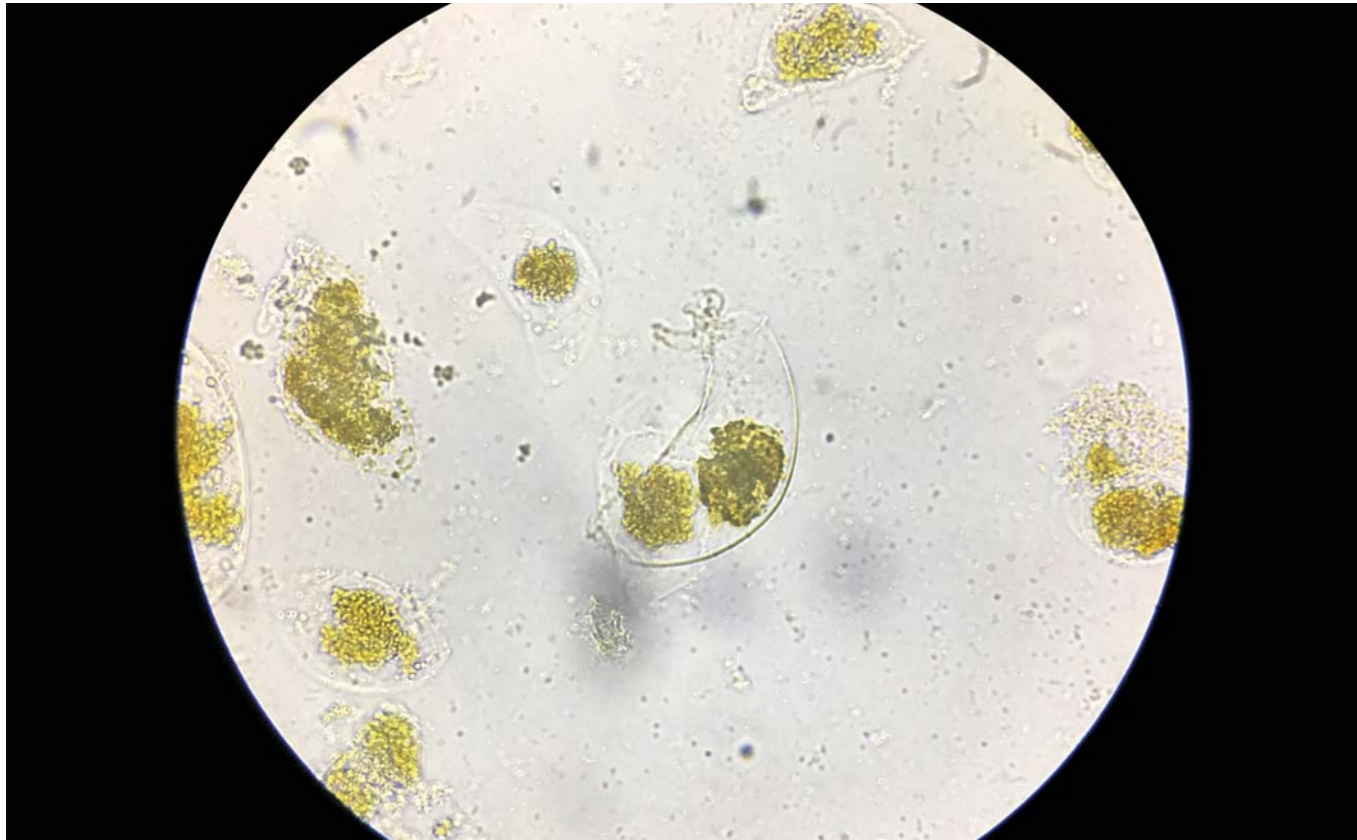
ORGANISMOS PLURICELULARES

Un ejemplo de bioluminiscencia en organismos pluricelulares es el caso del caracol marino *Hinea Brasiliana*, molusco gasterópodo de la familia planaxidae. Este es uno de los pocos caracoles marinos en producir bioluminiscencia.

La coraza de este caracol es gruesa, y crece a lo largo de aproximadamente 21mm. Es cónico y puede presentar o no surcos que crecen helicoidalmente.

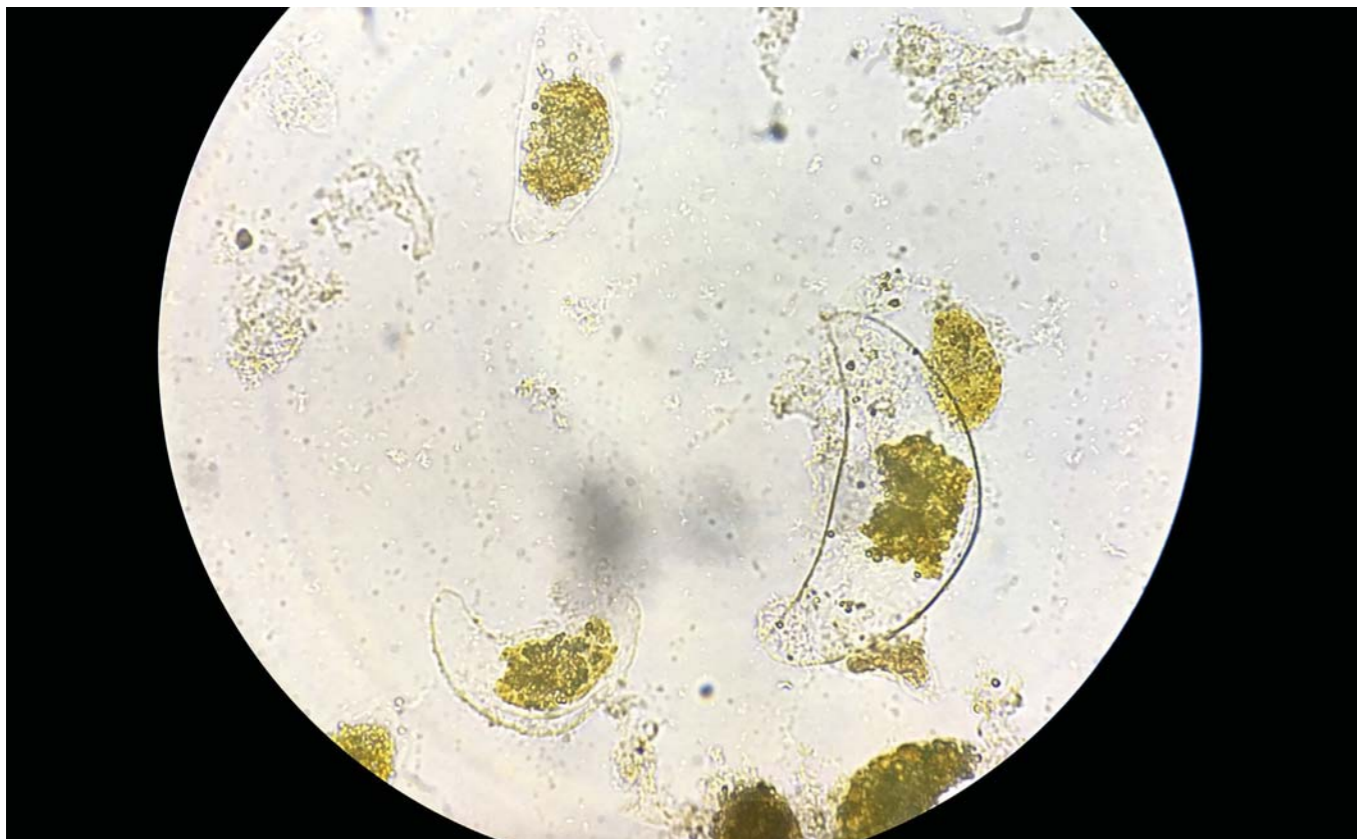
Cuando baja la marea, tienden a agruparse en lugares húmedos escondidos en grietas o roqueríos, mientras que cuando sube la marea se dispersan para pastar microalgas. Cuando se les perturba o se sienten amenazados ante algún estímulo mecánico, produce destellos luminiscentes desde el interior de su caparazón. Esta luz, en su origen no demasiado potente, debe superar esta coraza estructural para ser percibida desde el exterior. Lo sorprendente, es que la materialidad que lo protege tiene una eficacia de difusión lumínica mayor que la de cualquier otro material difusor comercial (un 75% más de eficiencia de transmisión lumínica). (Deheyn & Wilson 2011:2114)

El caparazón, aunque sea opaco y pigmentado, difunde selectivamente la longitud de onda azul-verde de la bioluminiscencia. Esto genera una pantalla luminosa mucho más potente que la fuente original, amplificando la transmisión de comunicación lumínica del caracol, al mismo tiempo que se mantiene seguro en su interior. Esto se debe a la morfología estructural de las capas de calcio de la caparazón. (Deheyn & Wilson 2011:2115)



ESPECIE
Pyrocystis Lunula
DOMINIO
Eukariota
FILO
Dinoflagelado
ORDEN
Gonyaulacales

48 /



PYROCYSTIS LUNULA

MICROALGA BIOLUMINISCENTE COMO RECURSO LUMÍNICO

Como fuente lumínica orgánica utilizaremos la microalga Pyrocystis Lunula, un dinoflagelado marino. Son microalgas unicelulares autótrofas que se nutren realizando fotosíntesis. Pueden alcanzar hasta 1mm de longitud, y producen bioluminiscencia al alterarse mecánicamente.

Son cónicos o fusiformes. Los cloroplastos (células utilizadas en la fotosíntesis) cambian la forma del dinoflagelo: durante el día se acercan más a la pared celular y se retraen al núcleo por la noche. Esto facilita el proceso de fotosíntesis, para el cual las microalgas se acercan a la superficie del mar para alcanzar la luz del sol durante el día produciendo luminiscencia por la noche. Esto es controlado por un ciclo circadiano el cual regula este comportamiento.

La bioluminiscencia ocurre mediante la activación de la luciferasa en la membrana plasmática de la célula, generando un resplandor verde-azulado. P. Fusiformis o Lunula en su hábitat natural tiene un ciclo de vida de aproximadamente 5 a 7 días, y en cautiverio los cultivos pueden regenerarse con los medios adecuados indefinidamente. Su reproducción es asexual, generándose 1 o 2

zoosporas en la fase reproductiva dentro de la pared celular de un espécimen, convirtiéndose en nuevas células.

Se cree que la reacción lumínica de las microalgas bioluminiscentes, incluyendo al género Pyrocystis, ocurre como un mecanismo de defensa para formar un rastro luminoso que espanta a los depredadores directos, como también alerta a los depredadores que se encuentran más arriba en la cadena alimenticia para que se encarguen de la amenaza.

Al ser autótrofos y realizar fotosíntesis, ayudan a procesar el carbono del ambiente eliminándolo del ecosistema, teniendo como respuesta a través de su reacción bioluminiscente la expulsión de oxígeno.

En su uso bioquímico, Pyrocystis y otros dinoflagelados son utilizados como una herramienta de bioensayo para detectar contaminantes marinos observando la cantidad de luz emitida para medir los niveles de contaminación de aguas.

/ 49

MÉTODO DE CULTIVO Y GUÍA DE CUIDADOS

Se utilizarán dinoflagelados para la realización de este proyecto debido a la facilidad de cultivo por la cual se caracteriza, la eficiencia lumínica y su condición de regimiento circadiano. La especie en específico que se utilizará es *Pyrocystis Lunula* LB 2166 obtenida del cultivo de algas de la Universidad de Texas, la cual tiene una tasa de crecimiento rápida en comparación a las otras especies de su género.

Las microalgas, una vez llegadas al laboratorio, no emiten luz inmediatamente. Debido a la regulación circadiana de su metabolismo, el cultivo debe acostumbrarse al nuevo ciclo a partir del cual registrará su bioluminiscencia, por lo que se debe esperar a que recupere la luminiscencia antes de manipularlas o diluirlas en un medio de crecimiento.

Para restablecer el ciclo circadiano y las algas puedan llevar a cabo la fotosíntesis, se deben exponer a luz solar indirecta por aproximadamente 12 horas para que luego dentro de las 12 horas de oscuridad restantes se pueda observar el resplandor, el cual será más visible pasadas unas 2 a 3 horas dentro del ciclo de oscuridad. Si se busca modificar los horarios del ciclo diurno y nocturno se utiliza una luz led o fluorescente blanca para generar la menor cantidad de calor posible.

Una temperatura ambiente resulta óptima para un cultivo sano (entre 18°C a 24°C), evitando cambios repentinos de temperatura o exposición solar directa.

Para un buen resultado en el crecimiento del cultivo, se recomienda hacer crecer la población de microalgas en matraces Erlenmeyer.

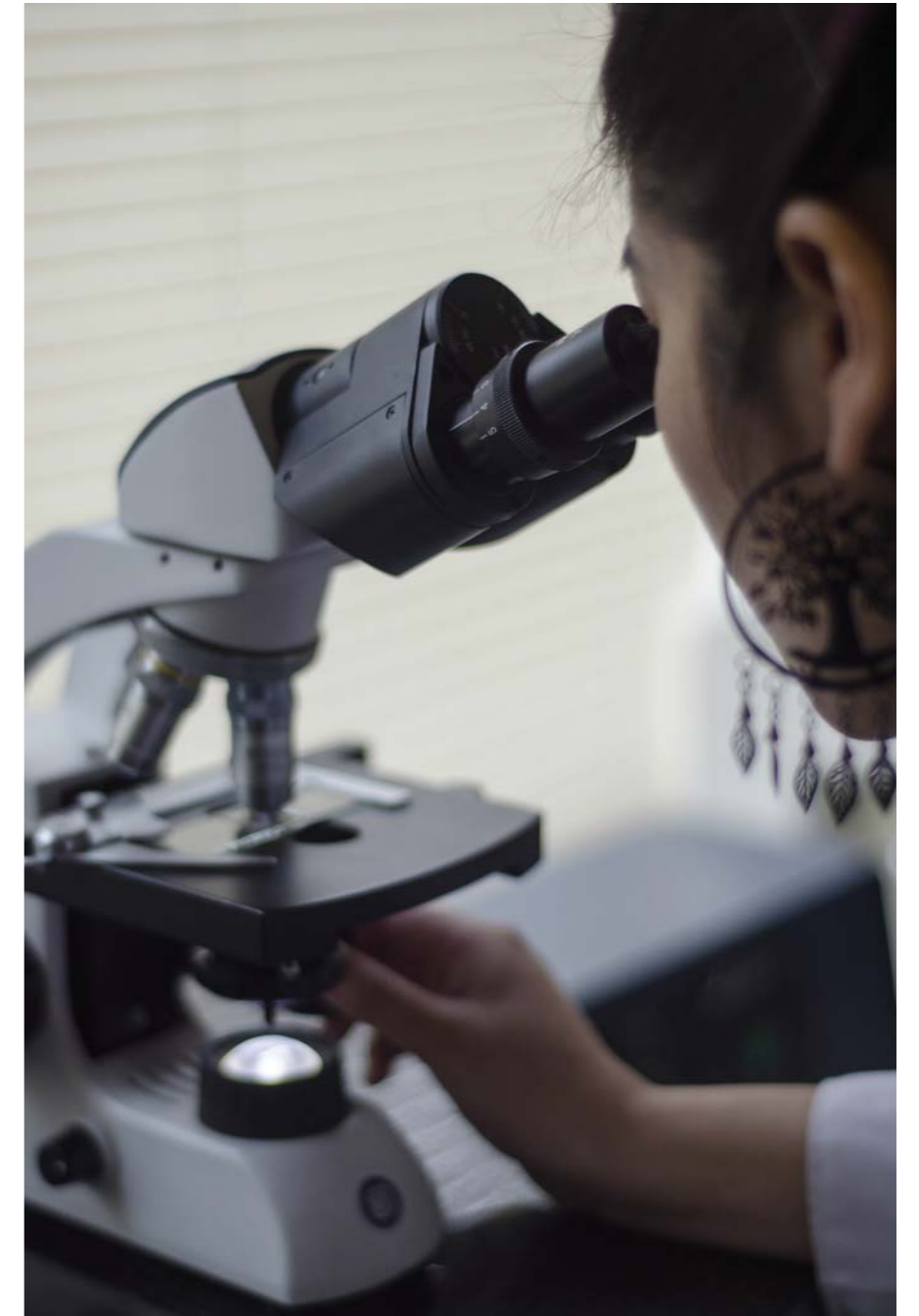
Un buen mantenimiento del cultivo puede extender indefinidamente la vida de las microalgas. Para esto, se necesita un medio enriquecido de crecimiento, utilizando en este caso agua marina enriquecida (Enriched Seawater Medium) compuesta por agua marina destilada y pasteurizada y una solución con los nutrientes y vitaminas necesarias para el crecimiento y reproducción de microalgas.

Diluir el cultivo en el medio de crecimiento debe realizarse antes de que se presente cualquier disminución en la salud de las microalgas para evitar la acumulación de biomasa muerta. En primer lugar, se agita el cultivo para obtener una mezcla homogénea, para luego reemplazar dos tercios del cultivo por el medio de crecimiento. Esto provocará que la luminiscencia total disminuya, pero con el crecimiento y restablecimiento de

la densidad de la población recobrará su luminiscencia máxima.

Esto se debe realizar cada un mes aproximadamente para mantenerlas saludables. Para crear nuevos cultivos, se puede utilizar la proporción descartada previamente para ponerlas en nuevos matraces, con una relación de 1:4 de dilución (1 parte de cultivo y 4 partes de medio de crecimiento).

Los matraces o recipientes donde se mantendrá el cultivo deben llenarse hasta 2/3 de su volumen total para mantener un área de líquido-aire óptima para el intercambio de gases y oxígeno.





IMPORTACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO

La importación de estos especímenes se debe realizar a través de una entidad certificada. Es por esto que el proyecto se realiza en conjunto al Núcleo de Biotecnología de la Universidad Católica de Valparaíso. De esta forma, se garantiza que los organismos se manipularán en un laboratorio manteniendo los estándares de seguridad que Sernapesca exige.

El costo de cultivos de microalgas bioluminiscentes va desde los US \$8 a US \$130 dependiendo del proveedor y la calidad del cultivo. A esto se debe sumar el medio de crecimiento el cual cuesta entre US \$20 a US \$55. Los proveedores que trabajan estos organismos solo distribuyen por lo general dentro de Estados Unidos y Europa, debido a los posibles problemas de importación y de mantenimiento óptimo del cultivo durante el envío.

El Culture Collection of Algae University of Texas provee de especímenes globalmente, con un coste de envío a Chile a partir de US \$60. Los costes totales de la importación del cultivo son:

Pyrocystis Lunula LB 2166: US \$125.00
Enriched Seawater Medium: US \$55.00
Costes de envío: US \$85.00
Total: US \$265

III. ESTADO DEL ARTE DE UN DISEÑO LUMÍNICO BIOSUSTENTABLE

SIMBIOSIS Y BIOLUZ

Al considerar el diseño de un objeto lumínico de carácter orgánico, pensamos en los factores de su aspecto formal, su funcionamiento y el propósito del objeto. Se puede trabajar con el recurso biológico directo, tomando como fuente lumínica una reacción bioquímica o una relación simbiótica de microorganismos bioluminiscentes o, en cambio, con un abstracción del sistema y orden natural de comportamiento, como el quorum sensing. Esto permite una reinterpretación del objeto, sacándolo de su estado inerte y artificial otorgándole una cualidad orgánica que dice de una autonomía, de una voluntad formal donde la luz forma parte de una interacción, configurando una nueva relación entre objeto-usuario.

La bioluminiscencia proviene de microorganismos los cuales presentan una

respuesta natural lumínica ante ciertos estímulos. Esto propone un nuevo recurso biológico, una materia con vida la cual sugiere una nueva manera de concebir el diseño sustentable manteniendo el objeto con vida y formando una relación simbiótica con el usuario.

A continuación se exponen cuatro casos de una relación entre luz, naturaleza y diseño desde el ámbito de la biomimética y bioprocesos, con recursos como microalgas o bacterias.

Aunque en algunos casos la iluminación no sea suficiente como para leer un libro o iluminar ambientes a gran escala, estos proyectos acercan al diseño a nuevas maneras de utilizar los recursos de la naturaleza.

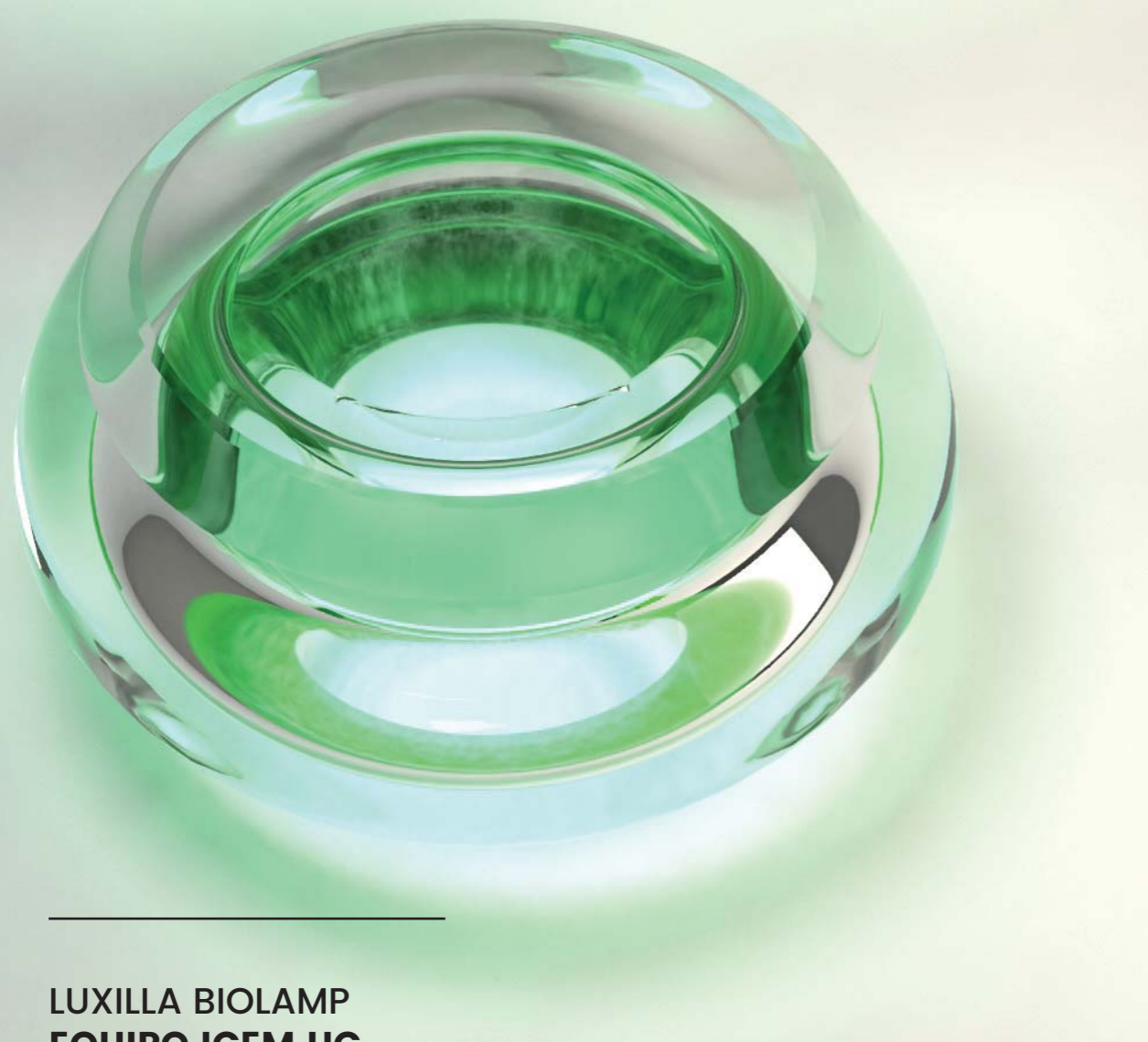


LIVING THINGS
JACOB DOUENIAS Y
ETHAN FRIER

Living Things consta de un sistema sustentable de iluminación proponiendo un habitar simbiótico con el alga Spirulina, al utilizar la energía que produce en el proceso de fotosíntesis para obtener energía lumínica. La Spirulina actúa como un generador de combustible sustentable, alimentándose a través de la luz solar consumiendo CO₂ y el calor del ambiente.

Esta alga es muy beneficiosa para el consumo humano, además, pueden producirse biocombustibles a través de procesos bioquímicos. Es por esto que los “desechos” obtenidos en el proceso pueden reutilizarse en su totalidad.

Para mayor información el desarrollo del proyecto se encuentra en su sitio web: www.douenias.design/living-things-1



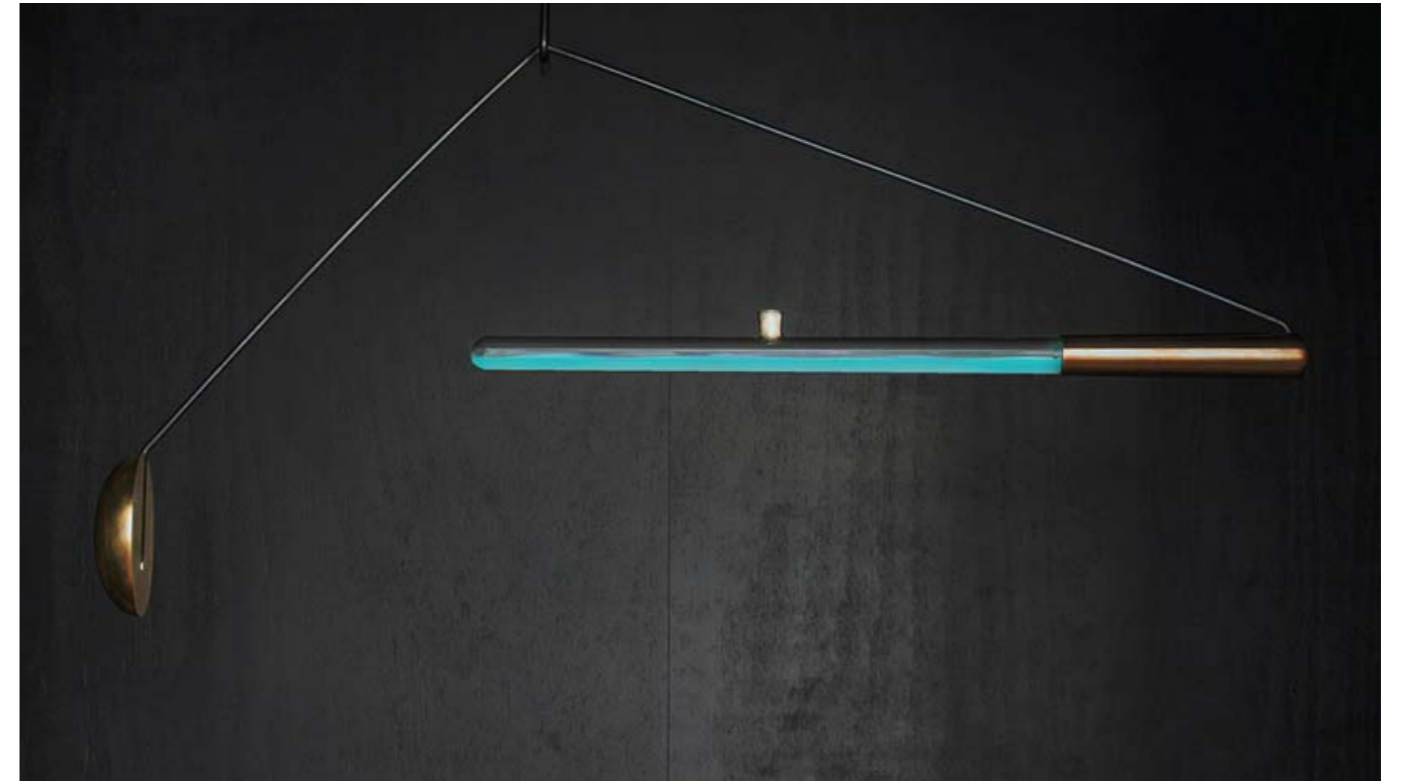
LUXILLA BIOLAMP EQUIPO IGEN UC 2012

El equipo conformado por Bernardo Pollak, Isaac Núñez, Tamara Matute, Simón Álamos, Carla Vidal y Max Feliz de la Universidad Católica de Chile desarrollaron un proyecto inspirado en la fotosíntesis, ciclos circadianos y la bioluminiscencia.

Utilizaron la cianobacteria *Synechocystis* PCC6803 para construir un ciclo de bioluminiscencia, alimentándose a través de la luz solar reduciendo así los costos de mantenimiento. El cultivo se almacena en un matraz biomimético inspirado en el órgano almacenador de las bacterias bioluminiscentes de ciertos animales para obtener una emisión de luz óptima.

En este proyecto, el diseño se hace principalmente a nivel biotecnológico y genético a través de Biobricks para

que la cianobacteria exprese bioluz, almacenando energía durante el día y con ella producir el sustrato necesario para consumirse en el atardecer, conllevando a la producción programada de luz.



AMBIO TERESA VON DONGEN

Ambio es una lámpara bioluminiscente donde habita la bacteria *Vibrio Fischeri*, propia del órgano fotofofo del pulpo BLUBILBI en un medio artificial de agua de mar. Las bacterias se alimentan de los nutrientes que se encuentran en este medio, produciendo bioluz al ser perturbadas mecánicamente. Para ello, la lámpara suspendida cuenta con un contrapeso el cual al ser empujado balancea el sistema. El líquido dentro del tubo se oxigena causando la reacción química que produce la bioluminiscencia en estas bacterias.

Actualmente, la bacteria sólo sobrevive por dos días dentro de este ambiente artificial, pero se están realizando investigaciones y experimentos para mantenerlas vivas por más tiempo.

DINO PET YONDER BIOLOGY

El recurso lumínico utilizado para este proyecto son dinoflagelados, específicamente *Pyrocystis Fusiformis*, algas unicelulares partes del fitoplacton del mar las cuales son capaces de iluminar a través de agitación mecánica.

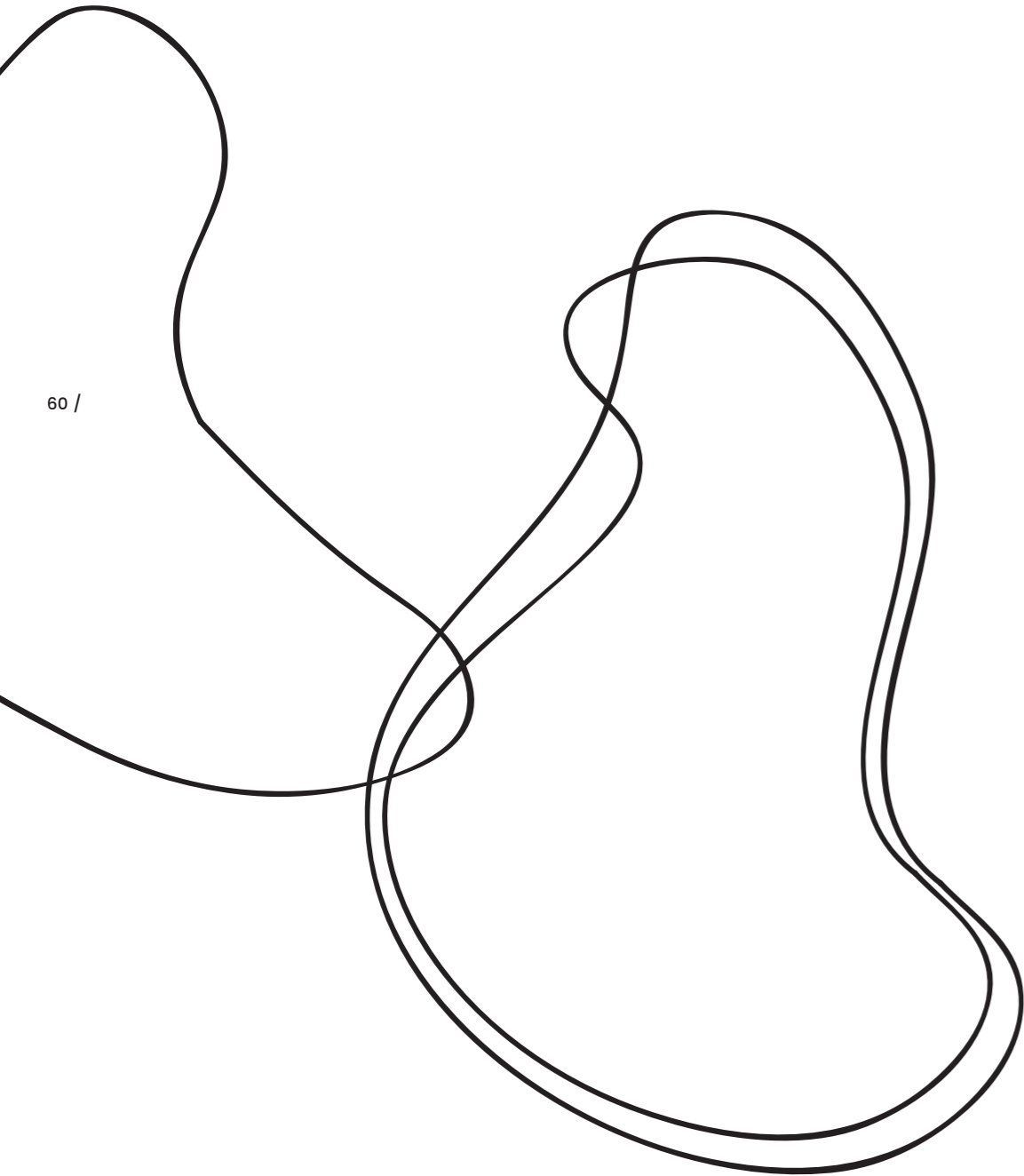
El proyecto se basa en el diseño de una mascota/objeto, la cual ha de alimentarse con la luz indirecta del sol. Para mantenerlos vivos, los dinoflagelos deben mantenerse en un medio de cultivo el cual debe reemplazarse cada 3 o 4 semanas. Esto garantiza que los organismos sigan reproduciéndose, generando una colonia más fuerte con un período de vida indefinido.



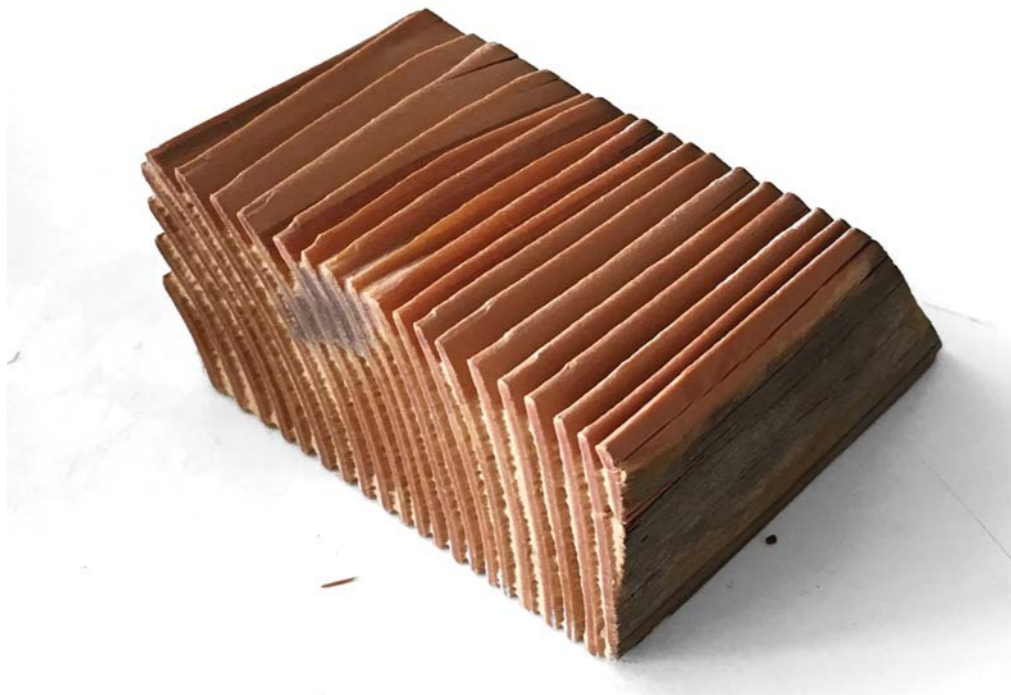
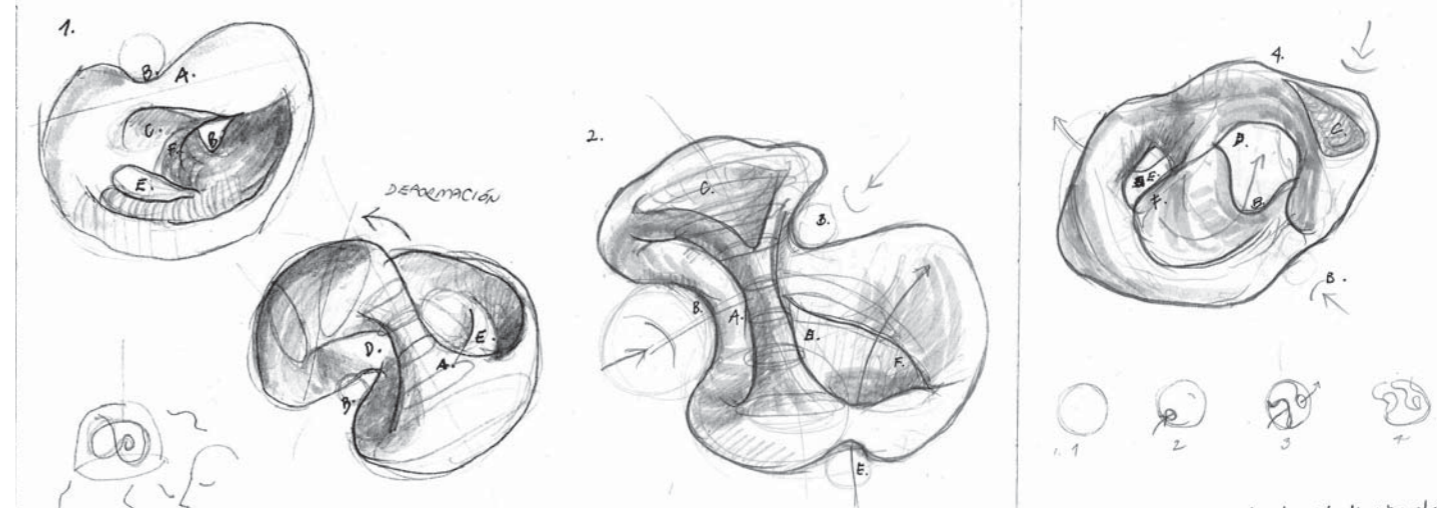
04

LÁMPARA BIOLUMINISCENTE

**PROPUESTA DE HABITAR EN SIMBIOSIS
CON LOS OBJETOS COTIDIANOS**



60 /



ESTUDIO DE FORMAS ORGÁNICAS

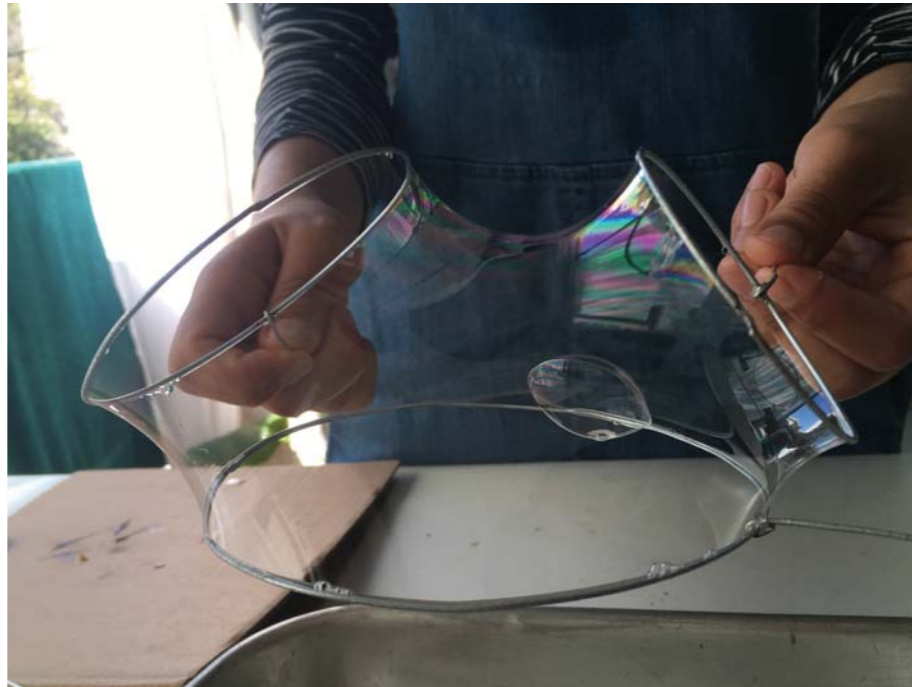
ADAPTACIÓN, CONTINUIDAD Y COLABORACIÓN DE LA FORMA

Para albergar de manera óptima y mantener eficientemente la vida de los microorganismos luminiscentes se debe pensar en un contenedor que responda a sus necesidades biológicas como también a la interacción que debe presentar con el usuario.

Siempre desde una perspectiva de la obtención de una forma orgánica, se considera como recurso el trabajo en vidrio soplado destacando la cualidad plástica orgánica del vidrio en fusión. En el trabajo con soplete, cuando el vidrio se funde frente a la llama se obtienen naturalmente formas que son respuesta de la voluntad del material y la acción de la gravedad, materializándose en superficies irregulares e imprevistas.

La forma que desarrollaremos toma en cuenta lo estudiado en etapas anteriores sobre la forma orgánica y cómo ésta se desenvuelve de forma autónoma. Experimentaciones realizadas con la degradación del material nos da cuenta de una tendencia continua al equilibrio, y cómo por una condición impredecible la forma se adapta ante las alteraciones materiales y ambientales.

Se destacan las experimentaciones con superficies mínimas las cuales tienden a aparecer de forma natural en el medio. Son superficies bidimensionales que tienden a minimizar su área, ocupando el mayor espacio con la menor superficie posible lo cual permite un gran ahorro de material. Resultan ser superficies fuertes y resistentes siendo una respuesta autónoma de la naturaleza.



SUPERFICIES MÍNIMAS

Un ejemplo de superficies mínimas es el hiperboloide, el cual puede encontrarse en la naturaleza en la forma que adoptan los huesos, como también el crecimiento del tronco de los árboles y las estructuras centrales de ciertos moluscos gasterópodos los cuales estudiamos para este prototipo.

Las burbujas de jabón son un claro ejemplo de las superficies mínimas. Presentan la misma presión dentro y fuera de la superficie, teniendo una tensión superficial homogénea en todo el volumen. La figura que resulta es estructuralmente perfecta y resistente. Al utilizar la técnica del vidrio soplado, podremos obtener superficies formadas naturalmente con alta resistencia. Al observar la estructura de las corazas de moluscos gasterópodos como los caracoles de mar, vemos cómo el delgado material autosustenta su forma y protege al animal en su interior a través de una superficie continua calcificada en una sola pieza.



ETAPAS DE PROTOTIPADO

EXPERIMENTACIÓN Y MATERIALIZACIÓN DE LA FORMA NATURAL

Con estos parámetros, en una primera etapa se prototipa un volumen hiperboloidal de cuatro ejes el cual a través de una superficie mínima compone un volumen complejo tridimensional. Este cuerpo, en primera instancia construido con alambres, resulta en un prototipo volumétrico materializando la levedad de un cuerpo transparente, para así acercarse a la composición de un objeto de vidrio.

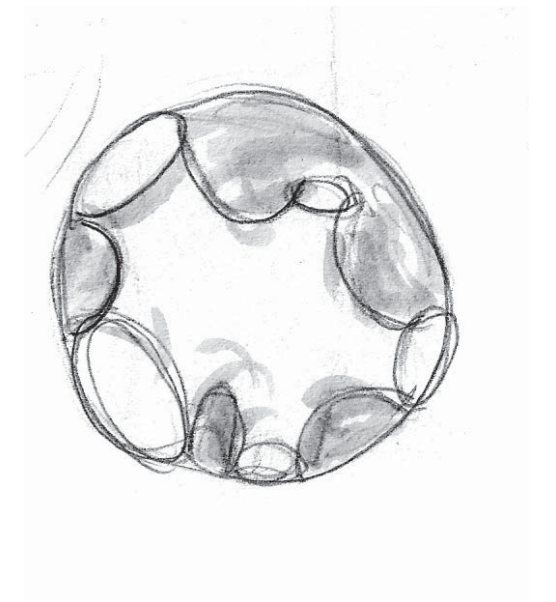
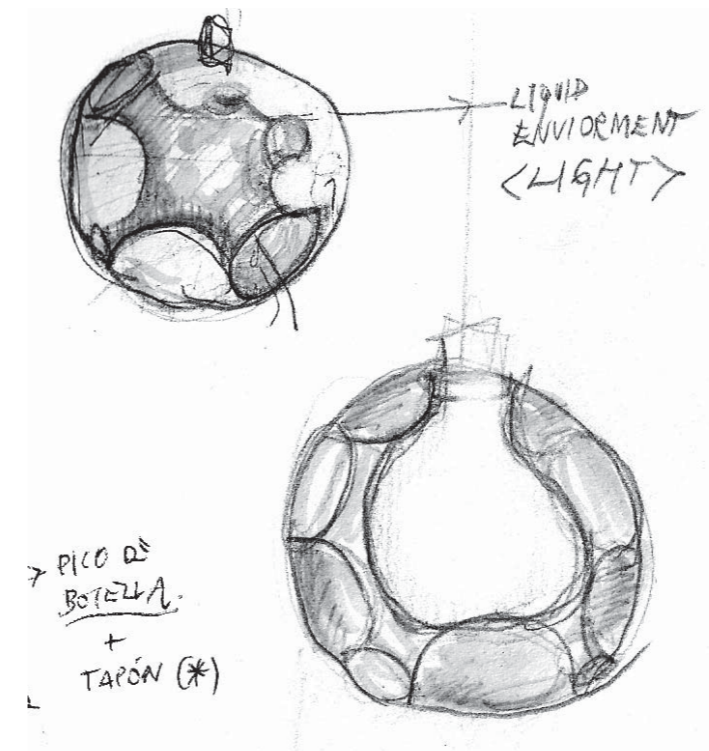
Posteriormente se cubre la estructura de alambre con esparadrapos de yeso y luego se construye el volumen en arcilla para distinguir la forma con un material opaco y ver qué ocurre con la luz exterior e interior y la continuidad de la superficie. De esta forma el volumen resulta un contenedor de luz más que un medio por el cual la luz atraviesa, como lo sería con la transparencia que resulta con la estructura de alambre. La opacidad la densifica y le da presencia, albergando una sombra interior que se descubre por las aberturas del volumen.

Con este estudio de la forma orgánica a través del diseño y de la técnica de trabajo en vidrio con soplete, se busca obtener una figura similar a la obtenida con arcilla traducida al vidrio soplado,



pero generando una forma continua que se proyecte desde el borde de la abertura hacia una esfera externa. Esto completaría una superficie mínima con un vacío interno, actuando como un contenedor sin orientación ni dentro o fuera.

Proyectar esta figura con la técnica de vidrio que utilizaremos resulta muy difícil al no poder calentar la pieza que se sopla en el interior, ya que el tiempo de maleabilidad resulta muy corto (aproximadamente 5 segundos) y no puede ser soplada dentro de otra pieza. De esta forma, trabajando en conjunto con el maestro vidriero se propone una nueva figura biomimética, manteniendo la tendencia natural del vidrio a generar superficies mínimas a través del soplado.





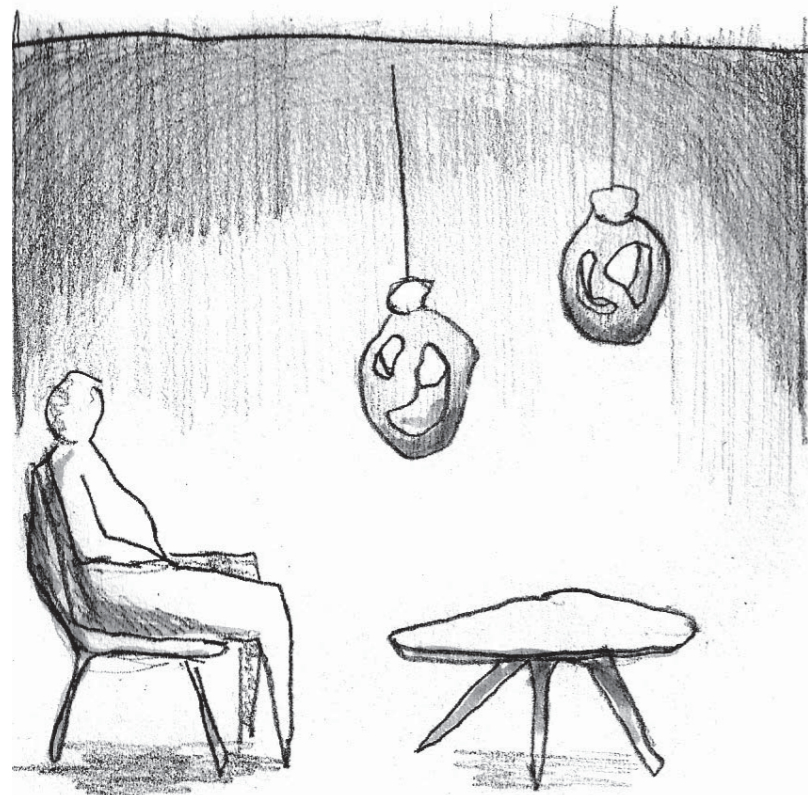
RELACIÓN SIMBIÓTICA CON MICROALGAS LUMINISCENTES

HINEA BIOLAMP

Se diseña un contenedor lumínico capaz de albergar de manera óptima las microalgas luminiscentes. El objeto consta de un interior el cual contendrá la fuente de luz y, para que los organismos se mantengan en buenas condiciones, se introduce en una esfera mayor soplada en vidrio blanco para que por medio de su opacidad proteja a las microalgas de la luz solar directa, funcionando también como un difusor para iluminar el total del objeto.

El exterior tiene aberturas irregulares resultantes de la exposición a la llama del soplete sin poder definir la forma que adoptarán con exactitud. Los agujeros resultan similares a la forma de la célula de las microalgas utilizadas para el recurso lumínico.

A través de las aberturas se puede descubrir el interior de la figura donde se observará la fuente lumínica.



EVOLUCIÓN DEL DISEÑO

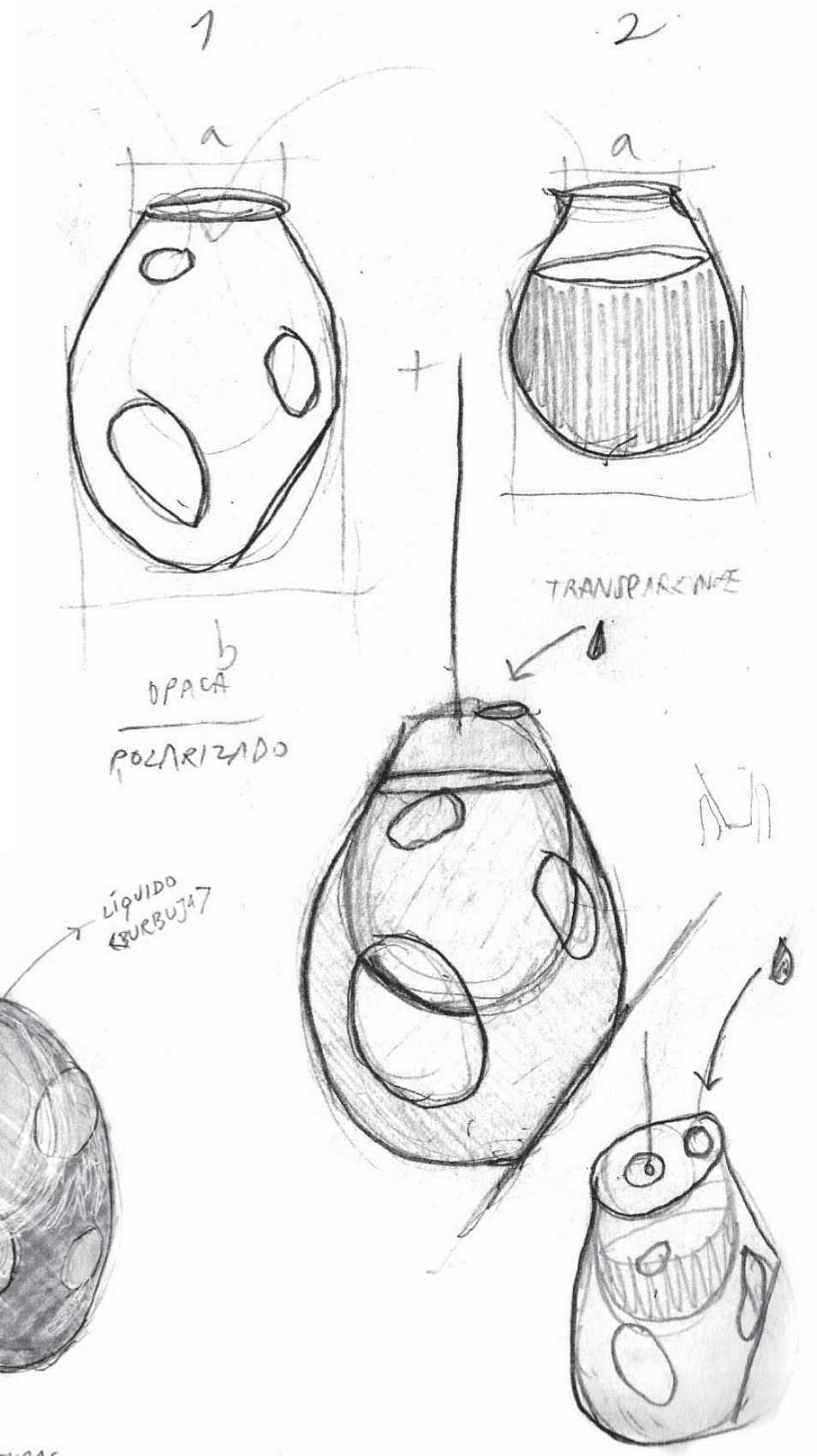
PROCESO CREATIVO DE UNA LÁMPARA BIOLUMINISCENTE

Esta dinámica estructural de un interior luminoso y una superficie exterior puede observarse biomiméticamente en la especie *Hinea Brasiliana*, un caracol gasterópodo de mar luminiscente, el cual emite desde su interior una pequeña fuente de luz que se transmite por toda su coraza.

La concha de este caracol tiene una compleja red estructural de calcio lo cual le da una tonalidad opaca y blanquecina, transmitiendo en un 75% más luz que los difusores de luz comerciales. Así, el caracol es capaz de emitir luz eficazmente como respuesta a alguna amenaza manteniéndose a salvo dentro de su coraza.

La lámpara diseñada, inspirada en esta capacidad lumínica del caracol, toma también como sustento natural la colaboración de sistemas diferentes que trabajan en conjunto. A su vez, integrando un recurso orgánico de luz, hace que el objeto artificial se rija por los ciclos naturales de la fuente lumínica. Así, el usuario entra en una relación simbiótica con el objeto, haciéndose responsable de su bienestar mientras que las microalgas le proveen iluminación en las horas de oscuridad.

El proceso creativo de este proyecto apunta a un muy cercano futuro hacia el cual el diseño está evolucionando, donde se generará una convivencia simbiótica entre usuarios y objetos. Una respuesta natural de nuestro contexto donde la obsolescencia material y energética nos está llevando a investigar y experimentar en nuevos ámbitos tecnológicos para nuevos procesos creativos, observando cómo la naturaleza lo ha resuelto durante millones de años.



PROCESO CONSTRUCTIVO

EXPERIMENTACIÓN DE FORMAS ORGÁNICAS CON SOPLADO DE VIDRIO

El vidrio como material para conseguir formas orgánicas realiza la contrariedad del líquido de pronto solidificado, una entrega al caos natural que a través de la voluntad del vidrio en fusión se traduce a respuestas continuas y sinuosas.

El trabajo con soplete permite un control muy preciso para la manipulación de detalles puntuales en la pieza. Por ejemplo, al calentar una zona del modelo se puede introducir a través de ésta un punzón que traducirá su forma en el vidrio caliente, enfriándose casi al instante.

Para la pieza diseñada, se opta por utilizar técnicas de las cuales desconocemos el resultado final exacto, dándole protagonismo a la plasticidad orgánica del vidrio en fusión. Es así que experimentamos derritiendo con el soplete ciertas zonas de la burbuja exterior, formando una abertura que detendrá su expansión

una vez que se enfríe y solidifique.

Estas aberturas en cierto nivel incontrolables, rompen con la superficie continua de la burbuja, pero al ser una superficie mínima mantiene la resistencia de su tensión superficial.





EL VIDRIO SOPLADO TÉCNICA Y OFICIO

El vidriero que trabaja con soplete dispone de otra variedad de la materia prima, y diferentes herramientas y recursos. El vidrio se trabaja en forma de varillas huecas de Borosilicato de diversos diámetros, espesores y largos. No necesita una caña para trabajarlas como lo haría el soplador de vidrio a gran escala.

Los elementos que necesita esta técnica son las varillas de vidrio, el soplete, herramientas de modelado, boquilla de soplado y el archa para templar las piezas. El trabajo no precisa de ayudantes o maestros para una producción en cadena - la técnica se caracteriza por ser individual al ser el mismo maestro quien funde el material, lo moldea, sopla y temple.

Antiguamente, "el soplo de un pequeño fuelle de forjar colocado bajo la mesa y accionado con el pie, avivaba vigorosamente la llama de una lámpara de aceite y producía el calor suficiente." (Gateau, 1976, p. 43).



Hoy, se utilizan sopletes especializados para esta técnica que trabajan con gas propano y oxígeno, alcanzando temperaturas de 1700°C. El vidrio Borosilicato, por ejemplo, es capaz de fundirse a los 1200°C teniendo un margen de maleabilidad corto, que va entre los 1000°C a 1200°C. Es debido a esto que las piezas que se realizan con esta técnica tienen algunas limitaciones, sin embargo se pueden lograr resultados de gran complejidad y con gran detalle.

El proceso de templado es necesario para enfriar paulatinamente la pieza y así evitar que se fracture y así obtener una pieza más sólida y transparente. Esto se realiza con hornos especializados que alcanzan los 560°C aproximadamente, para ir descendiendo a temperatura ambiente en un lapso de 5 a 7 horas.





El interior de la lámpara contiene el medio bioluminiscente que resplandece al ser agitada. Por una abertura en la parte superior se puede realizar el llenado del contenedor y hacer el cambio de medio cada tres o cuatro semanas, o cuando se observe que la luminiscencia disminuye su potencia.

Al ser transparente, permite observar con claridad el contenido y ver la cantidad del medio con el que se debe llenar hasta el límite visible del contenedor.





CUIDADOS Y MANTENIMIENTO

Para obtener un buen resultado en la luminiscencia de las microalgas, es necesario procurar cierto mantenimiento de la lámpara y el medio de crecimiento.

Antes de llenar la lámpara, se debe esterilizar el contenedor con alcohol isopropílico al 70% para evitar que otros microorganismos habiten en el mismo medio que la especie luminiscente. Si no se esteriliza, podría provocar baja luminiscencia o que las microalgas no crezcan lo suficiente.

Una vez realizado esto, se introducen dentro del contenedor aproximadamente 35ml del medio de crecimiento. Este medio que consta en agua salinizada enriquecida y estéril les permitirá a los microorganismos ir aumentando su población y, consecuentemente,

incrementando su capacidad lumínica.

A los 35ml de medio de crecimiento, se les introduce 3ml (10%) de la solución con microalgas para crear un nuevo inóculo. Esto es para que exista una población joven y no se acumule biomasa muerta. Se debe procurar que el contenido no sobrepase el límite blanco de Hinea, para asegurar un área de aire para las microalgas.

Cada tres o cuatro semanas, se debe reemplazar un cuarto del total del contenido por nuevo medio de crecimiento. La luminiscencia total disminuirá pero esto les permitirá poder reproducirse y crear una mayor densidad de microalgas.

Pyrocystis Lunula no resiste la luz solar directa, por lo que es recomendable

poner Hinea cerca de una ventana donde no llegue el sol, o iluminarla con luz fluorescente o LED blanca, junto con evitar una fluctuación extrema de temperatura.

CONDUCTO DE LLENADO

LÍMITE DE LLENADO

CONTENEDOR EXTERIOR
SOPALDO EN VIDRIO BLANCO
PARA PROTECCIÓN DE
MICROALGAS

LLENAR CON 35ML DE
MEDIO DE CRECIMIENTO Y
3ML DE CULTIVO

AZA PARA COLGAR

CONTENEDOR INTERIOR
CAPACIDAD TOTAL 50ML
LLENAR HASTA 35ML



RECURSOS BIOLÓGICOS PARA EL DISEÑO

RELACIÓN SIMBIÓTICA CON ALGAS BIOLUMINISCENTES

Comprender los recursos biológicos como una fuente directa para el diseño nos hace considerar ritmos de vida consecuentes con la naturaleza, y otros niveles de relación con los objetos de nuestra vida cotidiana. Hinea entabla un vínculo simbiótico entre el usuario y la fuente de luz, dejando a un lado la inmediatez de un recurso que, para las microalgas, corresponde a una reacción química vital.

Cuando se hace de noche, el reloj circadiano que regula los procesos fotosintéticos de las microalgas les indica la presencia de la oscuridad. Su reacción de alerta ante alguna perturbación mecánica responde con destellos luminiscentes los cuales no hace durante las horas de luz. Así, solo emitirá luz cuando la necesitemos por la noche, respetando los propios ciclos circadianos del hombre al emitir una luz de baja intensidad en comparación a la luz artificial.

Pyrocystis Lunula, al utilizar una gran cantidad de energía para emitir luminiscencia, disminuirá la intensidad de la luz obtenida a medida que se agita con mayor frecuencia, recuperándose al realizar fotosíntesis en un nuevo ciclo.

Hinea alberga una luz vital, siendo un habitáculo que emite los destellos de vida del recurso lumínico. El haber desarrollado la forma a través de observaciones biomiméticas nos da cuenta de la eficiencia a través de la que los organismos resuelven problemáticas que podríamos considerar de diseño.

Al adecuarnos a los ritmos “creativos” de la naturaleza nos permite comprender un nuevo concepto del diseño sustentable, donde no sólo se busca la optimización del uso de recursos si no que un proceso creativo que se basa en una nueva manera de relacionarnos con los objetos, un vínculo simbiótico vital entre el artefacto y el entorno, entre el hombre y la naturaleza.

RECREACIÓN DE LUMINISCENCIA CON TINTA FLUORESCENTE ILUMINADA CON LUZ UV Y TINTA FOSFORESCENTE QUE EMITE LUZ EN LA OSCURIDAD AL SER ILUMINADA PREVIAMENTE.

LAS MICROALGAS SE ENCUENTRAN EN CRECIMIENTO, COMPRENDIENDO UN PERÍODO DE CULTIVO DE UNO A DOS MESES.







REFERENCIAS

Boullosa, Nicolás. (2011). Biomimética: 10 diseños que imitan la naturaleza. 10/08/2018, de Fair Companies Sitio web: <https://faircompanies.com/articles/biomimetica-10-disenos-que-imitan-la-naturaleza/>

Capel, J. Lozano R., Martínez-Zapater, J.M. y Jarillo, J.A. 2002. Ritmos y relojes circadianos de las plantas. *Ecosistemas* 2003/1,9

Deheyn DD & Wilson NG. (2011). Bioluminescent signals spatially amplified by wavelength-specific diffusion through the shell of a marine snail. 15/08/2018, de Ask Nature Sitio web: <https://asknature.org/strategy/shell-amplifies-bioluminescence/>

De Abate, John. (1982) *Biología Aplicada*. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Dorfles, Gillo. (1972). *Naturaleza y artefacto*. Barcelona: Editorial Lumen.

E. A. Widder. (2010). Bioluminescence in the Ocean: Origins of Biological, Chemical, and Ecological Diversity. 20/08/2018, de Ask Nature Sitio web: <https://asknature.org/strategy/bioluminescent-proteins-reduce-solar-damage/>

Fromm, Erich & Suzuki, D.T.. (1998). *Budismo Zen y Psicoanálisis*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Gateau, Jean Charles. (1976). *El Vidrio*. Barcelona: Ediciones R. Torres Barcelona.

Hegel, Georg Wilhelm Friedrich. (1980). *De lo bello y sus formas (estética)*. Madrid: Espasa-Calpe (Colección Austral).

Jae-Jun Kim, Youngseop Lee, Ha Gon Kim, Ki-Ju Choi, Hee-Seok Kweon, Seongchong Park, & Ki-Hun Jeong. (2012). Biologically inspired LED lens from cuticular nanostructures of firefly lantern. 19/08/2018, de PNAS Sitio web: <http://www.pnas.org/content/109/46/18674>

Miller, Melissa B. & Bassler, Bonnie L.. (2001). Quorum Sensing in Bacteria. 14/10/2013, de Annual Reviews. Microbiology Sitio web: www.annualreviews.org

Munari, B. (2017). *Design e comunicazione visiva*. Bari-Roma: Laterza & Figli Spa.

Norman, Donald A.. (2010). *El diseño de los objetos del futuro: La interacción entre el hombre y la máquina*. Madrid: Paidós.

Oroza, E. (2009). *Rikimbili: Une étude sur la désobéissance technologique et quelques formes de réinvention*. Paris: Publications de l'Université de Saint-Étienne.

Pillaca Pullo, Omar Santiago. (2016). Quorum Sensing: la comunicación microbiana. 01/09/2018, de BBVA Open Mind Sitio web: <https://www.bbvaopenmind.com/quorum-sensing-la-comunicacion-microbiana/>

Pyrocystis fusiformis. 20/08/2018, de Wikiwand Sitio web: https://www.wikiwand.com/en/Pyrocystis_fusiformis

Richmond, Amos & Hu, Qiang. (2013). *Handbook of Microalgal Culture Applied Phycology and Biotechnology*. Oxford: Wiley Blackwell.

Shimomura, Osamu. (2006). *Bioluminescence: Chemical Principles and Methods*. Singapore: World Scientific Publishing.

Stevahn Owens, Avalon Celeste; Meyer-Rochow, Victor Benno & Yang, En-Cheng. (2018). Short- and mid-wavelength artificial light influences the flash signals of *Aquatica ficta* fireflies (Coleoptera: Lampyridae). 01/09/2018, de Journal Plos One Sitio web: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0191576>

Tanizaki, Junichiro. (1994) *El Elogio de la Sombra*. Madrid: Ediciones Siruela.

TEDGlobal (Producer). (2009). Janine Benyus: La Biomimética en Acción. Disponible en https://www.ted.com/talks/janine_benyus_biomimicry_in_action

TEDGlobal (Producer). (2015). Neri Oxman: Diseño en la intersección de la tecnología y la biología. Disponible en https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology

COLOFÓN

Esta edición contiene el resultado de la investigación, experimentación y realización de una propuesta de diseño inspirada en la naturaleza, utilizando recursos orgánicos como fuente de energía.

Comprende tres etapas, siendo la primera una etapa de investigación sobre los efectos de la naturaleza en los materiales y cómo estos se comportan. La segunda, una etapa de experimentación formal, observando cómo la naturaleza responde ante los efectos de su entorno y configura formas orgánicas. La tercera y última etapa, comprende el desarrollo de la propuesta objetual, que consta de una lámpara biomimética con recurso lumínico bioluminiscente.

Pieza de vidrio diseñada por la autora, hecha en conjunto con Francisco Saitua del Taller La Vidriera (Santiago, Chile).
Pieza de arcilla diseñada por la autora, hecha en conjunto con Rodrigo Véliz del Taller Barros (Pomaire, Chile).
Microalgas *Pyrocystis Lunula* adquiridas en el banco de cultivo UTEX, Texas, Estados Unidos. Cultivadas en el laboratorio del Núcleo de Biotecnología Curauma, de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, con la ayuda de Karen Márquez y Camila Ahumada.

Edición impresa en Strathmore Writing Soft Gray 90 g, Options White 118 g, Options White 148 g y Olin Rough White 120 g.
Familias tipográficas Signika Light 9pt para el cuerpo de texto, Poppins Medium 15pt y Poppins Bold 15pt para títulos y subtítulos.

Septiembre 2018.