

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Facultad de arquitectura / Maestría en diseño avanzado

# Del consumo a la participación

Procesos, herramientas y estrategias de fabricación abiertas

Tesis para obtener el grado de Maestro en diseño avanzado

Presenta: Luis Fernando Cruz Contreras

Dirigida por: Dr. Axel Becerra Santacruz

Sinodales:

M. Jorge Humberto Flores Romero

Dr. Habid Becerra Santacruz

Dr. Roberto Ponce López

MDA. Miguel Angel Ruvalcaba Sandoval

MORELIA MICH. DICIEMBRE 2021



umsnh



MAESTRÍA  
EN DISEÑO AVANZADO

[lcr]

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Facultad de arquitectura / Maestría en diseño avanzado

# Del consumo a la participación

Procesos, herramientas y estrategias de fabricación abiertas

Tesis para obtener el grado de Maestro en diseño avanzado

Presenta: Luis Fernando Cruz Contreras

Dirigida por: Dr. Axel Becerra Santacruz

Sinodales:

M. Jorge Humberto Flores Romero  
Dr. Habid Becerra Santacruz  
Dr. Roberto Ponce López  
MDA. Miguel Angel Ruvalcaba Sandoval



# Índice

1. Introducción	.....		5. Exploración final	.....	
1.1 Abstract / Resumen	.....	10	Prototipo 11 Luminaria Senkō	.....	185
1.2 Planteamiento	.....	13		.....	
1.3 Justificación	.....	20	6. Conclusiones	.....	201
1.4 Objetivo	.....	33		.....	
	.....		Anexos	.....	215
2. Antecedentes + Realidad	.....		Generación digital	.....	216
2.1 Antecedentes teóricos	.....	42	Errores de fabricación	.....	218
2.2 Sobre principios, herramientas y procesos	.....	54	Proyectos de referencia	.....	220
2.3 Lecciones de diseño y procesos	.....	65	Bibliografía	.....	222
	.....			.....	
3. Experimental	.....			.....	
3.1 Exploraciones previas	.....	82		.....	
3.2 Estrategia Metodológica	.....	88		.....	
3.3 El proceso	.....	91		.....	
3.4 Prototipos	.....	99		.....	
	.....			.....	
4. Retroalimentación	.....			.....	
Sujetos experimento	.....	151		.....	
Rafael López	.....	152		.....	
Alejandra Cornejo	.....	160		.....	
Sandra Heredia	.....	170		.....	
	.....			.....	



# INTRODUCCIÓN

tion: What is the potential and possibilities of these alternating processes, the real scope of these emerging technologies to solve design problems?

These alternate processes are opening new horizons, creating niches of opportunity for the designers to enable the products can be designed, manufactured, assembled and distributed by the designer himself or divide this process into different stages of production executed by different entities generating small networks of production and micro economies.

The exploration consists of the production of a series of objects of different scale of application, built with a system of digitally generated joints from an algorithm developed in Grasshopper which can be manufactured in 3d printing and then assembled with different materials to build skeletal structures.

The main objective of the research is to provide an answer to a specific problem, such as a monolithic solution and all its components.

Explore a simple manufacturing process that allows producing objects as possible solutions to certain design problems, which can be materialized at a low cost and in a simple way. It is an exploration on the possibilities of a process, instead of on the results.

## 1.1 ABSTRACT

[.....] is a experimental research project that explores the potential and possibilities of new ways of hybrid production (digital modeling and digital-analog manufacturing) through alternating processes to traditional production systems, processes that take advantage of emerging digital manufacturing technologies , it is an exploration on the possibilities, instead of on the results; Ques-

## 1.1 RESUMEN

Es un proyecto de investigación experimental que explora el potencial y las posibilidades de las nuevas maneras de producción híbrida (modelado digital y fabricación digital-análoga) a través de procesos alternos a los sistemas de producción tradicional, procesos que aprovechan las tecnologías emergentes de fabricación digital, es una exploración sobre las posibilidades, en vez de sobre los resultados; cuestiona ¿Cuál es el potencial y las posibilidades de estos procesos alternos, el alcance real de estas tecnologías emergentes para resolver problemas de diseño?.

**PALABRAS CLAVE:**Proceso, proyecto, exploración, metodología.

Estos procesos alternos están abriendo nuevos horizontes, creando nichos de oportunidad para los diseñadores al posibilitar que los productos puedan ser diseñados, fabricados, ensamblados y distribuidos por el diseñador mismo o dividir este proceso en distintas etapas de producción ejecutadas por diferentes entidades generando pequeñas redes de producción y microeconomías.

La exploración consiste en la producción de una serie de objetos de distinta escala de aplicación, contruidos con un sistema de uniones generadas de manera digital a partir de un algoritmo desarrollado en Grasshopper las cuales pueden ser fabricadas en impresión en 3d para después ensamblarse con distintos materiales para construir estructuras esqueléticas.

La investigación más que dar una respuesta a un problema específico, como una solución monolítica y todos sus componentes, tiene como objetivo principal:

Explorar un proceso de fabricación simple que permita producir objetos como posibles soluciones a determinados problemas de diseño, las cuales puedan ser materializadas a un bajo costo y de manera sencilla. Es una exploración sobre las posibilidades de un proceso, en vez de sobre los resultados.

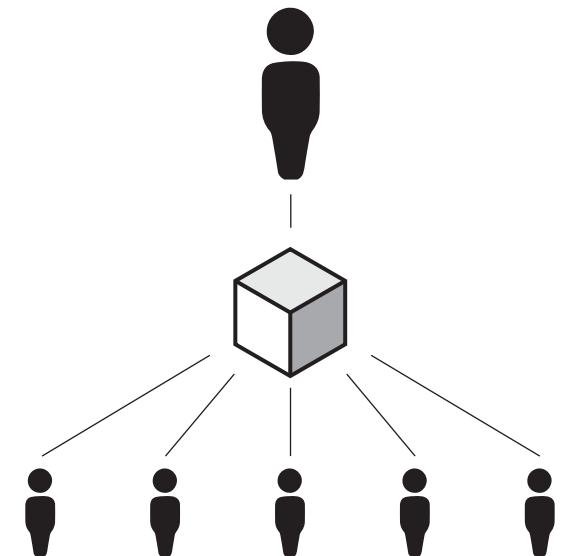
## 1.2 PLANTEAMIENTO

### 1.2.1 ANTECEDENTES / SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL

El mercado del diseño siempre ha sido dominado por los grandes productores, de tal manera que el rol de los pequeños y medianos diseñadores y empresarios como catalizadores de ideas, se ve limitado o marginado.

Los sistemas de producción tradicional trabajan bajo esquemas cerrados, donde hay un gran productor y los demás solo somos consumidores, hay una gran entidad diseñando para todos; estos sistemas de producción se llevan a cabo mediante procesos que requieren de gran capital económico o financiamiento, gran equipo de manufactura, maquinaria, gran capital humano con alta capacitación técnica y se requiere de producción a gran escala para hacerlo económicamente viable.

Estos sistemas producen bajo principios de diseño de lo cerrado, lo protegido, lo estático, monolítico, lo terminado, solido etc. La innovación en estos productos no es uno de los principales enfoques de las lógicas del mercado, y por lo general son diseñados para cumplir con una vida útil y pasar a ser desechos.



Esquema cerrado  
Una gran entidad produciendo  
para todos (consumidores)

Imagen 1. Esquema de producción cerrado, productor - consumidor.  
(Elaboración propia)

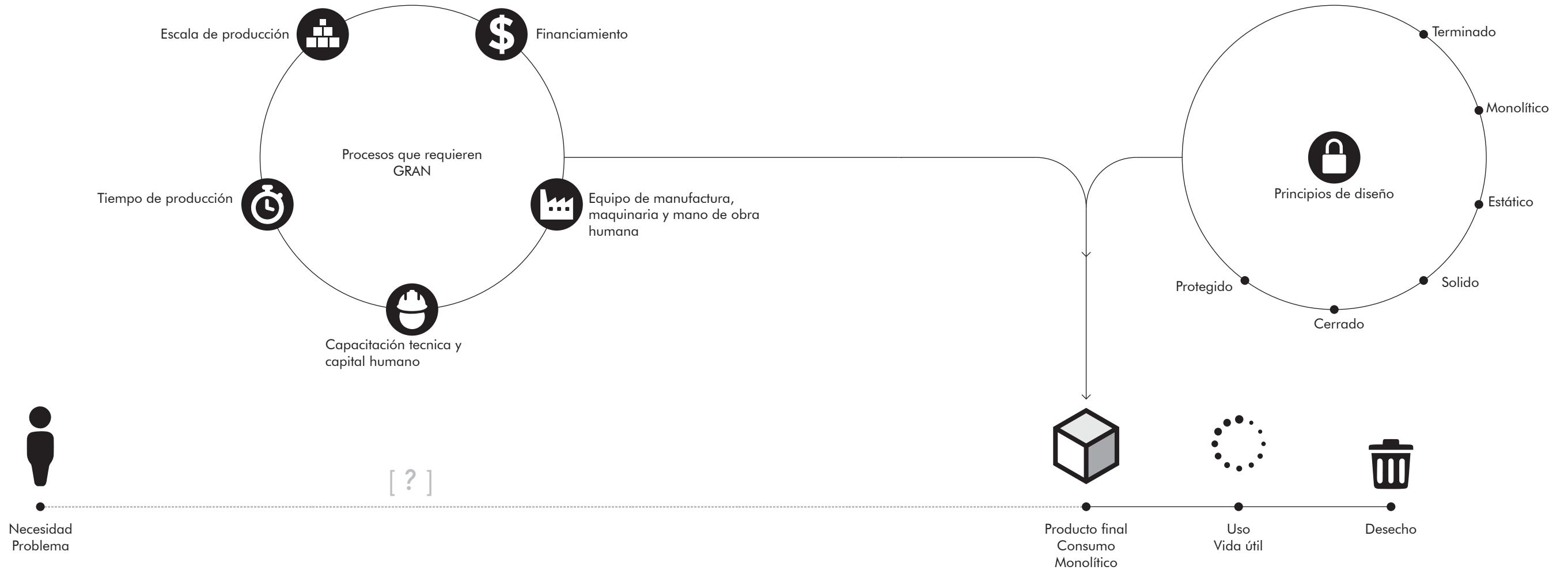


Imagen 2. Diagrama sistemas de producción tradicional bajo principios de diseño cerrados (Elaboración propia)

Nos encontramos en una situación en la que, en mayor parte, los productos de diseño resultado de sistemas de producción tradicional, se producen bajo procesos, herramientas y principios que no se antepone a las exigencias y cambios que caracterizan nuestra época.

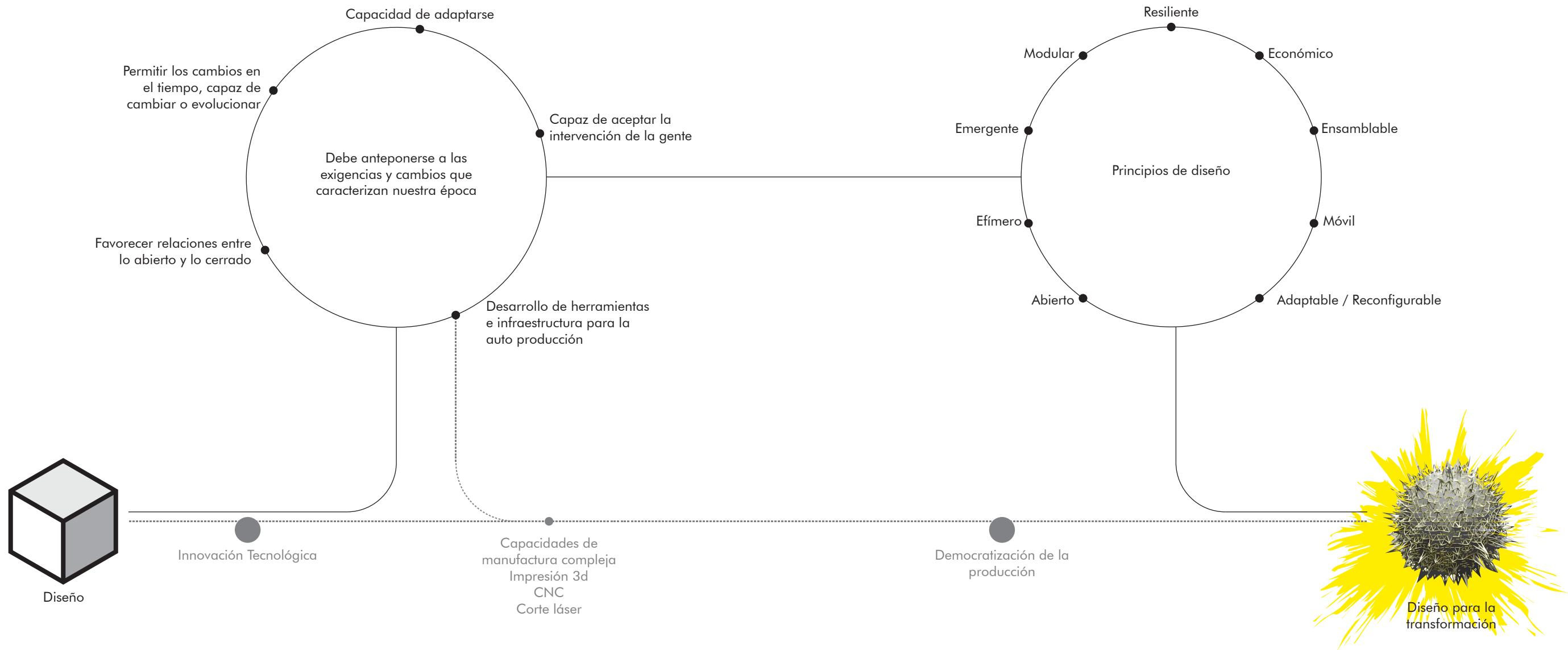


Imagen 3. Diagrama Situación actual de diseño (Elaboración propia)

El mercado siempre ha sido dominado por los grandes productores porque siempre han sido estas ellos quienes manejan toda la infraestructura y herramientas para llevar a cabo estos procesos. Pero hoy nos encontramos en una época donde está habiendo una investigación e innovación tecnológica donde se están creando y distribuyendo herramientas tecnologías de fabricación digital, con increíbles capacidades de manufactura compleja a costos muy bajos, lo que nos está llevando hacia una democratización de la producción. Estas tecnologías de fabricación digital hoy al alcance de todos, traerían consigo la posibilidad de nuevos procesos de diseño y fabricación, y consigo nuevas posibilidades.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

### 1.3.1 ESTADO ACTUAL / PROCESOS Y TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Paralelo a los procesos de fabricación tradicionales encontramos algunos otros procesos de producción alternos que incluyen desde procesos totalmente artesanales, como algunos otros resultados de investigaciones, experimentación e innovación tecnológica, de los cuales están surgiendo procesos de producción a pequeña escala con uso de tecnologías emergentes de fabricación digital.

Lo que están haciendo estas tecnologías de fabricación digital es crear máquinas con capacidades de manufactura compleja que son accesibles y que permiten fabricar algo de manera muy rápida y

económica. Por lo tanto, no necesitamos de una fábrica completa en el sentido tradicional, sino que cualquier persona con una de estas máquinas y un poco de conocimiento podría comenzar su propia pequeña fábrica y comenzar a construir cosas.

Se están reduciendo las limitaciones de tiempo costo y capacitación técnica necesaria para fabricar un producto, posibilitando la producción independiente y la distribución autónoma. Se están abriendo nuevos horizontes y creando nuevos nichos de oportunidad para los diseñadores, lo cual parece cuestionar algunos de los paradigmas tradicionales.

El diseño tendría que estar anteponiéndose a las exigencias y cambios que caracterizan nuestra época, esto significaría por una parte ser mucho más flexible y abierto, tener la capacidad de adaptarse, de aceptar la intervención de la gente, de favorecer las relaciones entre lo abierto y lo cerrado, debería permitir los cambios en el tiempo, tener la capacidad de cambiar o evolucionar.

Y para poder anteponerse a estas características, tendría que pensarse en diseño de una manera distinta, como algo bajo principios más abiertos, principios de lo modular, lo emergente, lo efímero, lo resiliente, lo económico, ensamblable, lo móvil, lo adaptable y reconfigurable.

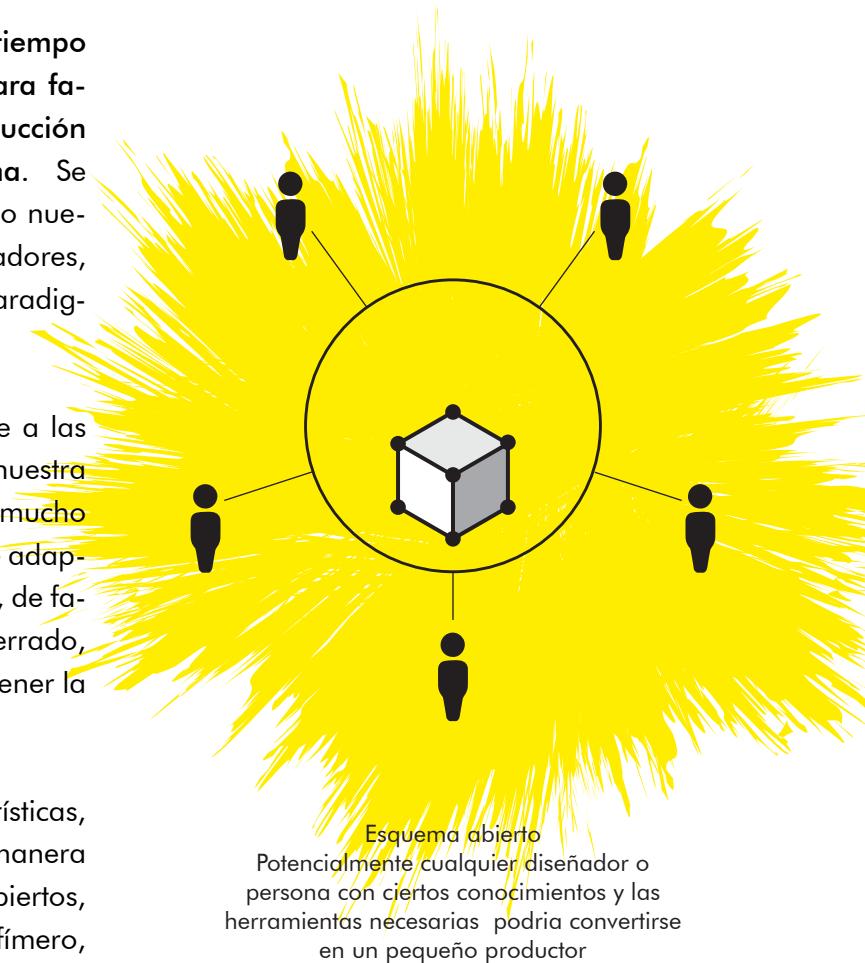


Imagen 4. Esquema de producción abierto, pequeños productores. (Elaboración propia)

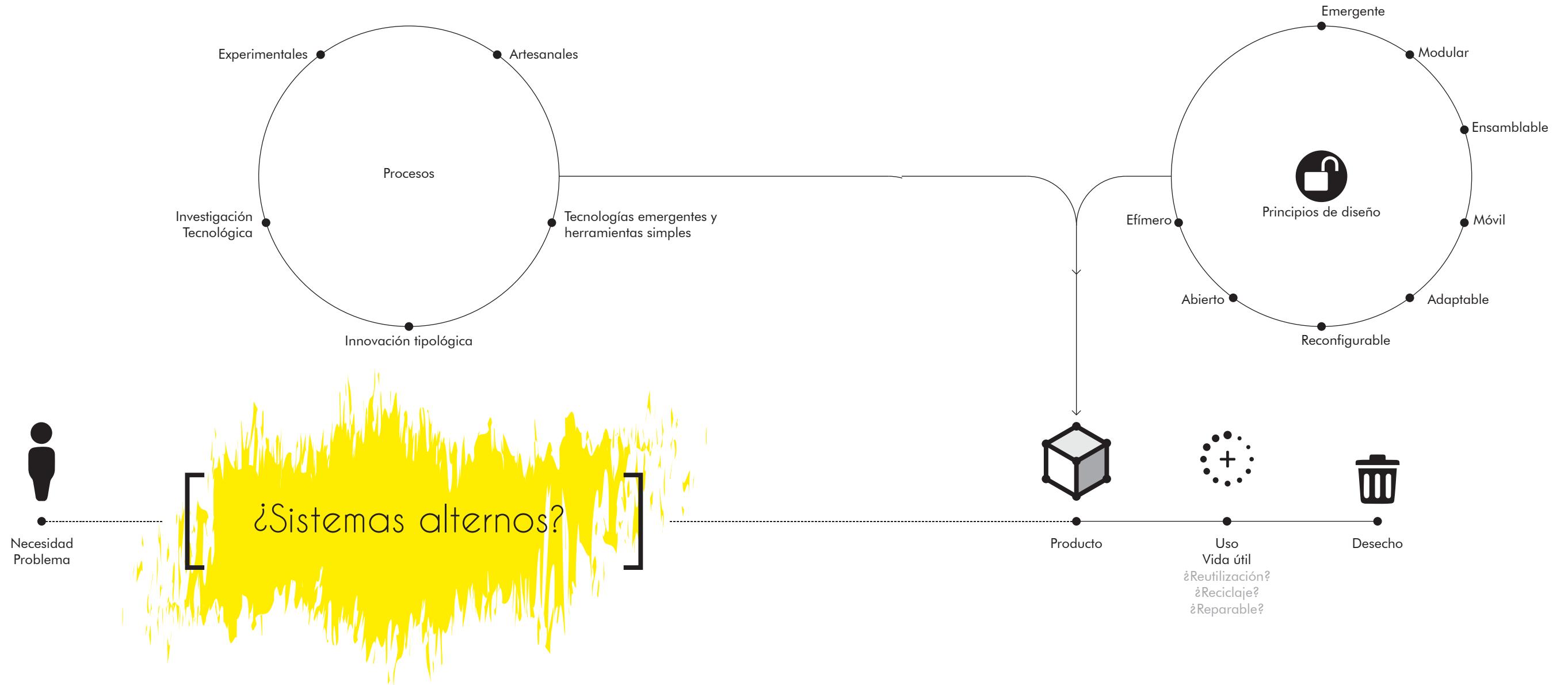


Imagen 5. Diagrama sistemas de producción alternos, sobre nuevos procesos y principios de diseño. (Elaboración propia)

En vez de un escenario donde todos somos consumidores, cuando nos encontramos en esta situación donde hay gran desarrollo tecnológico y hay herramientas de manufactura compleja y tecnologías que están siendo subaprovechadas, tendríamos que estar explorando nuevos procesos alternos, y estos se regirían bajo principios de lo abierto y lo modular.

### 1.3.2 SOBRE LO MODULAR

Los sistemas modulares no son nada nuevo, se pueden encontrar en todas partes. Para entender el entorno en el que vivimos, primero lo dividimos en unidades mensurables. Dividimos superficies en cuadrículas, espacios en piezas y tiempo en unidades rítmicas. La forma en que percibimos y entendemos el mundo que nos rodea también sigue patrones modulares; así es como hacemos que las estructuras complejas sean más fáciles de entender. Dividimos el mundo en unidades más pequeñas para comprenderlo.

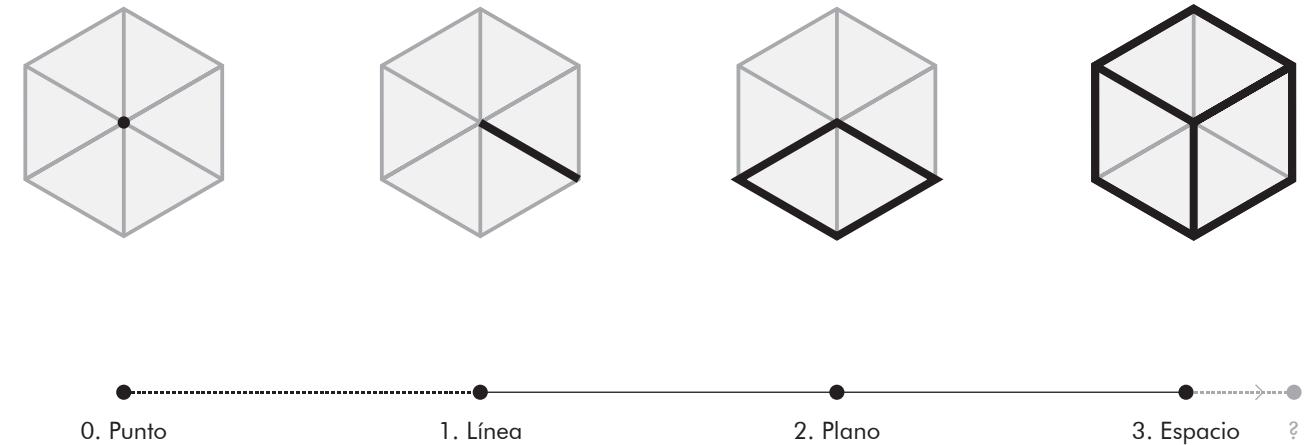
En arquitectura, el funcionalismo dividió los objetos y espacios que usamos en unidades funcionales, para crear estructuras más eficientes en nombre de la racionalización. Esto nos llevó a una sistema-

tización del diseño o una arquitectura sistemática.

Por otro lado, todos los días vemos evidencia de que la vida no es predecible. Incluso cuando se intenta establecer reglas, cuando creemos que hay rigor, muchas cosas son imposibles de prever. Para responder adecuadamente a las situaciones cambiantes, necesitamos una mayor flexibilidad. Nuestra necesidad y nuestras condiciones de vida también cambian, lo que significa que partes de nuestro entorno, incluidas las grandes estructuras, pueden quedar obsoletas.<sup>1</sup>

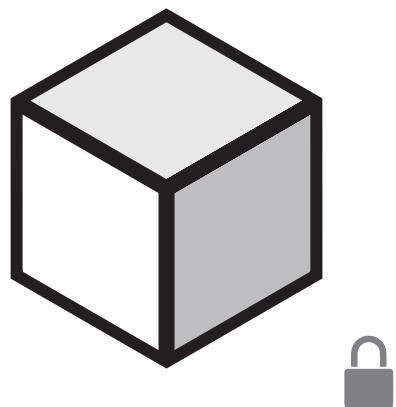
Un objeto que responde a un sistema modular tienen la capacidad de instalarse en un determinado lugar, habitarlo por el tiempo que se requiera, y después liberarlo sin realizar modificaciones permanentes que degraden la calidad del entorno. De esta forma no se dañan ni se alteran las condiciones del lugar.

<sup>1</sup> Agkathidis, A. (2012). Modular structures in design and architecture. Amsterdam: Bispublishers. pág. 47



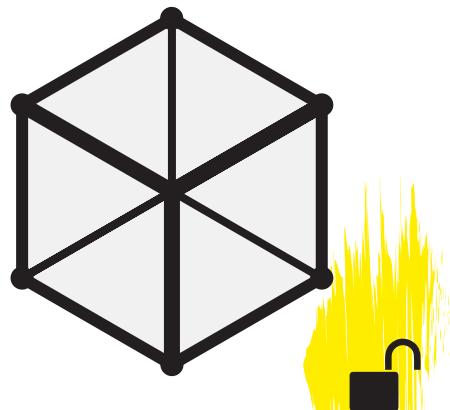
Como diseñadores pensamos en objetos que se desarrollan en tres dimensiones, objetos compuestos por líneas, planos, superficies que forman un espacio o volumen, objetos estáticos que o sólidos que no tienen una relación o interacción directa con el tiempo, solo se degradan a través de él. Generalmente no se piensa en el tiempo como una herramienta de diseño y las posibilidades de incorporar esta variable.

Imagen 6. Construcción dimensional del objeto. (Elaboración propia)



Objeto como un solido monolítico

Un objeto tridimensional como un solido monolítico es cerrado, no podemos modificarlo o descomponerlo. Su interacción con el tiempo es limitada, solo se degrada a través del tiempo hasta cumplir su vida útil y convertirse en un desecho.



Objeto como un conjunto de partes y componentes  
Rompecabezas dinámico

Si entendemos los objetos como un conjunto de partes y componentes, como una especie de rompecabezas, se convierte en un objeto abierto que podemos modificar y manipular. Un objeto con el que podemos interactuar y este tiene la capacidad de cambiar y evolucionar a través del tiempo.

Imagen 7. Objeto solido monolítico contra rompecabezas dinámico. (Elaboración propia)



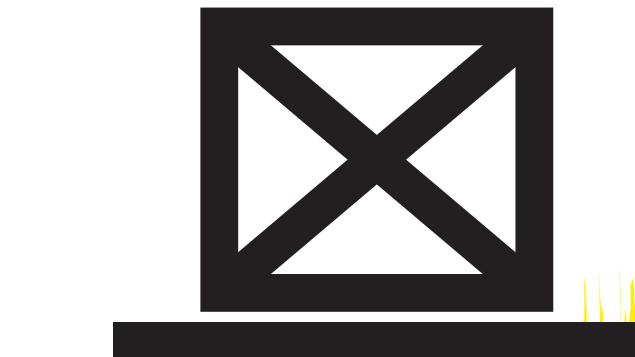
Estático



El cambio de un solido a través del tiempo se ve limitado, unicamente puede cambiar de lugar y posición cuando este es móvil, pero no hay un cambio o modificación en el objeto en si.

La integración de una concepción circular del tiempo permite integrar el concepto de ciclo de vida como parte de los aspectos básicos del objeto de diseño. Una lógica circular de uso y desuso, construcción y deconstrucción es dinámica y sustentable.

La sustentabilidad debe ser incorporada desde las etapas iniciales de un proyecto de diseño, con una mirada profunda e integral. Debe ser entendida



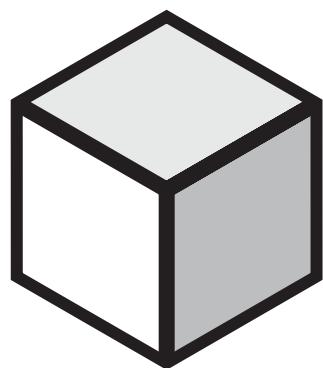
Movíl / Modular



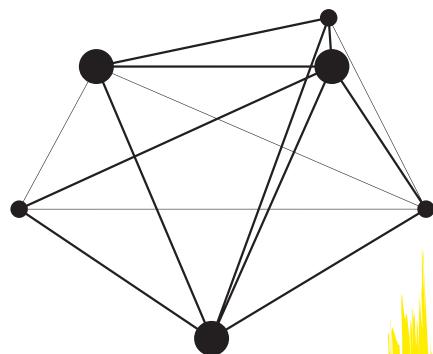
Un diseño como un conjunto de partes, un sistema modular abierto tiene la capacidad de cambiar y evolucionar a través del tiempo. Es incluir la variable del tiempo como herramienta de diseño.

como el correcto aprovechamiento de los recursos y disminución al mínimo de los desperdicios. El proceso mediante el cual se fabrica un objeto y su capacidad de no dejar huellas una vez cumplida su función. La selección de materiales y su separación una vez cumplida la vida útil de los mismos para que puedan ser reciclables o tengan capacidad de un nuevo uso (ciclo de vida de los materiales).

Imagen 8. Objeto estático contra móvil modular. (Elaboración propia)



Objeto



Sistema



Y para pensar en objetos que modulares tendríamos que cambiar la visión del diseño, no pensar en diseño como una exploración objetual, sino pensar en sistemas, en un sistema como una serie de reglas y parámetros.

### 1.3.3 SOBRE LO ABIERTO

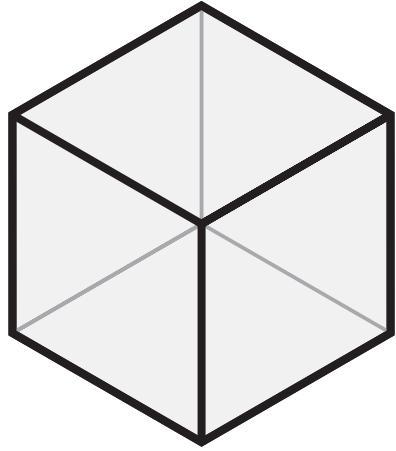
Abierto:

Los sistemas de desarrollo actuales trabajan bajo modelos jerárquicos, en el que hay un gran diseñador / productor que diseña algo, lo protege y lo lanza al mercado para su consumo (una sola entidad diseñando para todos), hay una marcada diferencia entre el productor y el consumidor.

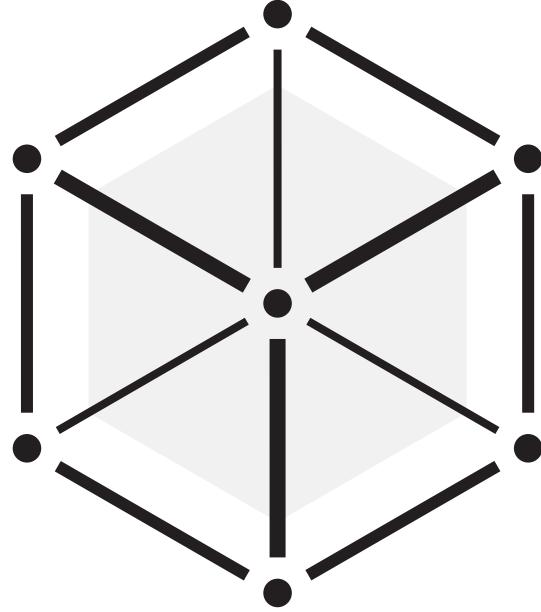
Los sistemas abiertos, trabajan bajo esquemas en el que una persona promedio tiene el potencial de ser participe en el diseño, idear, diseñar y fabricar sus propias ideas, resolver sus propias necesida-

des o desarrollar sus productos (todos diseñando para todos).

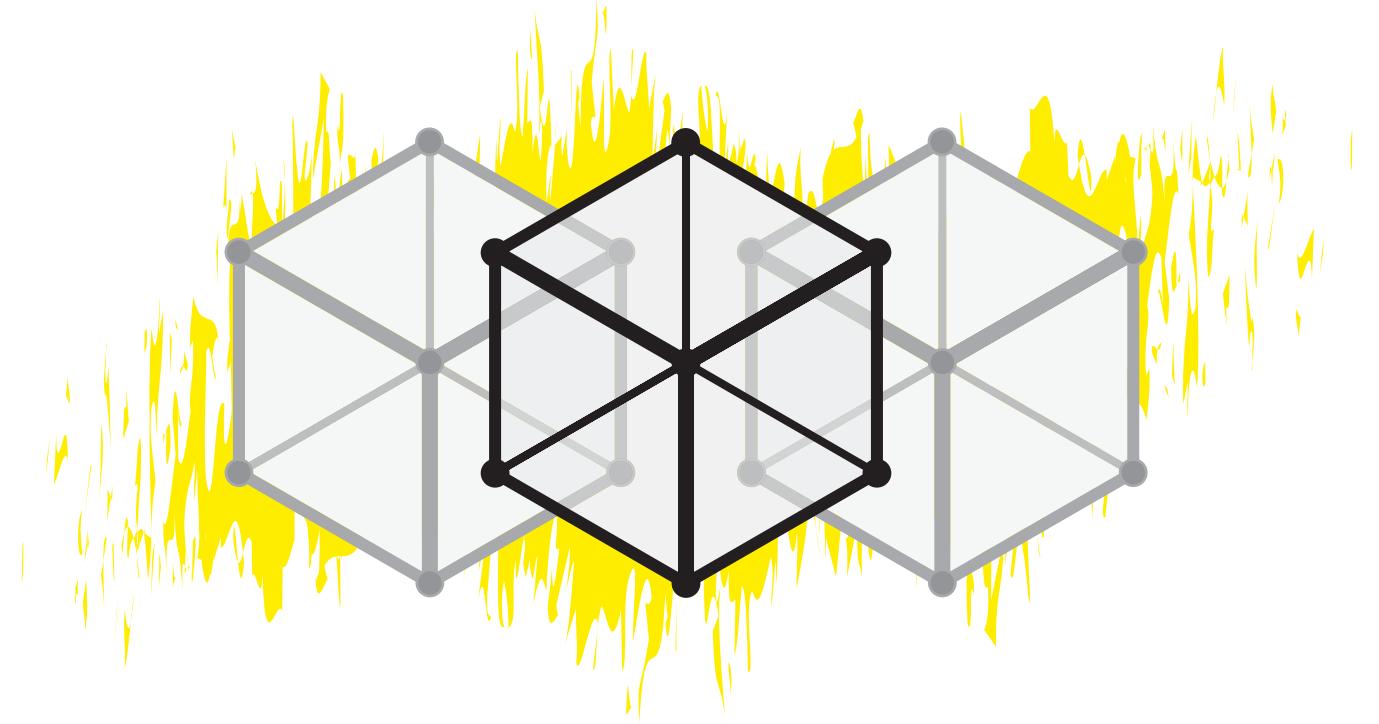
Nuestros modelos de desarrollo no van a funcionar si tratamos a los ciudadanos solo como consumidores. Si queremos que algo valga la pena tiene que ser universal, abierto y distribuirlo a escala masiva. Deberíamos estar más preocupados por desarrollar las herramientas o infraestructura para que la gente resuelva sus propios problemas.



3. Espacio



Descomposición en partes  
(2. Líneas, 1. Puntos)



4. Espacio - Tiempo

Contrario a los modelos monolíticos estáticos, un sistema modular funciona como un conjunto de partes que son ensambladas para configurar un objeto o espacio, pero este tiene la habilidad de crecer, adaptarse y evolucionar en el tiempo. Los sistemas modulares incorporan la variable del tiempo en el diseño, eso los hace resilientes, adaptables al cambio, introducen una lógica circular de uso y desuso, construcción y deconstrucción, la cual es dinámica y sustentable.

## 1.4 OBJETIVOS

La investigación más que dar una respuesta a un problema específico, como una solución monolítica y todos sus componentes, tiene como objetivo principal:

Explorar un **proceso de fabricación simple** que permita producir objetos como posibles soluciones a determinados problemas de diseño, las cuales puedan ser materializadas a un bajo costo y de manera sencilla. **Es una exploración sobre las posibilidades de un proceso, en vez de sobre los resultados.**

Tiene como pregunta de investigación ¿Cuál es el potencial y las posibilidades de estos procesos alternos, el alcance real de estas tecnologías emergentes (manufactura aditiva) para resolver problemas de diseño?

Objetivos particulares:

Incorporar herramientas de diseño paramétrico (Grasshopper) para simplificar procesos de diseño.

Experimentar con un método de manufactura aditiva (impresión 3d) y herramientas de fabricación digital.

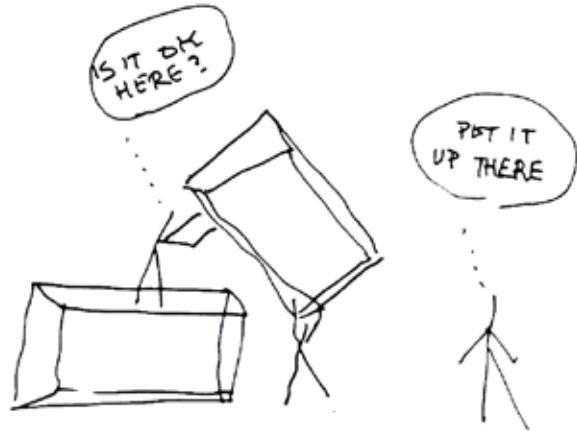
Explorar hasta qué grado podemos fabricar objetos de gran complejidad a partir de componentes simples.

“Technology is the answer, but what was the question”  
Cedric price



**ANTECEDENTES + REALIDAD**

# YONA FRIEDMAN / IMPROVISATION IN ARCHITECTURE



1 / Architecture is open for improvisation



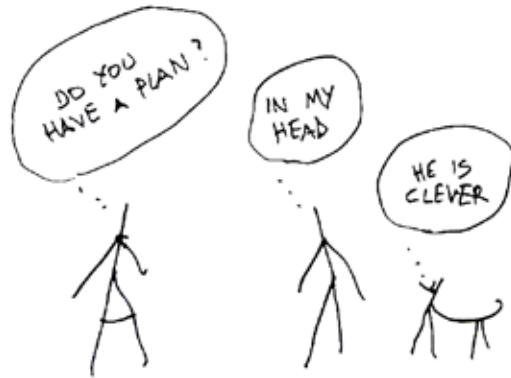
2 / "Great" architecture was considered to be for eternity



3 / Popular architecture was often perishable



4 / Improvised on site



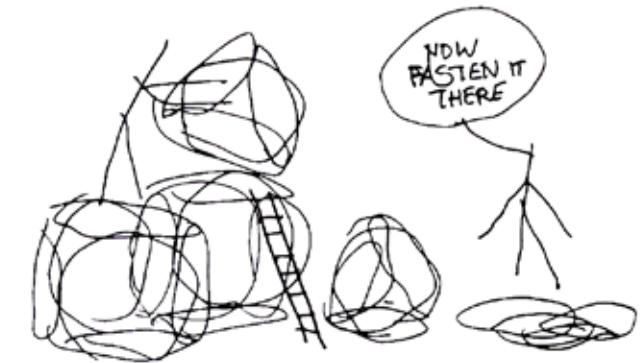
5 / Without preplanning



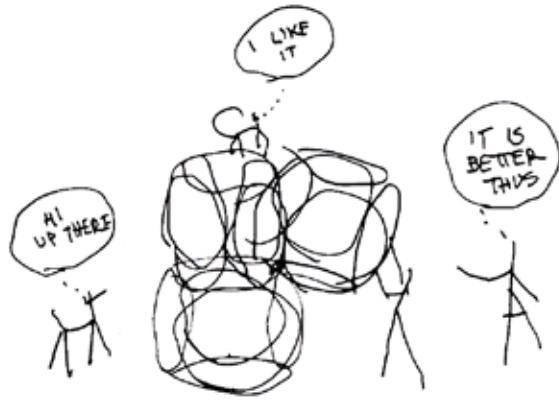
6 / And without technical drawings



7 / We have technical solutions



8 / For improvisation in architecture



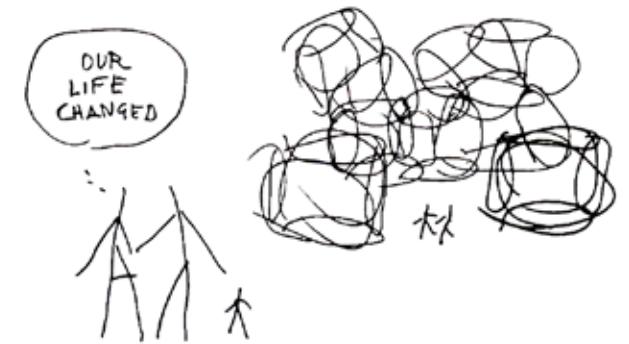
9 / Admitting "trial-and-error" procedures



10 / Techniques available to the layman



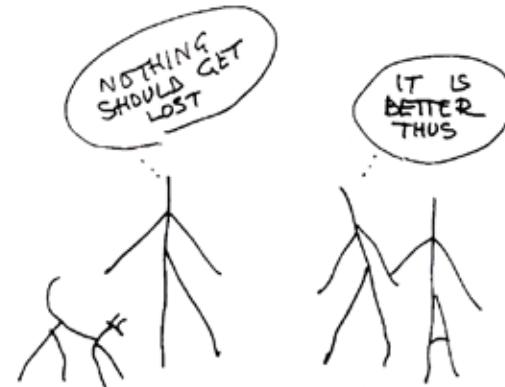
11 / Who can thus correct possible errors



12 / Or adapt and re-adapt architecture to a changing context



13 / I called this approach "mobile architecture"



14 / Which replaces "demolition" through "re-assembly" of the existing

### "SPACE-TIME" ARCHITECTURE

Improvised architecture is "space - time" architecture its configuration in space moves in time.

Change in "space - time" architecture is not continuous, in the mathematical sense of the term. You cannot predict, knowing a given state, what will be the next one. There are no "rules", the process of change is erratic.

Improvised architecture is not "functional" in the sense Bauhaus interpreted functionalism. Nor is it aestheticizing, even if it might produce aesthetic effects. It is simply "living" architecture, not subjected to any theory.

## 2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

### YONA FRIEDMAN

#### ARQUITECTURA CON LA GENTE, POR LA GENTE, PARA LA GENTE

“Escogí este título porque parafrasea la definición de democracia de Lincoln, una definición que es justa, pero que muy rara vez se implementa.

Si tuviera que dar un calificativo a mi acercamiento a la arquitectura, sería “democrático”, en el sentido de la interpretación de Lincoln.

La arquitectura tiene que concebirse con la gente, y ser materializada, en la medida de lo posible, por la gente. El término “para la gente” es evidente. Esto no significa que el arquitecto no tenga ningún papel en el proceso: puede aportar ideas, técnicas, estéticas nuevas, que tendrán que ser validadas con la gente, por la gente, para la gente únicamente.

Por cierto, los arquitectos también son gente... pertenecen a la gente.”

Yona Friedman (2011)

Comienzo con este fragmento escrito por Yona Friedman por que denota su interés principal en la arquitectura, cambia el juego, antes de empezar a hablar de conceptos o principios, establece a la gente como el personaje o tema central en los procesos de hacer arquitectura, la gente como esa entidad capaz de decidir, capaz de crear, de resolver sus propias necesidades. La gente como el tema central del diseño, para quien va dirigida y no solo dirigida, sino diseño concebido por la misma gente.

Yona Friedman fue un autor que me motivo con sus ideas utópicas, despertó un interés en mi por explorar otras maneras de hacer y pensar en arquitectura y diseño. Friedman plantea ciertas ideas disruptivas, que tomo como marcador de nuevos principios o maneras de entender y hacer arquitectura, de las cuales hago una abstracción para hablar de diseño de una manera más generaliza-

da en este trabajo de investigación.

Yona Friedman defiende que, en arquitectura, el personaje central no es el arquitecto sino el usuario del edificio, el habitante.

El habitante no es el “hombre promedio”, una entidad imaginaria de los estadistas, sino una persona física, un individuo que es diferente a todos los otros. Además, hoy, él es diferente de aquel que fue ayer y del que será mañana.

Por lo tanto, tiene su propia percepción del espacio del que dispone para habitar: debe poder organizarlo en un momento dado y poder reorganizarlo de otra forma mañana. <sup>1</sup>

Explica que para hacerle posible esta adaptación continua de su hábitat, es necesario escoger las técnicas apropiadas. Estas técnicas son banales para una categoría de elementos del hábitat como los “muebles” que él puede empujar de un lugar a otro sin ninguna asistencia técnica. Pero, en cuanto a los otros elementos del hábitat, los muros, suelos, puertas, ventanas éstos no pueden ser cambiados sin intervenciones costosas y complicadas.

<sup>1</sup> Friedman, Y. (2011). Arquitectura con la gente, por la gente, para la gente. Barcelona: Actar pág. 14

Este es el reto de la nueva arquitectura: ¿Cómo hacer que todos estos componentes puedan hacerse móviles a la manera de los muebles?

Este reto puede tener varias consecuencias aparte de las microsociológicas. Una arquitectura así introduciría también el cambio constante de la ciudad la posibilidad de reorganizar continuamente y sin demoliciones el plan de urbanismo de un barrio. La movilidad del plano urbano debería ser, en la medida de lo posible, como la de los muebles.<sup>2</sup>

Yona Friedman habla de que en arquitectura el habitante es una persona con características específicas y por lo tanto sus necesidades son distintas a las de los demás, y a su vez estas necesidades van cambiando a través del tiempo, es decir, las necesidades de hoy pueden ser distintas a las de mañana.

<sup>2</sup> Ibídem



Imagen 11. We know more than we know (Yona Friedman)

Plantea la idea de que los espacios tendrían que poder organizarse en un momento y reorganizarse en otro de acuerdo a las necesidades cambiantes de sus habitantes, y esto a través de técnicas que permitan que estos cambios puedan hacerlos los habitantes mismos sin necesitar ayuda de algún profesional o herramientas especiales, plantea la necesidad de una arquitectura móvil.

Yona Friedman dedicó su vida a desarrollar la idea de una arquitectura móvil. Friedman forma en 1958 el GEAM, Grupo de estudios de arquitectura móvil y logra desarrollar una "Teoría de la Arquitectura Móvil" en la cual destaca la idea del comportamiento imprevisible de los habitantes.

A decir del autor en su libro Yona Friedman, Pro Domo (2006), ha dedicado su trayectoria desde 1945 a concebir una «arquitectura sin planos» e «improvisada» para «devolver al habitante su capacidad de tomar decisiones». A sus 83 años de edad Friedman relata con claridad «comprendí que la clave de la arquitectura móvil está en el procedimiento empírico para estructuras transformables continuamente, 'a mano', y sin herramientas complicadas». «Todas estas estructuras han sido concebidas utilizando productos industriales existentes y que se pueden encontrar en grandes almacenes».

Las ideas que Friedman presentaría en el décimo congreso de los CIAM penetraron en proyectos de altísima retórica internacional, «Archigram tomó prestada literalmente mi idea, como han hecho muchos colegas como Schulze-Fielitz, Emerich, los japoneses (metabolistas), y otros tantos». La idea de una arquitectura que sea capaz de moverse se encontraba en muchos ámbitos de aplicación que exceden a la disciplina, ya sean desde los recién nacidos entornos virtuales hasta los viajes al espacio. A favor del comentario de Friedman, sí es posible detectar cierta influencia de sus ideas en las ciudades caminantes que se desarrollarían años después en el ámbito de la Architectural Association de Londres, aunque el auge de la tecnología high-tech y las mega estructuras se encontraba en su punto más alto, y podría decirse que se acercaron a la viabilidad con los proyectos de mega-estructuras desarrolladas por los Metabolistas japoneses.

Insistiendo en la importancia de los procesos y no de los resultados, Friedman trabajó para demostrar que las matemáticas en su "forma actual" no pueden describir procesos, solo resultados. Habla de un «orden complicado» asociable por el autor al alfabeto, pero sin réplicas en las matemáticas.

Resulta particularmente paradójico que, luego de años de desarrollo de estas ideas, el propio au-

tor reconozca «haber descubierto que el desorden es una forma de orden». En un mundo donde la ciencia y la matemática han aceptado la condición cambiante de la materia, que se encuentra en «un progreso para la destrucción o desorden inherente a un sistema» (Carmona Collado, 2003), con conceptos como el de entropía, el grado de desorden y de caos de un sistema.

Es posible hoy, asociando algunas de las exploraciones más teóricas de la arquitectura y el urbanismo con las concepciones filosóficas y científicas contemporáneas, abrazar las ideas del cambio y la variabilidad desde una mirada profunda y concreta, tan reflexiva-teórica como material y técnica. Es quizás ésta una de las razones del resurgimiento de las temáticas de lo efímero y lo temporal en la arquitectura contemporánea, en un mundo plagado de imágenes e información cada vez más genérico-específicas.<sup>3</sup>

Para lograr una arquitectura que pueda ser construida por la misma gente tendríamos que recurrir a sistemas modulares, pequeñas piezas que pueden moverse y manejarse fácilmente y que se ensamblan de manera sencilla con herramientas simples.

Y esto hablando de una manera mas general en cuanto a diseño, esto significaría diseñar bajo principios distintos a los establecidos, principios de lo abierto, desde el sentido de aceptar la intervención de la gente, permitir que la gente tenga el poder de decidir y hacer para resolver sus propias necesidades, hasta abierto en el sentido del tiempo, que pueda cambiar y adaptarse según las necesidades cambiantes del usuario.

<sup>3</sup> Ibídem

**“Mientras un sólido cancela el tiempo, para los líquidos, por el contrario, lo que importa es el tiempo.”**

**Zygmunt Bauman, 2000**

# ZYGMUNT BAUMAN

## ESPACIO LÍQUIDO

En el año 2000 el sociólogo y filósofo Zygmunt Bauman reúne en su texto *Modernidad Líquida* la idea de la fluidez en la contemporaneidad. En una visión que puede ser asociada a distintas disciplinas desde el diseño industrial al análisis sociológico del consumidor resulta particularmente interesante la mirada sobre el espacio y el tiempo.

Los líquidos, a diferencia de los sólidos, no conservan fácilmente su forma. A decir de Bauman “los fluidos no se fijan al espacio ni se atan al tiempo. En tanto los sólidos tienen una clara dimensión espacial, pero neutralizan el impacto del tiempo, los fluidos no conservan una forma durante mucho tiempo, están constantemente dispuestos a cambiarla; por consiguiente, para ellos lo que cuenta es el flujo del tiempo más que el espacio que pueden ocupar: ese espacio que, después de todo, sólo llenan por un momento”. O sea, mientras un sólido cancela el tiempo, para los líquidos, por el contrario, lo que importa es el tiempo.

Con relación al individuo, a la familia y a las instituciones disciplinarias, Bauman plantea que las pautas y configuraciones del ser actual ya no están determinadas ni son evidentes de ningún modo.

Existen demasiadas pautas y configuraciones, sus mandatos se contradicen de manera que han sido perdido su rigor. Y asociado a ello, en vez de proceder a la política de vida y de encuadrar su curso futuro, deben seguirla, reformarse y re moldearse según los cambios y giros que esa política de vida experimente.

Asociado a la profesión arquitectónica, si, por ejemplo, una política educativa debe estar en constante movimiento, remodelarse, ¿es posible diseñar espacios educativos fijos, sólidos, que se mantienen por décadas?, si las relaciones humanas de cualquier individuo están en constante cambio y la familia tipo se transformó en cientos de configuraciones posibles ¿cómo definir nociones básicas de habitabilidad para realizar propuestas móviles, adecuadas para poder absorber su liquidez espacial?

La arquitectura del último medio siglo ha realizado diversas exploraciones que incorporan la noción del tiempo en lo edilicio y en particular en la vivienda, modificando la idea de familia-individuo tradicional (o al menos abrazando su variabilidad).

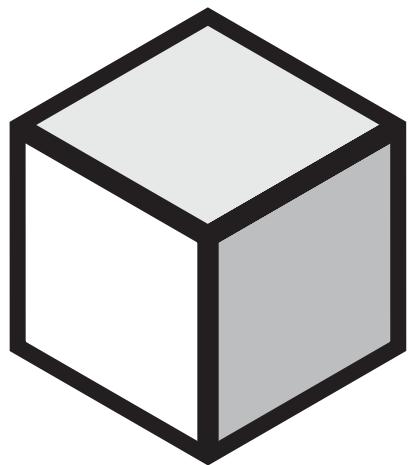
John Habraken y el SAR (Stichting Architecten Research) llevaron a cabo entre 1965 y 1975 en

Holanda, un sistema que permitiera mediante la industrialización y producción en serie, la adaptabilidad de los espacios por los usuarios. La Teoría de Soportes, parte de la idea de una base de una estructura rígida y definida que habilita la variabilidad.

**“Bill Gates se separa sin pena de posesiones que ayer lo enorgullecían: hoy, lo que da ganancias es la desenfundada velocidad de circulación, reciclado, envejecimiento, descarte y remplazo.”**  
Zygmunt Bauman, 2000

**“Aferrarse al suelo no es tan importante si ese suelo puede ser alcanzado y abandonado a voluntad en poco o en casi ningún tiempo. Es comprensible que Rockefeller haya querido que sus fábricas, ferrocarriles y pozos petroleros fueran grandes y robustos, para poseerlos durante mucho, mucho tiempo (toda la eternidad, si medimos el tiempo según la duración de la vida humana). Sin embargo, Bill Gates se separa sin pena de posesiones que ayer lo enorgullecían: hoy, lo que da ganancias es la desenfundada velocidad de circulación, reciclado, envejecimiento, descarte y remplazo. En una notable inversión de la tradición de más de un milenio, los encumbrados y poderosos de hoy son quienes rechazan y evitan lo durable y celebran lo efímero, mientras los que ocupan el lugar más bajo luchan desesperadamente para lograr que sus frágiles, vulnerables y efímeras posesiones duren más y les brindan servicios duraderos.”**

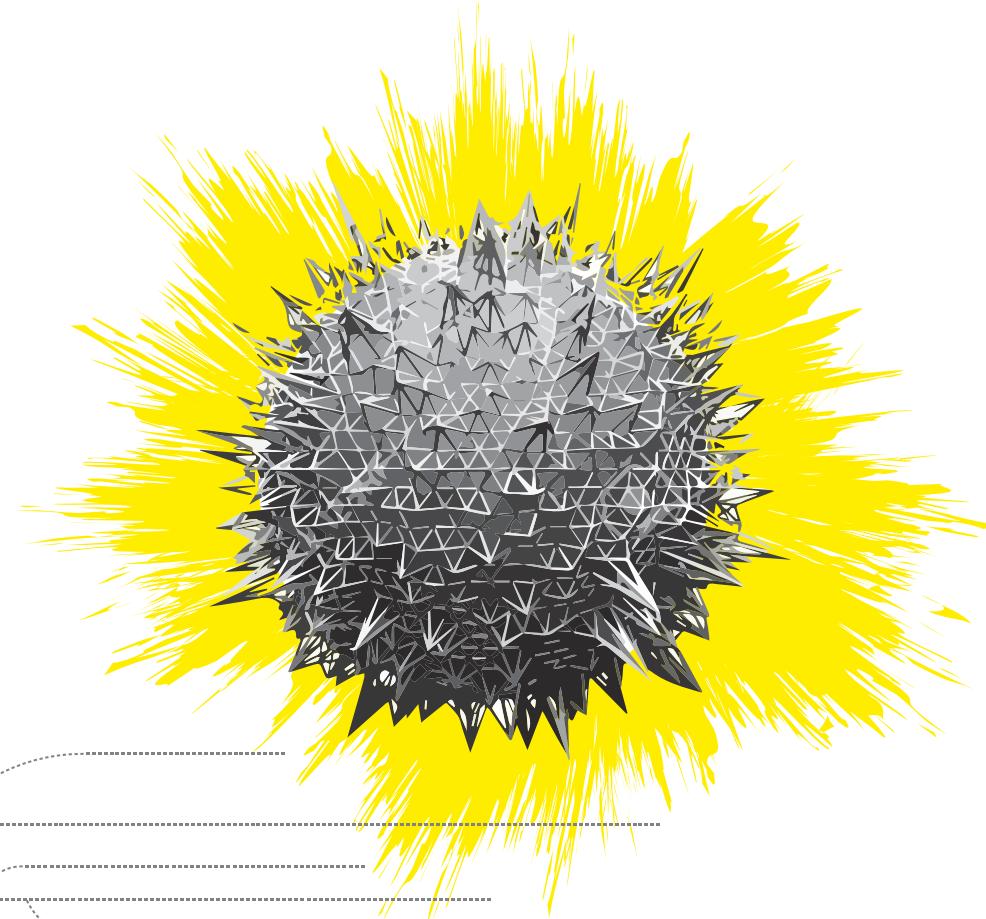
Bauman, *Modernidad Líquida*, p19.



Principios de diseño  
Estático  
Sólido  
Funcional  
Monolítico  
Estético  
Conocido

?

Introducción de variable  
de tiempo como  
herramienta de diseño.



Dinámico  
Líquido  
Modular  
Móvil  
Experimental  
Adaptable  
Efímero

Nos encontramos en una situación en la que están cambiando los principios de diseño establecidos, se están multiplicando las posibilidades del diseño en vez de limitarse; siendo más coherente con la realidad en la que nos encontramos.

Imagen 12. Variable de tiempo como herramienta de diseño. (Elaboración propia)

“Making is fundamental to what it means to be human. We must make, create, and express ourselves to feel whole. There is something unique about making physical things. These things are like little pieces of us and seem to embody portions of our souls.”

Maker Movement Manifesto

## 2.2 SOBRE PRINCIPIOS, HERRAMIENTAS Y PROCESOS

En lugar de un escenario en el que todos somos consumidores de recursos e información, en esta era digital, donde todos tienen acceso a las redes, a información y a tecnologías, deberíamos estar más preocupados por diseñar o crear la infraestructura o herramientas necesarias para que la gente resuelva sus propias necesidades. Adoptar y exponenciar esta idea de que cualquiera puede fabricar cualquier cosa en cualquier parte del mundo si tiene los conocimientos, las herramientas y la maquinaria necesaria.

El ser humano desde sus orígenes tuvo la necesidad de hacer cosas, desde cocinar, hacer su propia ropa, su propio refugio o casa. En el transcurso del tiempo, las invenciones y descubrimientos han estado basadas en el hacer, en producir cosas. Por otro lado, cuando somos niños, sentimos ganas de hacer cosas: autos, casas, puentes, juegos, etc. nacemos con un deseo de crear.

Se podría pensar que el movimiento maker está basado en el hobby. Y quizá en esencia son hobbies, pero éstos con el surgimiento de nuevas tecnologías está pasando de ser una actividad de recreación en el garaje, a una nueva fuerza eco-

nómica.

En términos generales, un maker es alguien que extrae identidad y significado del acto de la creación. Lo que distingue a los makers contemporáneos de los inventores y de los DIY'ers de otras épocas, es el increíble poder que les brindan las tecnologías modernas y una economía globalizada, tanto para conectarse y aprender y como un medio de producción y distribución.

Estas tecnologías emergentes y procesos experimentales están exponenciando cada vez más estas filosofías y éticas de los movimientos Maker y DIY. se están convirtiendo en tecnologías como herramientas democráticas, en el sentido de que están dando a la gente oportunidades, de producción, de desarrollar sus propias ideas, están simplificando procesos y abriendo nuevas posibilidades a la gente. Y hoy están al alcance de cualquier persona, hay un creciente aumento de espacios makers.

## MOVIMIENTO MAKER

El movimiento Maker ha traído una filosofía de hacer, compartir, dar, aprender haciendo, estimulando la creatividad y la capacidad de desarrollo de la gente. Todos somos Makers, nuestro mundo es lo que lo hacemos, el movimiento Maker plantea que, si puedes imaginarlo, puedes hacerlo, puedes construirlo.

Compartimos lo que hacemos y ayudamos a otros a hacer lo que compartimos, de tal manera que más que consumidores, somos productivos, somos creativos, tenemos la capacidad de resolver nuestras propias necesidades.

El movimiento Maker, busca la una forma de trabajo participativo, donde unos ayudan a otros para hacerlo mejor, donde el participante es abierto, incluyente, alentador, y generoso.

### MAKER MANIFESTO MOVEMENT <sup>1</sup>

#### MAKE

Making is fundamental to what it means to be hu-

<sup>1</sup> Mark Hatch, Techshop. (2017). The Maker Movement Manifesto. Disponible en: <http://www.techshop.ws/images/0071821139%20Maker%20Movement%20Manifesto%20Sample%20Chapter.pdf> (17 jul. 2017)

man. We must make, create, and express ourselves to feel whole. There is something unique about making physical things. These things are like little pieces of us and seem to embody portions of our souls.

#### SHARE

Sharing what you have made and what you know about making with others is the method by which a maker's feeling of wholeness is achieved. You cannot make and not share.

#### GIVE

There are few things more selfless and satisfying than giving away something you have made. The act of making puts a small piece of you in the object. Giving that to someone else is like giving someone a small piece of yourself. Such things are often the most cherished items we possess.

#### LEARN

You must learn to make. You must always seek to learn more about your making. You may become a journeyman or master craftsman, but you will still learn, want to learn, and push yourself to learn new techniques, materials, and processes. Building a lifelong learning path ensures a rich and rewarding making life and, importantly, enables one to share.

## TOOL UP

You must have access to the right tools for the project at hand. Invest in and develop local access to the tools you need to do the making you want to do. The tools of making have never been cheaper, easier to use, or more powerful.

## PLAY

Be playful with what you are making, and you will be surprised, excited, and proud of what you discover.

## PARTICIPATE

Join the Maker Movement and reach out to those around you who are discovering the joy of making. Hold seminars, parties, events, maker days, fairs, expos, classes, and dinners with and for the other makers in your community.

## SUPPORT

This is a movement, and it requires emotional, intellectual, financial, political, and institutional support. The best hope for improving the world is us, and we are responsible for making a better future.

## CHANGE

Embrace the change that will naturally occur as you go through your maker journey. Since making is fundamental to what it means to be human, you will become a more complete version of you as

you make.

In the spirit of making, I strongly suggest that you take this manifesto, make changes to it, and make it your own. That is the point of making.

**Haz:** Hacer es fundamental para lo que significa ser humano. Debemos hacer, crear y expresarnos para sentirnos plenos. Hay algo único sobre de hacer cosas físicas. Estas cosas son como pequeños pedazos de nosotros y parecen encarnar porciones de nuestra alma.

**Comparte:** Compartir con los demás lo que has hecho y lo que sabes sobre la fabricación, es el método por el cual se logra la sensación de plenitud de un maker. No puedes hacer y no compartir.

**Da:** Existen pocas cosas más desinteresadas y satisfactorias que regalar algo que hayas hecho. El acto de hacer, coloca un pequeño pedazo de ti en el objeto. Regalar éste a alguien más es como darle a alguien una pequeña parte de ti mismo. Este tipo de cosas son a menudo los detalles más preciados que poseemos.

**Aprende:** Tienes que aprender a hacer. Siempre debes tratar de aprender más sobre tu creación. Puedes convertirte en un maestro constructor o maestro artesano, pero seguirás aprendiendo,

querrás aprender y te exigirás aprender nuevas técnicas, materiales y procesos. Construir un camino de aprendizaje para toda la vida asegura una rica y gratificante vida maker y, sobre todo, le permite a uno compartir.

**Equípate:** Debes tener acceso a las herramientas adecuadas para el proyecto en cuestión. Invierte en las herramientas que necesitas para desarrollar la creación que quieres hacer. Las herramientas de creación nunca han sido más baratas, más fáciles de usar, o más potentes.

**Juega:** Sé juguetón con lo que estás haciendo, y estarás sorprendido, emocionado y orgulloso de lo que descubras.

**Participa:** Únete al Movimiento Maker y contacta a aquellos que te rodean y que están descubriendo la alegría del hacer.

**Apoya:** Este es un movimiento, y requiere apoyo emocional, intelectual, financiero, político e institucional. La mejor esperanza para mejorar el mundo somos nosotros, y somos responsables de hacer un futuro mejor.

**Cambia:** Abraza el cambio que se producirá naturalmente a medida que avanzas a través de tu aventura maker. Puesto que hacer es fundamental

para lo que significa ser humano, te convertirás en una versión más completa de ti mientras haces.

El Movimiento Maker describe una serie de claves fundamentales para involucrar a la sociedad, en un movimiento que empodera a los ciudadanos para revivir y exponenciar sectores basados en la manufactura y la creación. En este cometido, el ámbito de la educación es esencial, se trata de fomentar nuevos enfoques de aprendizaje basados en el trabajo de la creatividad y el desarrollo de competencias transversales, desde proyectos cuya finalidad es la construcción de un producto tangible e innovador.

Los makers comparten, inspiran y motivan, y en el proceso, están transformando la educación, la economía y la ciencia.

## DIY (DO IT YOURSELF)

La ética del Do It Yourself se asocia al anticapitalismo, ya que rechaza la idea de tener que comprar las cosas que uno desea o necesita. Se trata de un movimiento contra cultural.<sup>1</sup>

Los makers buscan oportunidades para aprender a hacer cosas nuevas, especialmente a través de las interacciones hágalo usted mismo (DIY) en el que aprendemos haciendo, el error es una oportunidad para aprender y para hacer algo mejor.

Cuando hablamos de un sistema que permita a la gente construir sus propios diseños, estamos hablando de un sistema para hacer, un sistema maker, que cae dentro de esta filosofía del movimiento maker y la ética del DIY (do it yourself).

Más que alentar a la gente únicamente a consumir deberíamos estar más preocupados por desarrollar los medios y herramientas para que la misma gente tuviera la capacidad de producir y resolver sus propias necesidades. Esto es posible gracias a la tecnología, la creación de herramientas de fabricación digital que hoy están al alcance de todos, se distribuyen de manera masiva y se esta creando una red de fab lab's en todo el mundo.

<sup>1</sup> (2017) Hágalo usted mismo. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/H%C3%A1galo\\_usted\\_mismo](https://es.wikipedia.org/wiki/H%C3%A1galo_usted_mismo) (octubre 2017)

## FAB LAB

Fab-Lab es un lugar donde todos pueden personalizar y fabricar su propio diseño de tamaño natural en una gama de materiales que incluyen plástico, madera y metal. De acuerdo con la filosofía de acercar el laboratorio de fabricación a las personas, Fab-Lab pertenece a un grupo de centros distribuidos por todo el mundo (con los cuales conectamos e intercambiamos conocimientos en tiempo real a través de videoconferencias), y que, a cambio, promover la creación de otros Fab-Labs en todo el mundo, en áreas mucho menos privilegiadas.

Esta idea y compromiso que rompe con los modelos tradicionales de cooperación, se basa en un principio simple: podemos hacer mucho más creando un Fab-Lab y compartiendo nuestro conocimiento que simplemente enviando piezas prefabricadas a estos lugares. Les damos la oportunidad de imaginar y construir sus propias herramientas, electrodomésticos, muebles y sus lugares de no vivienda, localmente.

Este proyecto de investigación de manera personal, es la introducción a la exploración de procesos alternos que utilizan herramientas de fabricación digital y permiten desarrollar soluciones de diseño de manera más coherente con la realidad social, económica y tecnológica en la que nos encontramos.

Como un proceso alternativo a los esquemas de producción tradicionales, capitalistas, donde generalmente no tenemos posibilidad de ser partícipes en los procesos, somos tratados como únicamente consumidores.

En esta era donde hay gran avance tecnológico, hay tecnologías que están siendo subutilizadas, que no se están aprovechando, al menos en nuestro contexto latinoamericano. Hay ciertas herramientas de fabricación digital que están al alcance de todos y se están convirtiendo en herramientas esenciales para convertir ideas, diseños y modelos tridimensionales virtuales en construcciones físicas y materiales.

Estos procesos alternos se regirían bajo principios de diseño más abiertos como los mencionados anteriormente, como tener la capacidad de adaptarse, aceptar la intervención de la gente, favorecer las relaciones entre lo abierto y lo cerrado, permitir los cambios en el tiempo, debería ser más accesible, económico, emergente, efímero etc.

En este apartado se hace un análisis de diferentes proyectos de diseño que responden a principios y procesos similares a los planteados en este proyecto de investigación.

Estos procesos alternos ampliarían el área de diseño, posibilitando la intervención del diseñador o maker en diferentes etapas en las que en otros procesos cerrados, como consumidor no tendría acceso alguno.

El proceso iniciaría desde el diseño como la posibilidad de desarrollar una idea propia, o la posibilidad de acceder a un diseño libre disponible en una base de datos en la red, para posteriormente fabricarlo.

Estos diseños según su dimensión y las herramientas disponibles para fabricarlos, a excepción de objetos pequeños que pudiesen fabricarse de manera monolítica, tendrían que ser fabricados por partes, como rompecabezas o sistemas modulares ensamblables.

La planeación de estos diseños pudiese requerir mas tiempo que la de un objeto monolítico, la construcción sería más eficaz, y aunque tal vez requiera un poco más de mantenimiento este tiene la capacidad de repararse, reubicarse, adaptarse a nuevas necesidades y por último puede reciclarse o reutilizarse como materia para construcciones de sistemas más pequeños etc. , de tal manera que se reduce la cantidad de residuos y desperdicios generados por dicho proyecto.

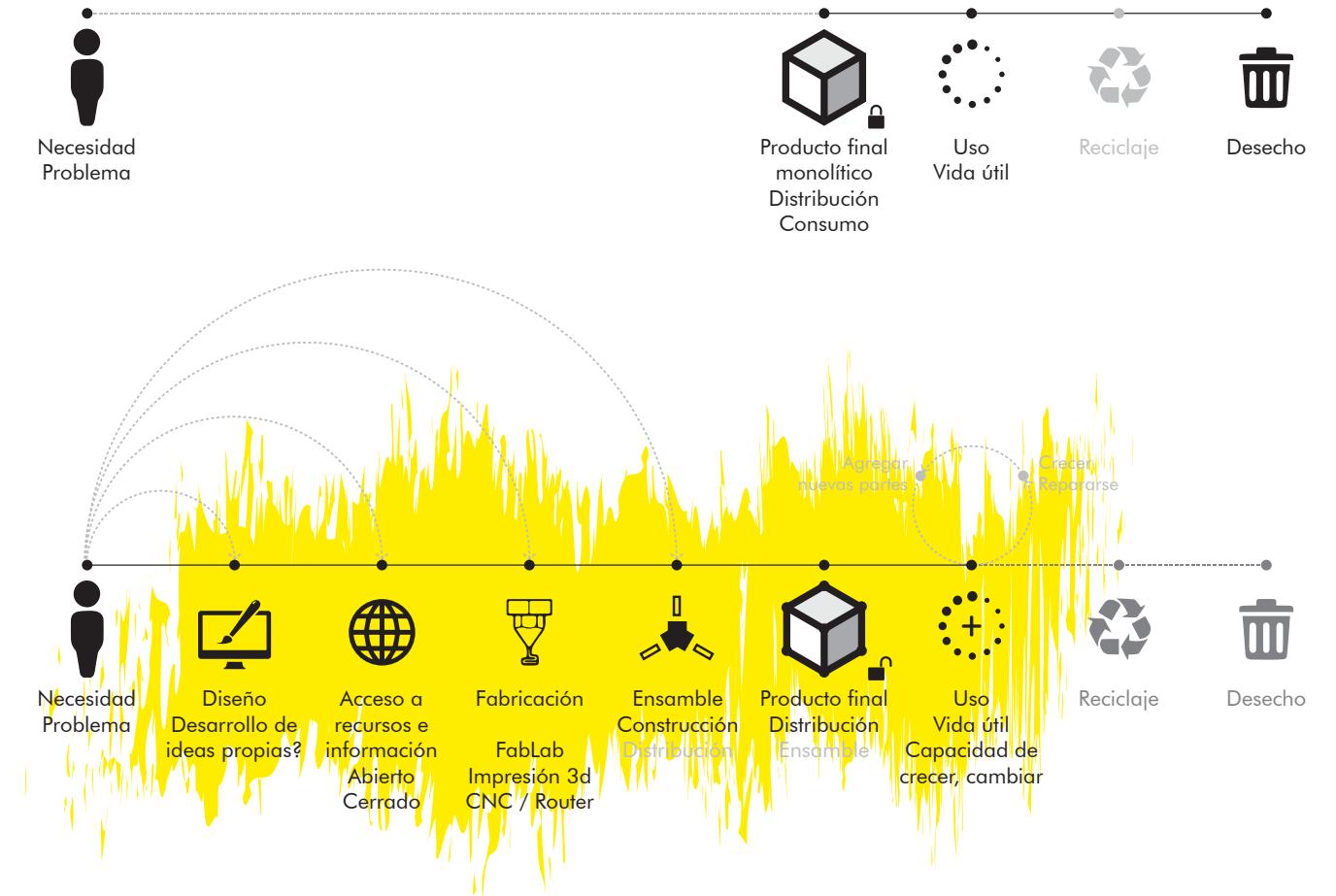


Imagen 13. Proceso tradicional contra procesos alternos. (Elaboración propia)

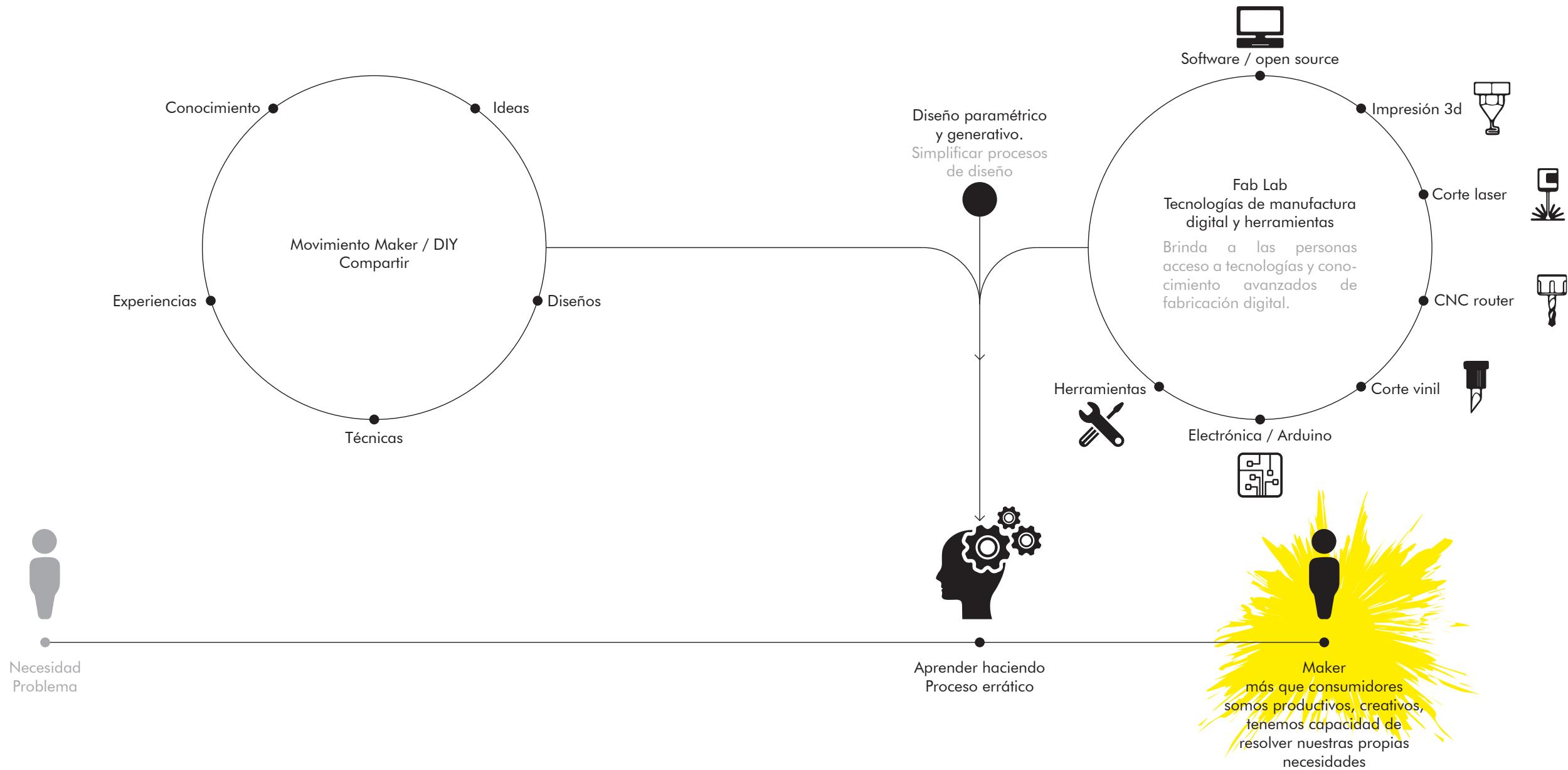


Imagen 14. Situación / Postura maker. (Elaboración propia)

PRO-

CESSOS

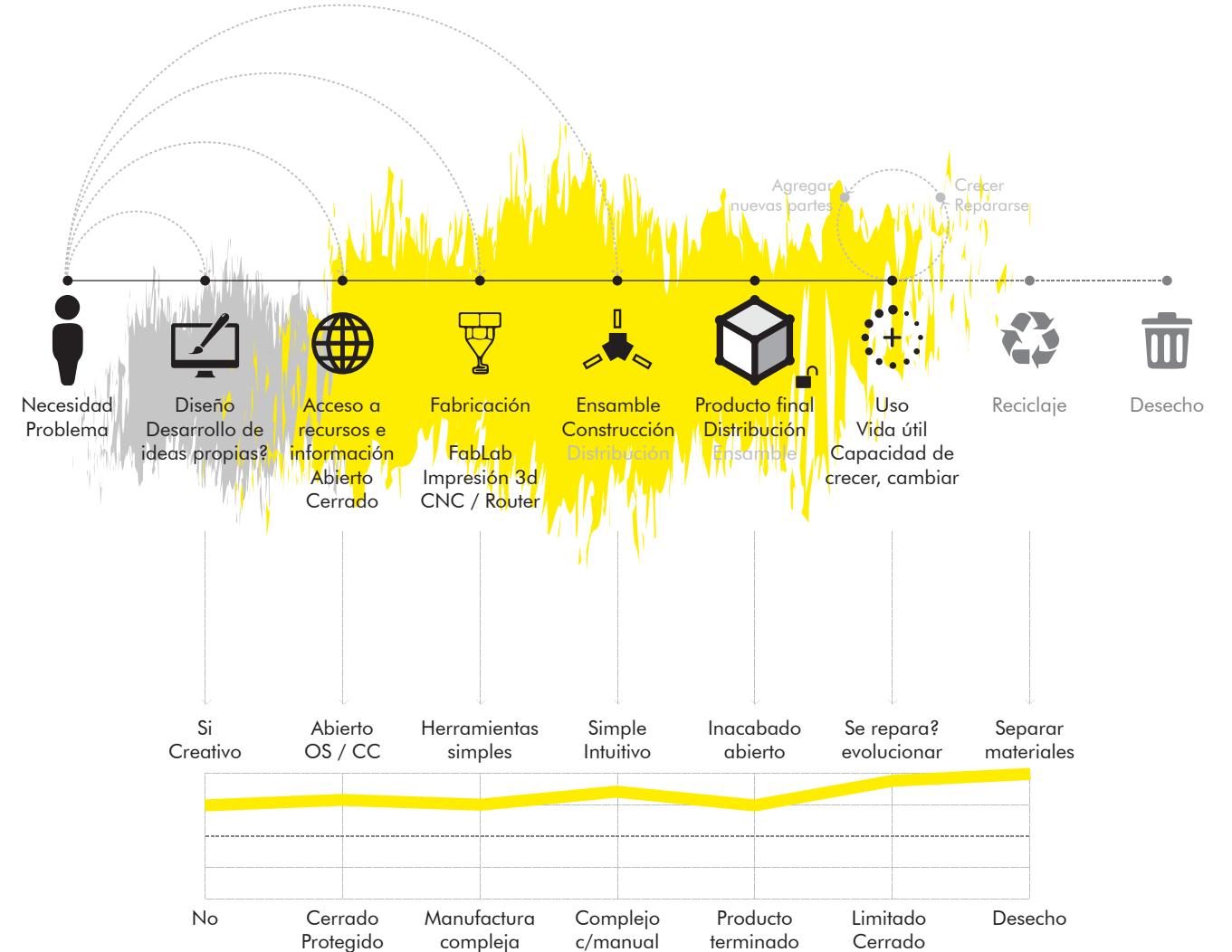
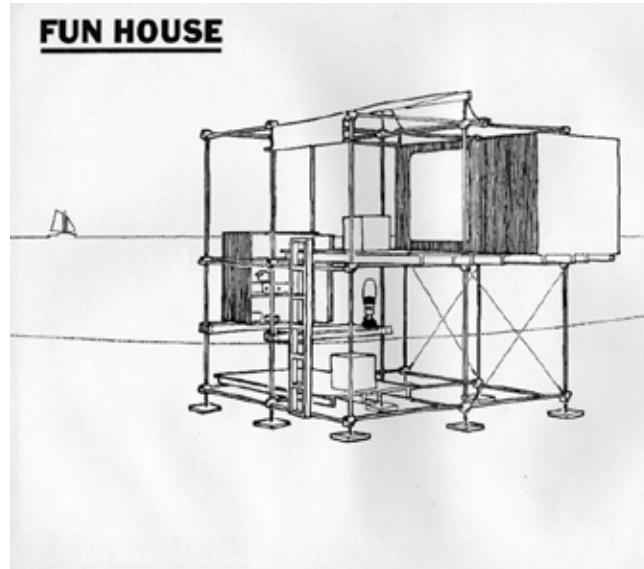
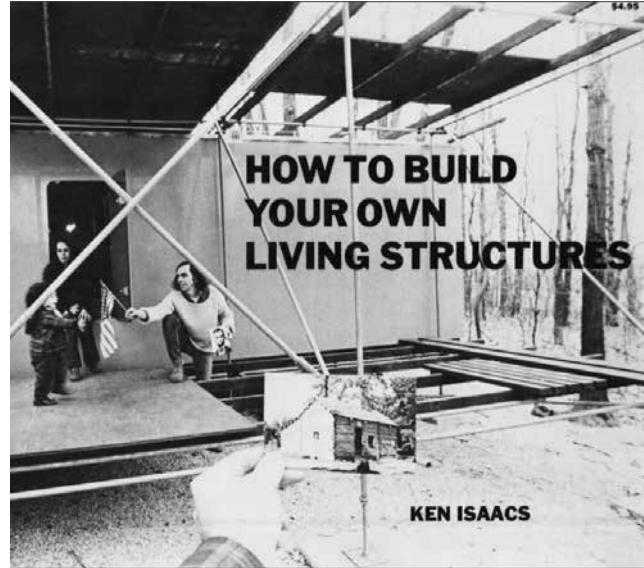
# MicroHouse

## KEN ISAACS

En la década de 1950, Ken Isaacs ya estaba proponiendo un sistema modular, que ofreció a las multitudes a través de varios manuales de diseño que explicaban paso a paso cómo podían reproducirse sus diseños.

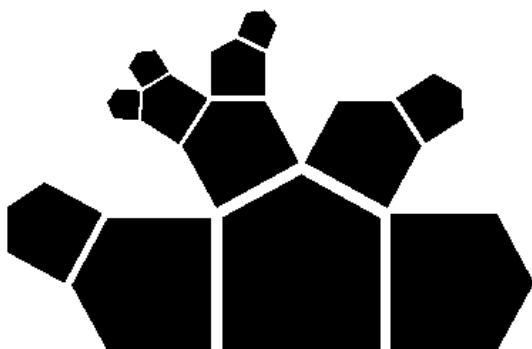
De Ken Isaacs, publicado en 1974. Este clásico trata sobre la idea Matrix de Isaacs de construir estructuras de vida sostenibles, ecológicas, modulares, flexibles y multifuncionales que reconfiguran todo el volumen de una habitación, siendo más grandes que muebles y más pequeñas que la arquitectura. El libro explica cómo hacer una variedad de interiores experimentales flexibles interiores, unidades de almacenamiento, y una micro-casa flexible.

“El diseño modular de la Microhouse se basa en tetraedros apilados, que pueden moverse dentro y alrededor del otro proporcionando refugio y dividiendo el espacio de vida de una manera creativa. Isaacs cubre los significados filosóficos del excedente y utiliza los diseños como un medio de abordar la vida como un todo, un lugar sencillo, que tiene un bajo impacto en el entorno natural circundante”.



# WikiHouse

## ALASTAIR PARVIN



El diseñador Alastair Parvin presenta una idea simple pero provocativa: ¿qué pasa si, en lugar de que los arquitectos creen edificios para aquellos que pueden permitirse el encargo, los ciudadanos regulares pudieran diseñar y construir sus propias casas? Este es el concepto de las WikiHouse, un kit de construcción de código abierto que significa que casi cualquier persona puede construir una casa, en cualquier lugar.

WikiHouse es un proyecto open-source para diseñar y construir casas. La intención es democratizar y simplificar la construcción de hogares sostenibles y con el menor uso de materiales posible.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> BBC Mundo. (2017). WikiHouse: cómo construirse una vivienda asequible gracias a la tecnología - BBC Mundo. (en línea). Disponible

Básicamente consiste en una biblioteca de modelos abierta a diseñadores y a cualquiera que busque una manera rápida y barata de construir una vivienda. WikiHouse reúne información sobre materiales, diseños, componentes y modos de ensamblaje para montar una casa. Las instrucciones de WikiHouse permiten “cortar las partes de la casa, ensamblarlas, construir la estructura entre tres o cuatro personas y tener una vivienda básica”.<sup>2</sup>

A largo plazo, esta iniciativa pretende convertirse en “una especie de Wikipedia de la construcción”.

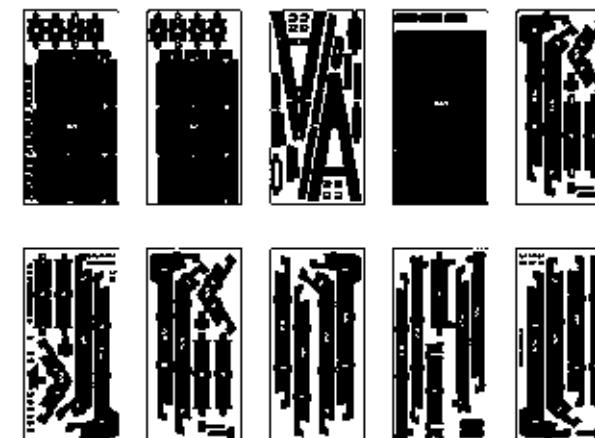
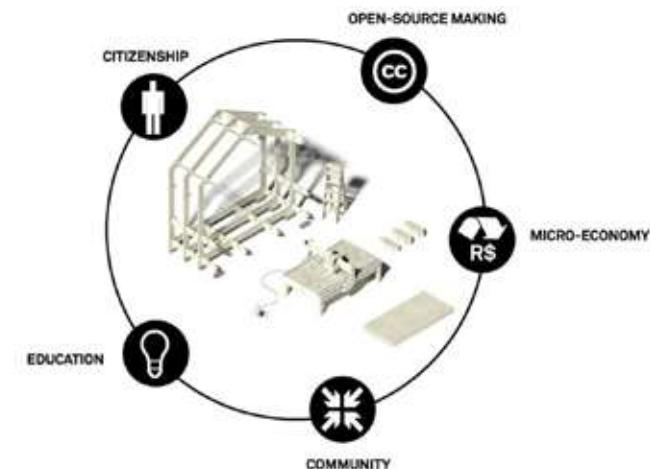
La idea puede sonar excéntrica. Sin embargo, no es la primera vez que una persona construye su propia casa. Siglos atrás, los vecinos se reunían para construir juntos sus hogares.

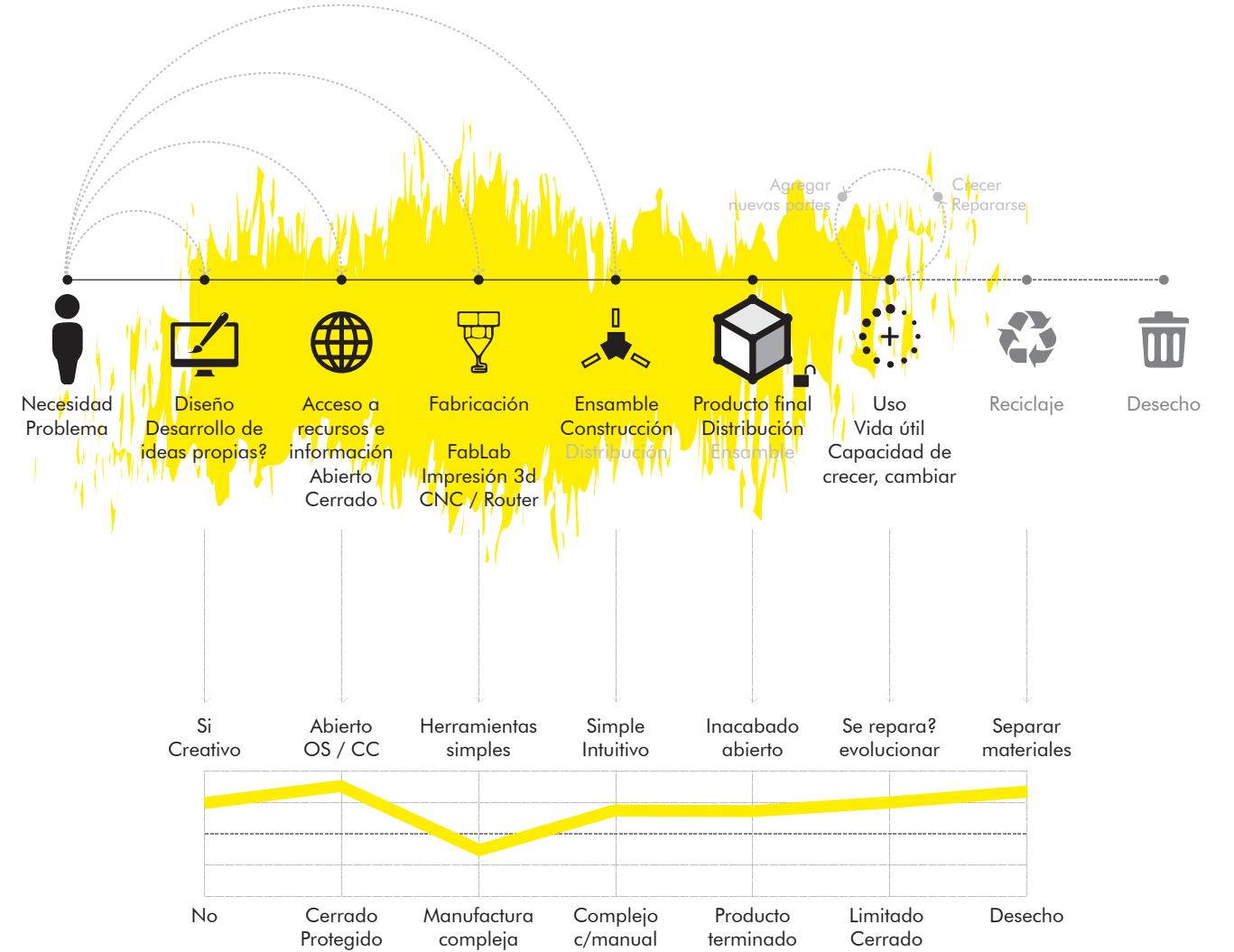
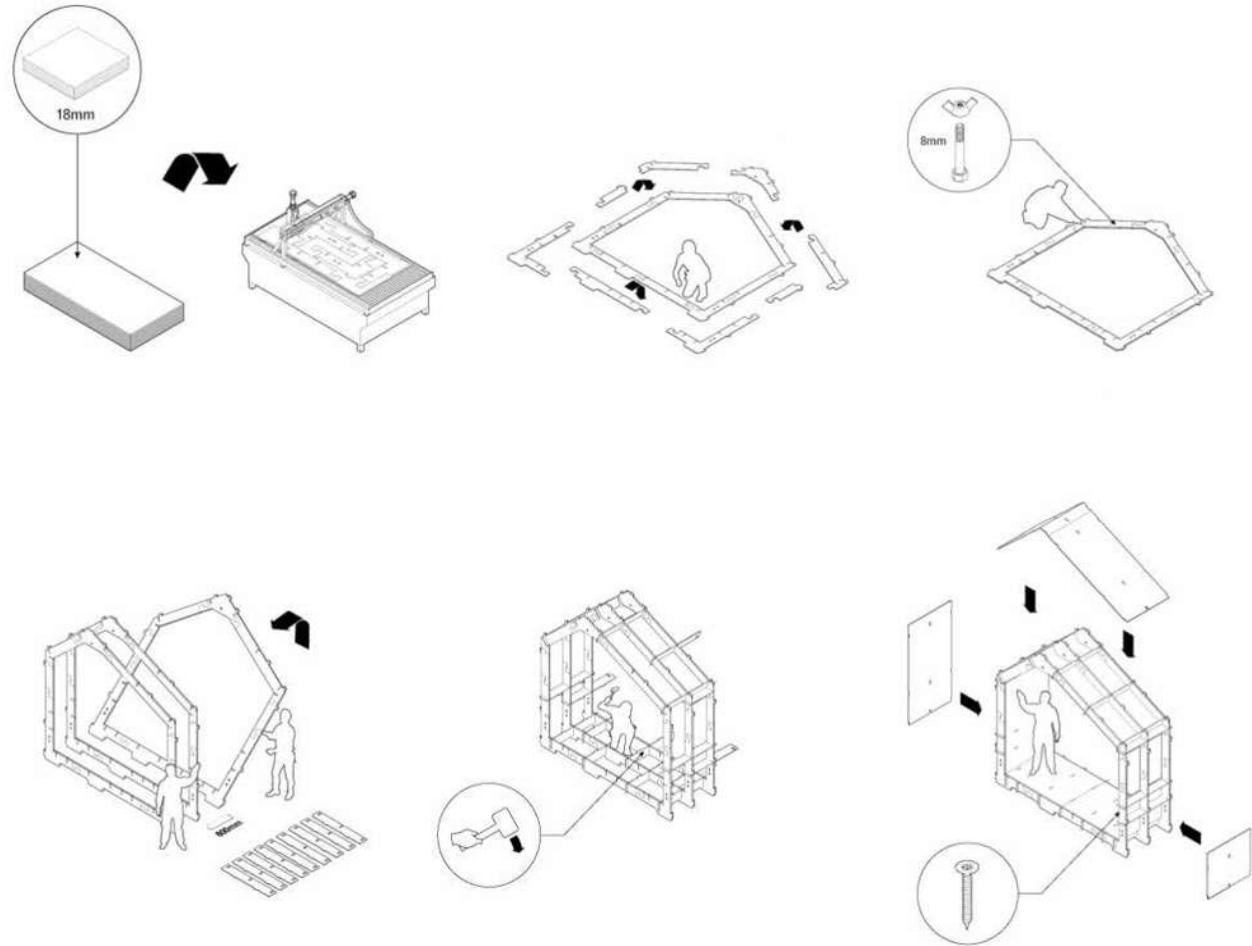
“No es innovador construir una casa. Antes se hacía así. La diferencia es que ahora hemos abierto el conocimiento mediante open source”, indicó el arquitecto.

Los componentes de la casa no se manufacturarán en fábricas centralizadas sino por una red distribuida de negocios pequeños y lugares comunitarios donde las personas se reúnen para crear cosas.

en: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160413\\_tecnologia\\_wikihouse\\_vivienda\\_asequible\\_il](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160413_tecnologia_wikihouse_vivienda_asequible_il) ( 17 Jul. 2017).

<sup>2</sup> Ibídem





# OPEN STRUCTURES /

## THOMAS LOMMÉE

Thomas Lommée ha establecido un proyecto de investigación sobre lo que él llama “modularidad abierta”. El proyecto es un experimento en curso que busca descubrir qué sucede si las personas diseñan objetos de acuerdo con una rejilla modular compartida, un estándar abierto común que estimula el intercambio de partes, Componentes, experiencias e ideas y aspira a construir cosas juntas. Inicia un tipo de LEGO colaborativo al que todos pueden contribuir.

El propósito de este experimento es investigar cuáles son las oportunidades y limitaciones de tal sistema modular abierto y en qué condiciones resultará ser más eficiente y favorable.

El objetivo final es iniciar un rompecabezas universal y colaborativo que permita a la más amplia gama de personas (desde artesanos hasta multinacionales) diseñar, construir e intercambiar la más amplia gama de componentes modulares, lo que resulta en un entorno construido más flexible y escalable.

Un sistema modular abierto tiene el potencial de generar estructuras de rompecabezas flexibles y

dinámicas en lugar de entidades modulares uniformes. Generará objetos que tienen la capacidad de evolucionar e integrar componentes antiguos, nuevos, baratos, costosos, originales, contrabajos, fabricados y creados a lo largo del tiempo. Tiene el potencial de introducir variedad dentro de la modularidad, no sólo estimulando los ciclos de reutilización de varias partes y componentes, sino también permitiendo la innovación colaborativa (y, por lo tanto, exponencial) dentro de la construcción de hardware.

Thomas Lommée establece una plataforma de interacción del sistema con el resto del mundo, en el que cualquier persona puede acceder y cargar y descargar componentes diseñados en base al sistema de modulación que el propone, que consiste en una rejilla de 4x4cm en la que tiene marcadas ciertas intersecciones en las que se pueden hacer perforaciones para que puedan conectarse con otros componentes.

Las reglas del sistema de Thomas Lommée son las siguientes:

“All OpenStructures should be conceived as interdependent, dynamic puzzles. This means that they should be designed for disassembly and according to the same dimensional framework (the OS grid).

In order to facilitate their design processes several design guidelines have been developed.

These are rules of thumb that need to be considered while designing any OS part or component.

- Rule of thumb No 1: design for disassembly

Favor assembly techniques that allow deconstruction without damage or loss

in order to facilitate the re-use of components.

- Rule of thumb No 2: design with recyclable materials

Favor, whenever possible, 100% synthetic or biological recyclable materials for your parts and components

in order to support infinite material cycles. (after disassembly)

- Rule of thumb No 3: design from the OS grid.

Use the OS grid as a design tool when choosing dimensions, assembly points or interconnecting diameters in order to make your parts compatible with those of others.”

# OpenStructures®

## Can we design hardware like how we design software?

### The OpenStructures project Concept / Context

#### Concept

Thomas Lormée has established a research project on what he calls 'open modularity'. The project is an ongoing experiment that aims to find out what happens if people design objects according to a shared modular grid, a common open standard that stimulates the exchange of parts, components, experience and ideas and helps to build things together. It initiates a kind of collaborative LEGO to which everybody can contribute.

The purpose of this experiment is to investigate what the opportunities and limitations of such an open modular system are and under which conditions it will prove to be most efficient and favorable.

The ultimate goal is to initiate a universal, collaborative puzzle that allows the broadest range of people – from children to multinationals – to design, build and exchange the broadest range of modular components, resulting in a more flexible and suitable built environment.

An open modular system has the potential to generate flexible and dynamic puzzle structures rather than uniform modular entities. It generates objects that have the ability to evolve and integrate old, new, cheap, expensive, original, bootlegged, manufactured and crafted components over time. It has the potential to introduce variety within modularity, hereby not only stimulating re-use cycles of various parts and components but also enabling collaborative (and thus exponential) innovation within hardware construction.

#### Context

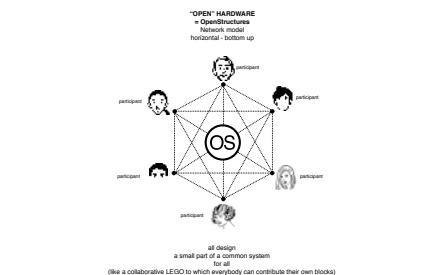
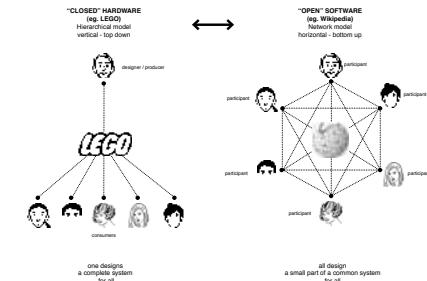
The concept of modularity is nothing new: nature itself has proven that in complex systems, modular designs are the ones that survive. About 500 million years ago, single-celled organisms were able to advance to multi-celled ones that offered far superior characteristics, and therefore, were able to prosper evolution. As human beings, with billions of modular (cell) per person, we are modular from head to toe and experience the benefits of modularity every single day. Modular cell structures enable us to scale and grow, simply by adding new modules (cells) that interact with existing ones, using standard interfaces. They have the ability to rapidly adapt to their environments. By adding, subtracting or modifying cells, incremental design changes could be made more quickly than and either adopted or rejected. And finally, they enjoy the benefits of fault tolerance. With cell redundancy, individual cells can fail without disrupting the system, other cells carry on while repairs are made. (Source: Nat. Fluorissen, Susanne Niever, Modular Systems: The Evolution of Resilience)

But also in man-made structures, modularity is a known phenomenon. In an attempt to streamline efficiency and enhance structural flexibility, architects and designers have crafted not countless proposals for modular structures in the past. Nevertheless, we find ourselves today with an abundance of closed, incompatible modular systems that often generate impenetrable uniform structures and a stockpile of rarely useable modular pieces after deconstruction. So, if we want to improve the concept of modularity, we need to shift from hierarchical design processes, where one system imposes different standards than another one, to a more open standard in order to facilitate compatibility and enhance flexibility, we need to synthesize current dimensional frameworks and define one universal standard.

Within the realm of digital creation, we have already witnessed the emergence of such open architectures. These digital constructions are no longer invented and designed by one person or entity, but rather built stage through the input and contributions of all its peers. Global collaborative efforts, like Wikipedia, are challenging and outperforming the individual achievements of all of our brightest, leaving us with no other choice than to acknowledge the limits of our individual projects and participate in larger collective processes.

We need to draft a kind of physical 'time' – a three-dimensional open-source code from our built environment that will enable us to build our hardware in the way that we are currently constructing our software.

These universal dimensional guidelines envision closed-loop systems, where old components feed into new frameworks, thus creating an endless variety of hybrid structures. The resulting 'open' structures, ranging from simple capsules to multi-story buildings, will then be truly scalable, flexible and diverse.

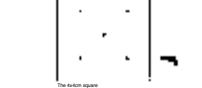


In the current sustainability debate, we find ourselves confronted with diminishing resources on the one hand and an upcoming energy crisis and an unresolved garbage problem on the other. It is time to rethink our production, consumption and deconstruction processes.

### The OpenStructures toolbox OS grid, website and guidelines

#### Tools for sharing

A. The OS grid In order to be compatible, all OpenStructures designs / components need to be designed from the same geometrical grid. This grid is freely accessible on the OpenStructures website and is either used as analogue as a ruler or digitally as a 3D file, ready to be integrated into 3D software. The OS grid is built up of 4x4cm squares. The borders of these squares mark the cutting lines. Its diagonal marks the assembly points. The OS grid is the centerpiece of the whole OS system. It's the common material tool that is shared among all participants, which allows them to design interchangeable parts, components and structures independently from each other (for more info go to <http://www.openstructures.net/page26/#osgrid>)



B. The OS website The OS website [www.openstructures.net](http://www.openstructures.net) is the digital marketplace for all parts, components and structures that were created by applying the OS grid. It serves as the central OS database and manifests itself as a global sharing point for the whole OS community. All component designs can be up- or downloaded in order to be discussed, reviewed, ranked, copied/pasted and traded among its users. This kind of exchange of components will allow the parent structures to adapt, expand or shrink according to current needs and also stimulates continuous upgrades over time through phased interchange of components.

Through online forums, open-source 3D software (SketchUp) and participatory production techniques (like laser cutting or 3D printing) the customer now has all the tools he or she needs to get truly involved in the design process.



C. The OS design guidelines OpenStructures are dynamic puzzles by nature. In order to facilitate their design processes several design guidelines have been developed. These are rules of thumb that need to be considered while designing any part or component.

1. Always favor assembly techniques that allow deconstruction without damage or loss in order to facilitate the re-use of components.

2. Always position assembly points according to the grid, and choose, whenever possible, dimensions that are derived from the OS grid in order to maximize universal compatibility.

3. Always favor 100% synthetic or biological/recyclable materials in order to support infinite material cycles.

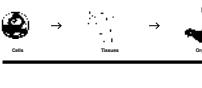
The OpenStructures project initiates a new standard for sustainable and democratic design that, based on the principles of open-source software, facilitates the re-use of objects, parts and components and allows us to build things together.

### The OpenStructures anatomy From Part to Superstructure

#### Structural build-up

The structural build-up of an open structure follows the modular build-up of our own human body.

Normally:   
 - 4x4cm squares generate parts (like panels or beams)   
 - Parts are assembled into functional components (like drawers or sinks)   
 - Components are put together and interconnected into structures (like kitchens or bathrooms)   
 - Several structures are combined into superstructures (like houses or cars)



Just as ...   
 - biological cells generate tissues (like muscle tissue)   
 - an assembly of tissues forms a functional organ (like a stomach)   
 - collaborating organs form a system (like the digestive system)   
 - a set of complementary systems form an organism (like a human being)

The 4x4cm square can be understood as the basic building block of the OS system. It is the central material unit that is shared among all OS designers which allows them to design compatible OS components independently from each other.

This is analogous to a biological cell, which is considered the structural and functional unit of all known living organisms. It is the smallest unit of an organism that is classified as living and is often called the building brick of life.

An Open Part, like a panel or beam, can be understood as a specific configuration of 4x4cm squares, resulting in various building blocks. That are all generated within the OS dimensional framework. They have no function on their own but become functional in combination with other parts.

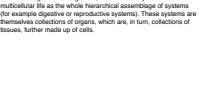
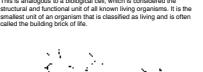
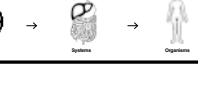
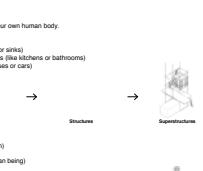
An Open Component, like a drawer or a sink, can be understood as several Open Parts that are assembled into functional, self-sustaining entities.

This is analogous to an organ, which is formed by the functional grouping together of multiple tissues.

An Open Structure, like a kitchen, can be understood as an assembly of parts and components that work together as a functional system.

This is analogous to a group of related organs or an organ system. For example the digestive system is composed of organs that work together to digest our food and transform it into the energy our body needs to survive.

An Open Superstructure, like a house, can be understood as the whole hierarchical assemblage of different structures that together function as a stable whole.



### The OpenStructures 'Beta test' Exhibition / Conclusion

#### Exhibition

The exhibition follows the story-line of the different structural scales, and furthermore, highlights a collaborative installation as a first 'beta-test' of the system. Just like software that is reviewed before its launch, the model is tested in order to detect possible bugs and improve the overall system. The resulting structure not only reveals the limits of the system but also demonstrates various synergies that emerge between different components. As a whole, it displays a wide patchwork of various personalities, materials, inspirations and motivations.

Thomas Lormée has invited the following designers, craftsmen and enthusiastic architects to collaborate on this project and design within the grid:

- Laurens Bekmans
- Bogusław Nowak
- Nicolas Claesbeekings
- Ken Van Cauwen
- Ken De Cooman
- Lisa Ford
- Christiane Hoognar
- Felix Landolt
- Lucas Maassen
- Jonas Mads
- Karl Prütz
- Thomazof the Umlaut
- Jo Van Scooten

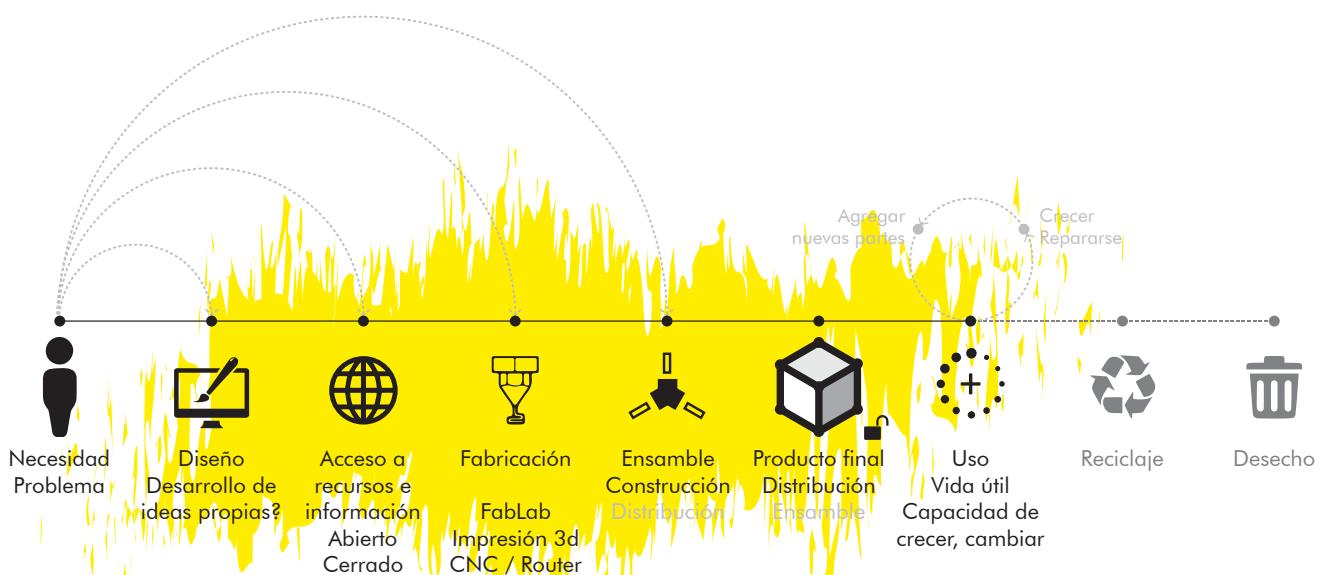
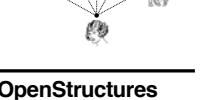
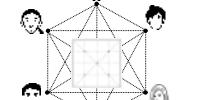
Prior to the exhibition, Thomas Lormée also collaborated with the KIR-Imago and the Hogewoerd Sint Lukas in Brussels. During several workshops, students were introduced to the topic and first beta test plans. These procedures are continued next year through collaborations with Sint Lukas Brussels and the Design Academy Eindhoven.

**Conclusion**

Why not borrow from nature's blueprint and shape our built environment towards an organic, modular puzzle of objects that from micro to macros, float within closed loops and infinite cycles. Why not sync our existing legal and architectural standards towards one universal standard that will generate an infinite diversity of forms and configurations?

If we want to communicate we need to use the same vocabulary and grammar. If we want to exchange files, we need to work with the same formats. If we want to co-create our environment, we need to build with the same blocks.

If we shift from project to process, each design object becomes a prototype, an update, a new version. Failure becomes opportunity and criticism becomes feedback, a perspective we need in order to further develop and improve our ideas. If we see our society as 'under construction', rather than 'accomplished', we will free up space for progress.



### OpenStructures Think inside the box

The OpenStructures project is a collaborative effort. It was originally conceived by Thomas Lormée at the Institute without Boundaries and is now being further developed and led by Lormée's design studio Intersubstrates in association with various partners.

For more info: [www.openstructures.net](http://www.openstructures.net) [www.intersubstrates.net](http://www.intersubstrates.net) [www.itsb.be](http://www.itsb.be)

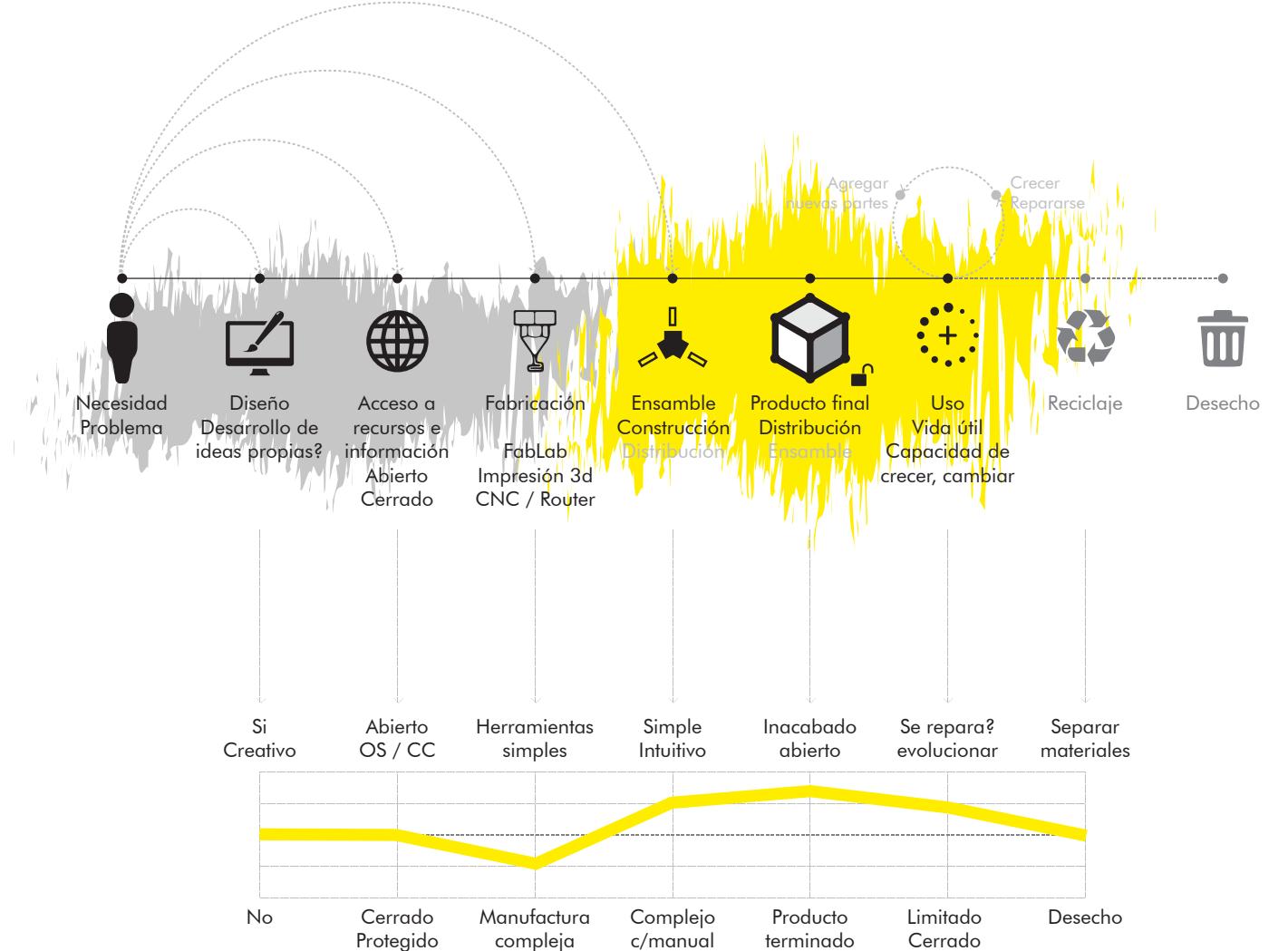
# ARMANDO CASAS

Un juguete educativo que introduce estrategias para la auto construcción progresiva de viviendas

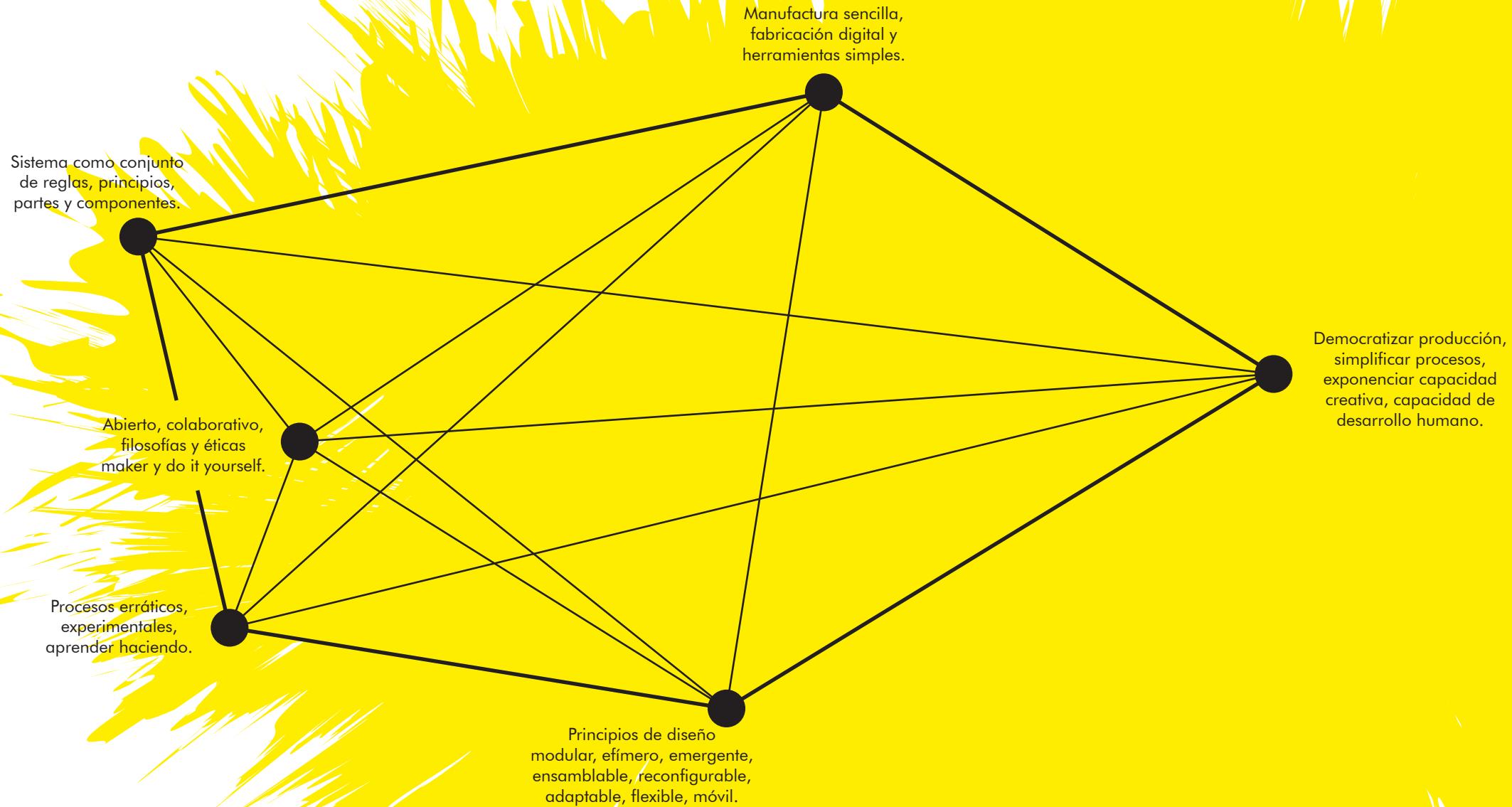
Armando Casas es un juguete y un manual de auto construcción. Como manual, permite visualizar distintas posibilidades espaciales y constructivas para construir o transformar una vivienda. A partir de piezas modulares, disgrega procesos complejos y establece un orden que puede representar ahorros. Además, permite visualizar la construcción de una casa como un esfuerzo a largo plazo que se puede dividir en etapas.

El manual es el resultado de una investigación en un asentamiento irregular en torno a las vías de tren en la ciudad de Cuernavaca. Los arquitectos estudiaron el potencial de los materiales y las estrategias constructivas locales, y los tradujeron en un conjunto de piezas estándar. A partir de talleres con niños y adultos de distintas comunidades, han afinado las piezas y las instrucciones que las acompañan. El resultado de este proceso participativo es una herramienta que puede utilizarse en otros contextos.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <http://www.archdaily.mx/mx/788264/idades-4-y-5-pabellon-de-mexico/574b673fe58ecec3e5000433-unidades-4-y-5-pabellon-de-mexico-imagen>



# CONCLUSIONES



Este proyecto de investigación más que una exploración objetual debería ser la exploración de un sistema como un conjunto de reglas, principios, como un conjunto de partes y componentes, y este sistema .....

33

EXPERIMENTACIÓN

## 3.1 PREVIOS

### 3.1 MDA Taller ex\_01

#### Taller Experimental 01 / Maestría en diseño avanzado

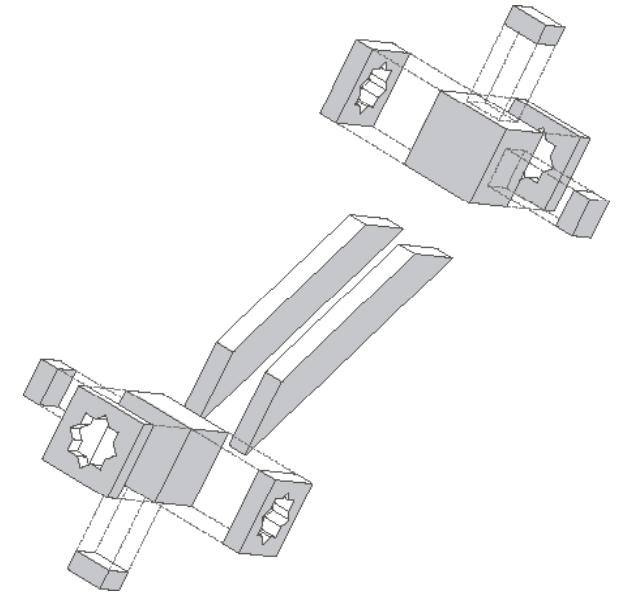
Previamente se han explorado conceptos e ideologías similares a las propuestas en este proyecto de investigación, en el taller experimental MDA 1er semestre por David Durán, enfocándose en el interés de cómo lograr estructuras complejas a partir de componentes individuales de baja sofisticación analizadas y entendidas a partir de organizaciones jerárquicas muy simples (reglas del sistema) en el que las propiedades que surgen al informar el diseño generan algo más que la suma de sus partes.

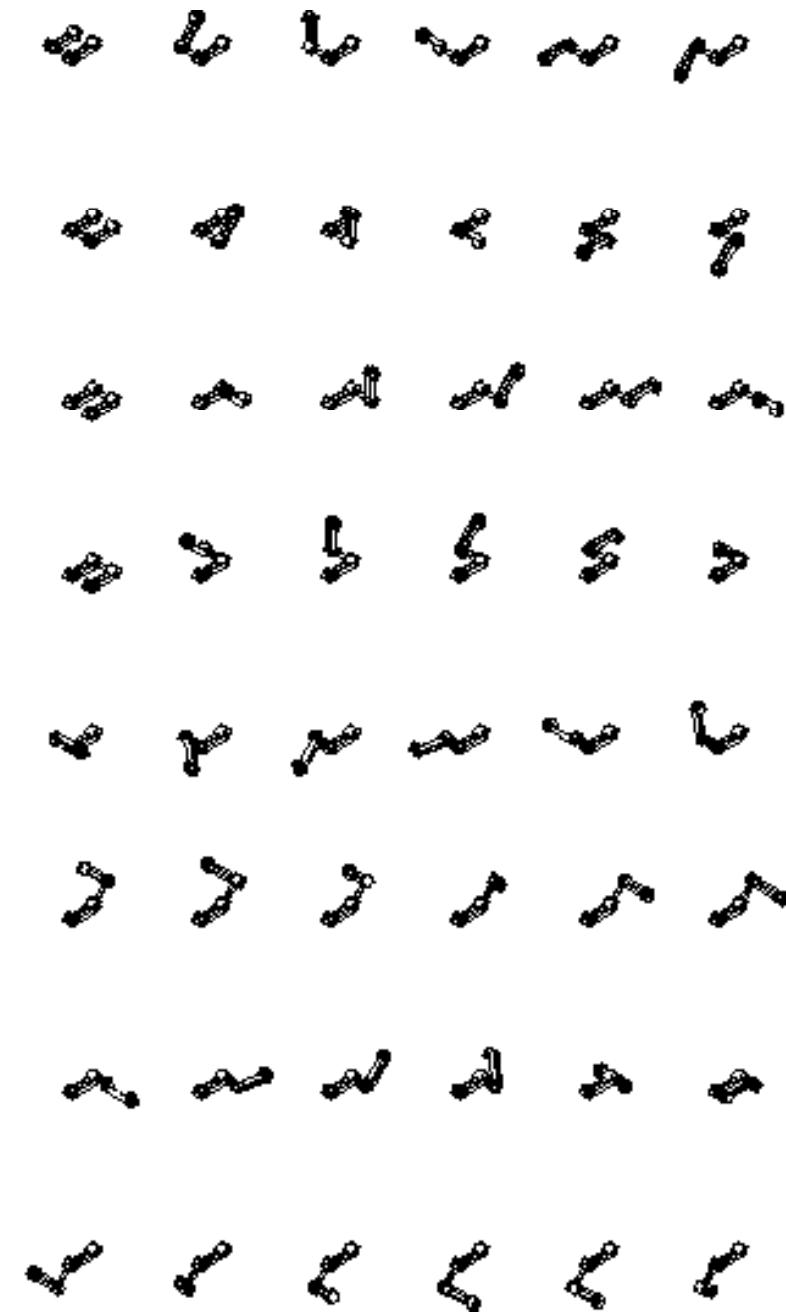
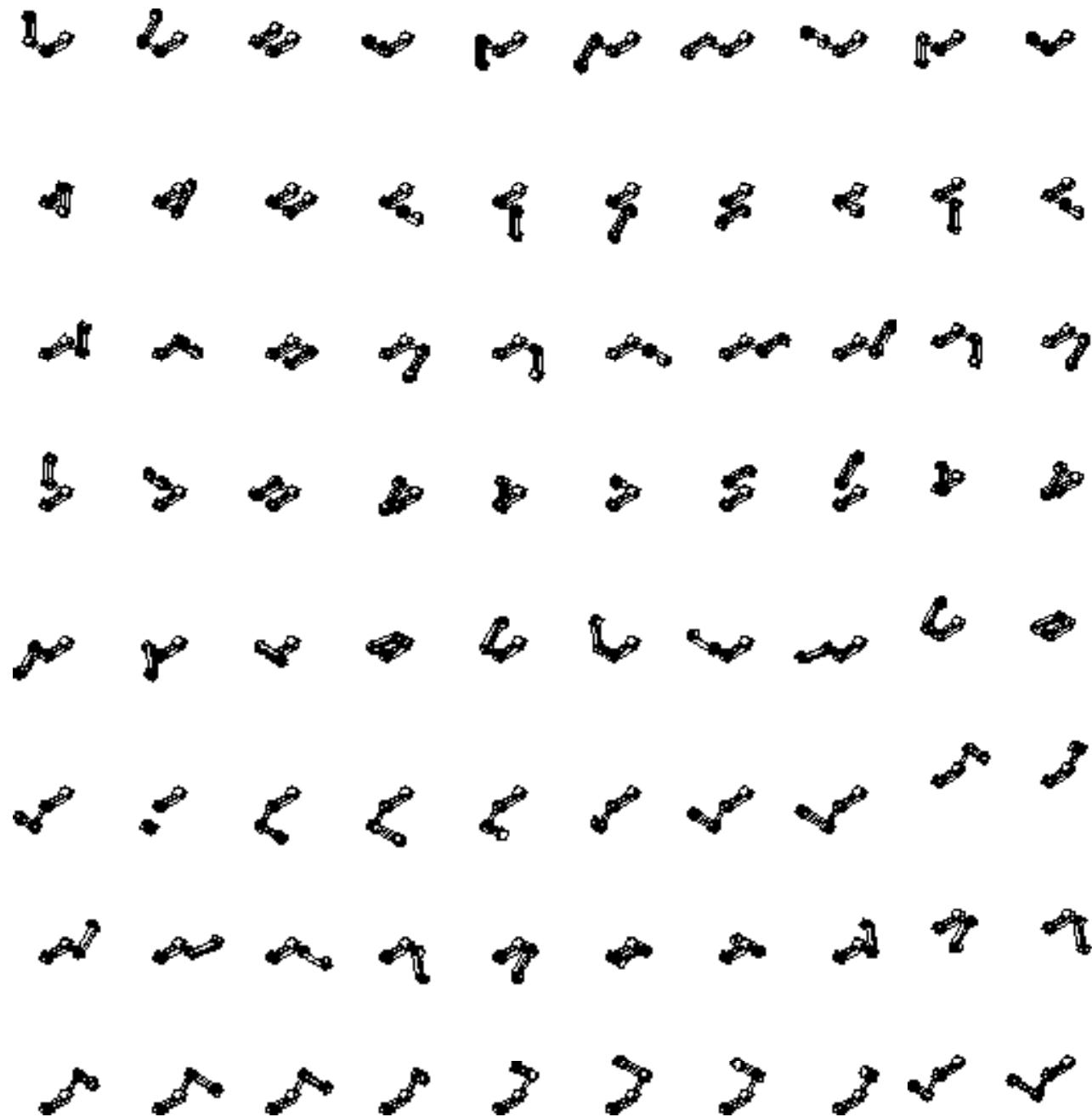
Las consideraciones iniciales para el desarrollo del ejercicio fueron, la solicitud de un elemento / pieza / objeto tridimensional/ que se definió como "brick", que sea capaz de crecer en los ejes, "X", "Y" y "Z" siendo capaz de mantenerse sin ayuda de algún otro elemento mas que el mismo. El brick funcionaria como una especie de Módulo, una parte repetitiva, autónoma e intercambiable en un sistema de construcción modular. Este Brick, tendría que se capaz de crecer en ángulos de 45º como mínimo o en múltiples direcciones las cuales se definirían durante el proceso de diseño.

Los cambios en la escala del brick posibilitarían su aplicación en distintos niveles de construcción, quizá a cierta escala pueden configurarse para

crear objetos de uso cotidiano, mobiliario, pueden ser una silla, un escritorio, una celosía, un muro y llevados a otra escala, pueden formar estructuras, puedes construir espacios, viviendas, edificios, super-estructuras etc. Se convierte en un sencillo sistema de constructivo que permite la libre configuración de estructuras que pueden complejizarse según su aplicación.

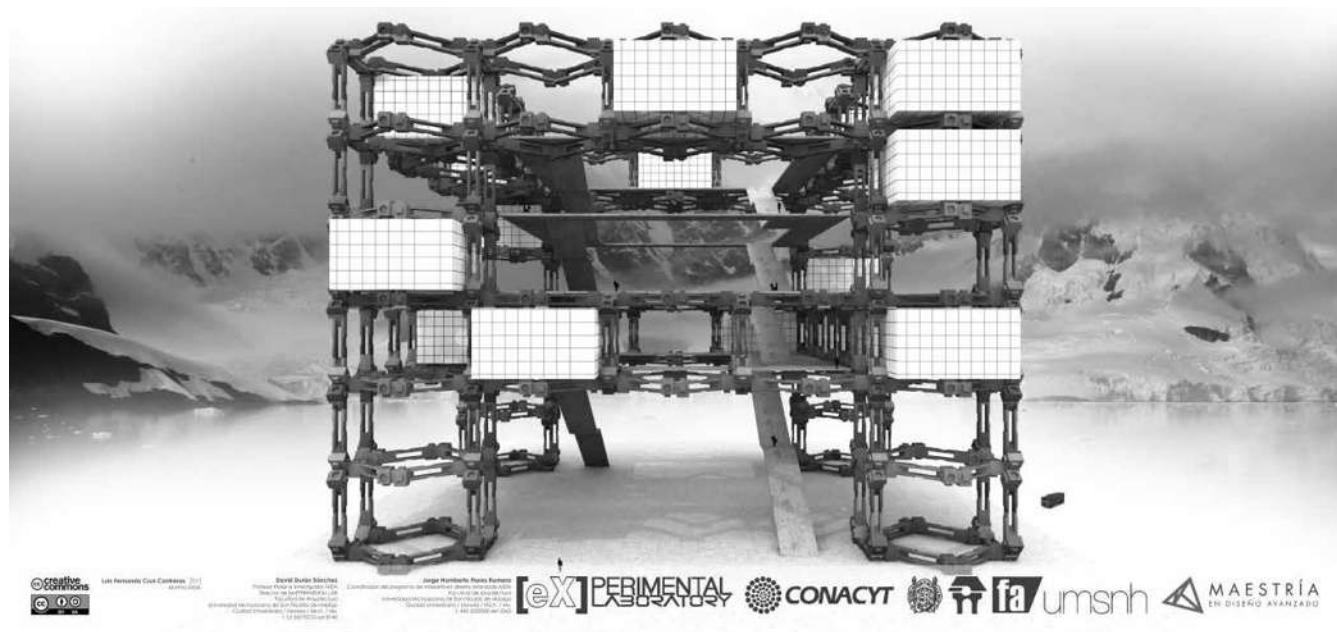
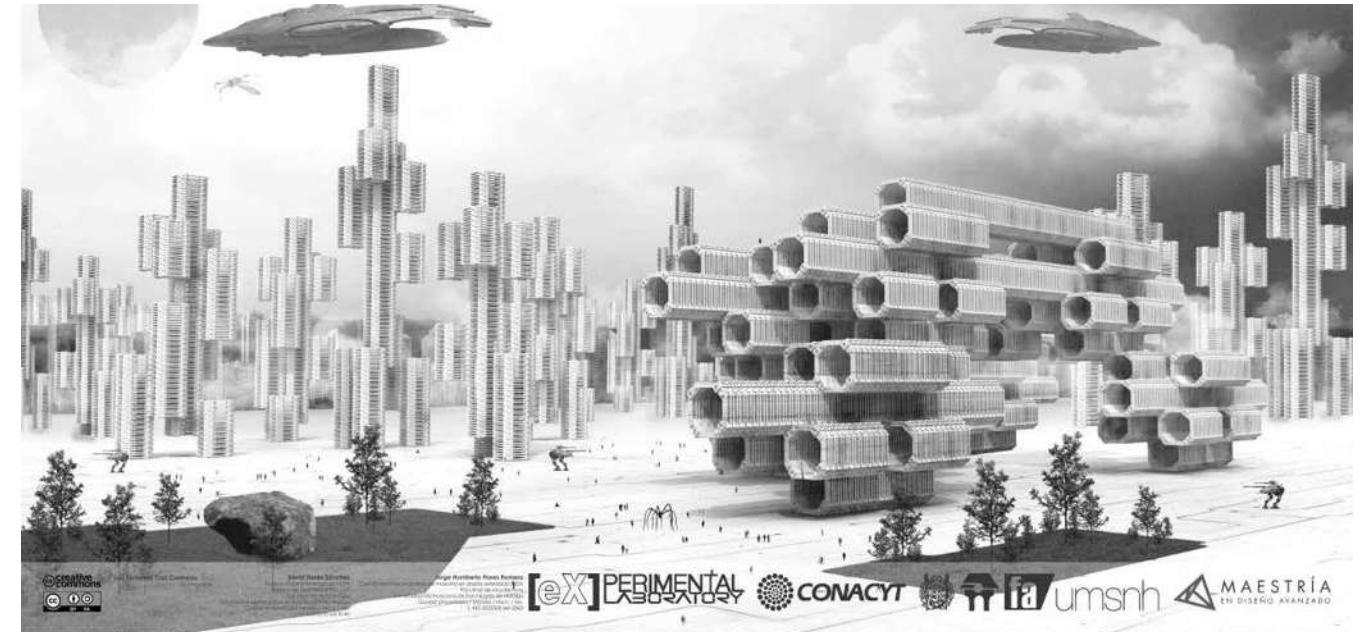
El objeto (brick) diseñado funciona como un sistema de machimbrado, un objeto alargado cuyos extremos cuentan con 4 puertos de conexión, 2 hembras y 2 machos, cada puerto de conexión se puede conectar en 8 ángulos distintos, parece un objeto simple, pero cuenta con gran número de posibilidades de conexión, lo que permite su crecimiento en todos sentidos y ángulos, posibilitando la construcción de estructuras de gran complejidad.





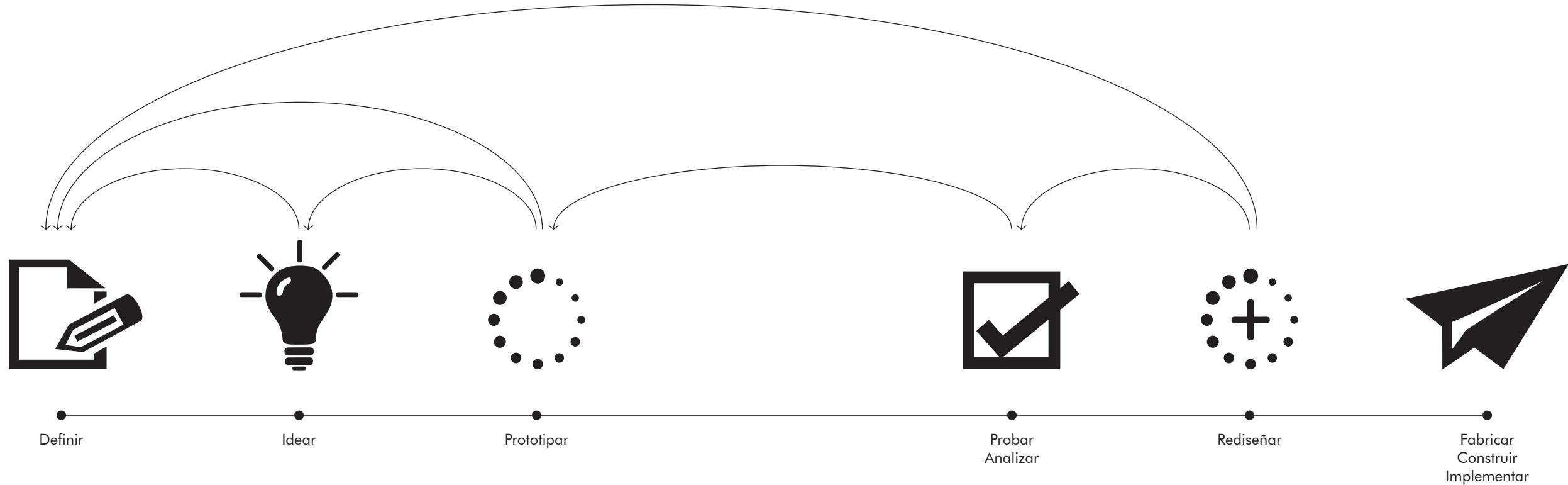
Diagramas de conexión entre 2 piezas solamente, hay gran cantidad de posibilidades

Como un sistema aparentemente simple, compuesto únicamente por una sola pieza o modulo que se repite tiene gran cantidad de posibilidades de conexión entre 2 piezas y mientras más piezas agreguemos a la construcción más se complejiza el sistema.



Se realizaron algunas especulaciones sobre la aplicación del sistema para resolver problemas de diseño de diferentes escalas, desde objetos como mobiliario, así como aplicaciones de escala arquitectónica, como mega estructuras capaces de albergar subestructuras móviles, basado en la propuesta "Spatial-city" por Yona Friedman.

## 3.2 ESTRATEGIA METODOLÓGICA



Para la investigación se utilizará una adaptación de la metodología del “Design Thinking” la cual va un poco con esta idea de, en lugar de pensar sobre que construir, construir a fin de pensar (hacer para pensar).

Tomando la necesidad como el punto de partida, la metodología design thinking te lleva a seguir adelante rápidamente para aprender creando. Se trata de hacer y evolucionar los prototipos a fin de irlos mejorando y aprender en el proceso.

Esto a través de una serie de 5 fases que se describen a continuación.

### 1 Definir

La primera fase básicamente consiste en identificar el problema o necesidad a resolver, determinar áreas de oportunidad e investigar acerca del tema, es la parte teórica del proceso.

### 2 Idear

Es la fase de transición entre lo teórico y lo práctico, consiste en comenzar a especular o visualizar ideas como posibles soluciones al problema o necesidad a resolver.

### 3 Prototipar

Fase experimental, totalmente práctica, las ideas comienzan a convertirse en objetos tangibles a

una escala menor y materiales provisionales, estos prototipos tendrán la función de servirnos para informarnos fortalezas y debilidades del prototipo, idea o diseño.

### 4 Probar / Analizar

Una vez que contamos con el prototipo, en esta fase se identifican posibles mejoras significativas, fallos a resolver, posibles carencias para evolucionar el prototipo y mejorar el sistema, irlo perfec-

cionando; teniendo en cuenta que en esta fase podríamos identificar algún error, incluso una mala definición del problema en el que tendríamos que regresar a las fases anteriores de manera cíclica, hasta poder evaluar los resultados.

#### 5 Rediseñar

Esta es una fase de retroalimentación al diseño o prototipo, se trata de hacer las mejoras necesarias para resolver las deficiencias o fallas antes identificadas, para volver a prototipar y evaluar rápidamente cuantas veces sea necesario. Mientras más rápido se realice este proceso más rápido evoluciona nuestra idea, se acelera el proceso de innovación.

#### 6 Build / Fabricar

Fase final del proceso, consiste en la fabricación del objeto a su escala real y con sus materiales finales para la implementación del mismo según la función diseñada.

## 3.3 EL PROCESO

un conjunto variable de reglas, que es capaz de adaptarse, crecer y transformarse en geometrías complejas

Como ya se mencionó antes este proyecto de investigación es la exploración de un proceso, más que la exploración o búsqueda de una solución definitiva o monolítica, es un proceso experimental.

En base al planteamiento teórico expuesto en capítulos anteriores, el sistema o proceso que vamos a explorar en esta investigación debe cumplir con ciertos criterios base, estos criterios serán básicamente aquellos que nos permitan ensamblar estructuras de manera fácil, sin necesidad de herramientas complejas u otros elementos que sean difíciles de conseguir, como los siguientes:

- Sistema uniones
- Componentes simples
- DIY / Maker system
- Auto portante
- Ligero
- Económico
- Adaptable a diferentes materiales
- Ensamblable / Des-ensamblable

El sistema debe pensarse como un sistema simple en el que únicamente hay componentes simples y reglas simples pero que a partir de esto tengamos la posibilidad de generar resultados complejos.

Para esto debe entenderse el concepto modular no como la repetición de objetos idénticos, sino como

## 3.3.1 REGLAS DEL SISTEMA O PROCESO

### 1. Diseña para desensamblar

Fomentar técnicas de ensamblaje que permitan la de construcción pérdida o daños de partes y componentes para que estas puedan ser reutilizadas.

### 2. Triangulación

El triángulo es el único polígono que no se deforma cuando actúa una fuerza sobre él. Es el polígono más simple, sus características geométricas (al ser un polígono conformado únicamente por tres lados) lo convierten en un elemento estructuralmente muy fuerte, si sus lados son elementos rígidos el elemento no será susceptible a deformarse.

Cualquier otra forma geométrica que adopten los elementos de una estructura, no será rígida o estable hasta que esta se triángule.

### 3. Número de brazos por nodo

Simplificar estructura para no saturar los nodos y sea más fácil de ensamblar y de fabricar.

### 4. Dimensión máxima de las barras

Variable según el diámetro de las barras que se vayan a utilizar en relación con la longitud de la barra. Parámetro a definir de manera intuitiva.

## 3.3.2 ESTRATEGIAS DE CONSTRUCCIÓN.

La investigación se ramifica en dos exploraciones, las cuales son:

### A. Construcción análoga con uniones standard

Consiste en la exploración de un sistema de uniones universales, estándar, las cuales puedan servir para ensamblar sin fin de estructuras, según como sean configuradas por el usuario, la unión como constante en todas estructuras, como una especie de lego, piezas definidas que se conectan de distinta manera configurando infinitas geometrías y por otro lado el elemento variable, la barra como este elemento lineal que conecta los nodos o uniones.

Construcción abierta a la improvisación, donde no necesariamente sabes exactamente el resultado o hay una estructura previamente diseñada, si no que puedes ir construyendo y adaptando la construcción en el sitio.

Proceso de construcción de aprender haciendo (learning by doing), un proceso errático.

### B. Construcción especializada fabricación digital

Para esta estrategia de construcción es necesario diseñar la estructura primero de manera digital, y posteriormente fabricar los componentes necesari-

rios (uniones) por técnicas de manufactura aditiva (impresión 3D).

Se realizará una comparativa entre estas dos estrategias propuestas, analizando cual es el potencial, posibilidades y las limitaciones de cada uno.

### 3.3.3 PROTOTIPADO

La creación de prototipos es la creación tangible de artefactos en varios niveles de resolución, para el desarrollo y prueba de ideas, conceptos y expectativas del sistema propuesto.

La realización física de diseños a través de prototipos es una característica fundamental del proceso de diseño, que representa la traducción creativa de la investigación y la ideación en forma tangible, para pruebas esenciales de la hipótesis del diseñador y los posibles usuarios.

El prototipado se utiliza para probar concordancia geométrica, los ensambles, resistencia de las estructuras, la factibilidad, facilidad, intuición de construcción y comprensión de la experiencia de uso o aplicación del sistema.

Los prototipos de diseño se definen por su nivel de fidelidad. La creación de prototipos de baja fidelidad es común a lo largo de los procesos de ideación iniciales.

#### Baja fidelidad

Estos prototipos tienen un propósito de desarrollo interno, como punto de control para el diseñador. Sin embargo, los prototipos de baja fidelidad son una herramienta excelente para la prueba temprana de ideas con usuarios en investigación generativa, de modo que el producto se ve como un concepto propuesto para una revisión constructiva y una retroalimentación oportuna para cambios

iterativos.

Para esta fase de prototipado de baja fidelidad se propone utilizar técnicas y materiales muy prácticos y fáciles de conseguir, pueden ser palillos, espaguetis para hacer la función de las barras, y silicón caliente para hacer las conexiones de las estructuras, esto nos permitirá generar estructuras rápidamente y tener un primer acercamiento a nuestras ideas, la concepción geométrica de estas.

#### Alta fidelidad

Los prototipos de alta fidelidad son más refinados, en realidad serán similares al producto final en cuanto a apariencia y funcionalidad, la diferenciación al producto final únicamente variará en cuanto a materiales de las barras y la escala del prototipo.

#### Tecnología de fabricación:

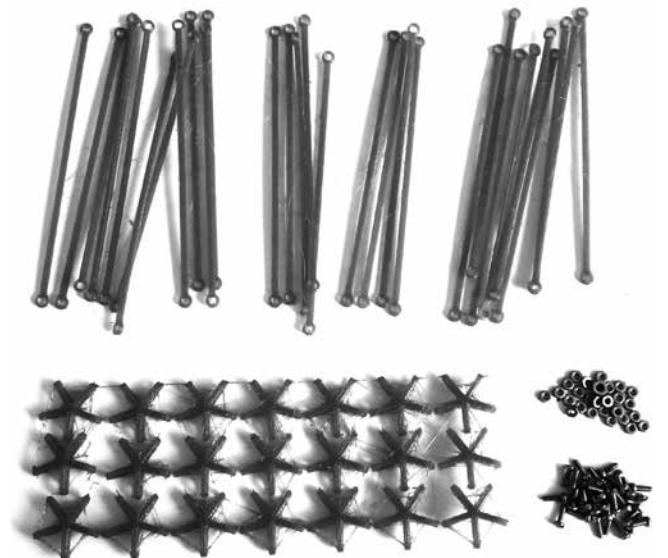
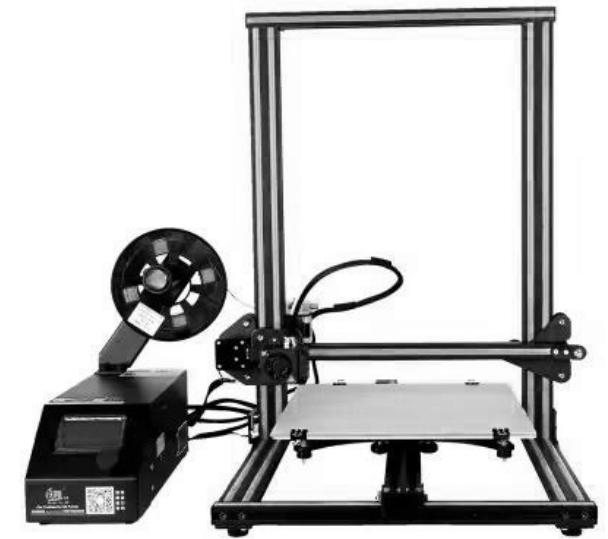
Impresión 3D, método de manufactura aditiva que permite crear objetos capa a capa de abajo hacia arriba.

#### Herramienta y equipo:

Impresora 3D

#### Material:

Filamento de polímero PLA 1.75mm Negro para impresora 3D

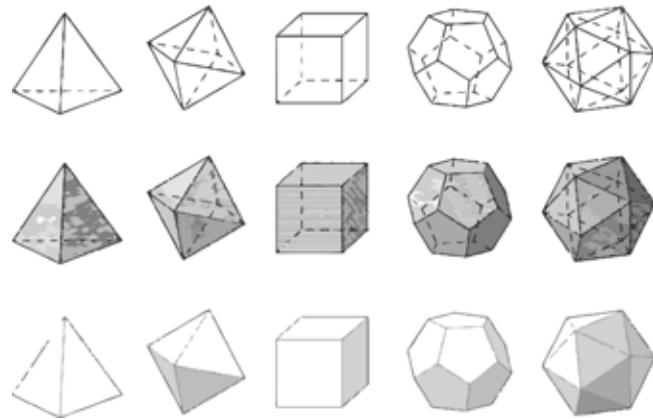


## 3.3.4 CONSTRUCCIONES

Esta fase de construir y prueba del sistema se dividirá en 3 etapas o iteraciones, que servirán para ir complejizando y mejorando el sistema, partiendo de las construcciones más simples en las que al introducir cambios en las variables como la geometría de las caras, longitud de aristas y características de los vértices empiezan a complejizarse y funcionar de manera distinta.

Construcciones simples: Sólidos Platónicos, Tetraedro, Hexaedro, Dodecaedro, Octaedro, Icosaedro.

En estas construcciones todos las caras, aristas y vértices son iguales, lo cual supone un grado de complejidad mínimo.



Construcciones complejas: Se complejiza las construcciones permitiendo variaciones en todas las variantes, caras de distinta geometría, aristas de distintas longitudes y vértices de distintas características (elementos que llegan a él).

Esto llevará a evaluar la flexibilidad de las uniones propuestas y la necesaria evolución de las mismas.

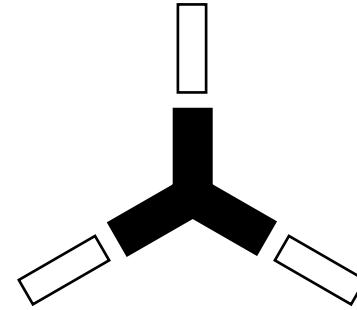
Estas construcciones pueden llegar a ser tan complejas según el número de componentes que diseñemos, quizá únicamente añadiendo sencillos sistemas de engranes y poleas se pueden lograr maquinas que parecen muy complejas como las de Theo Jansen.

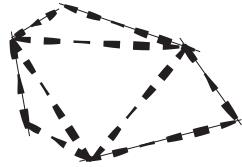


# 3.4

**PROTO**

**TIPOS**





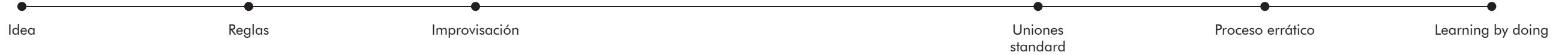
REGLAS?

PLAN?  
IMPROVISACION'



CONSTRUCCION'

APRENDER  
HACIENDO'



Idear / Form finding process

Definición

Datos

Fabricación

### Construcción análoga

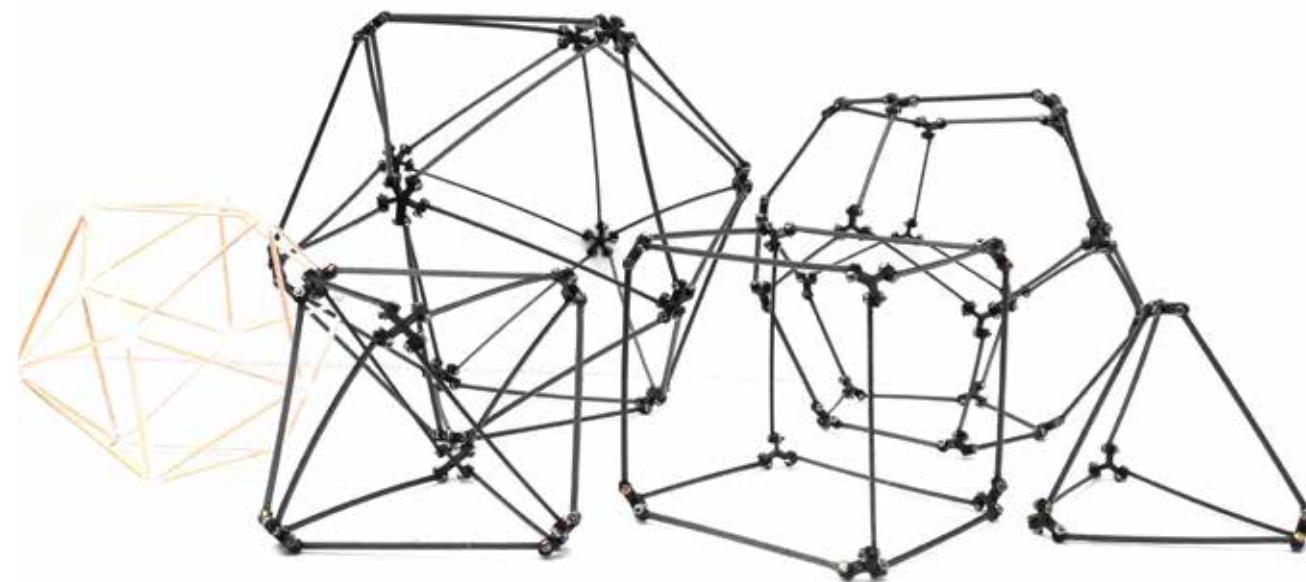
Proceso que tiene como punto de partida una "idea", no necesariamente un diseño terminado o una idea con gran grado de definición del diseño o idea, simplemente hay que seguir ciertas reglas de construcción de tal manera que termina siendo un proceso abierto a la improvisación en donde lo único definido completamente son las uniones necesarias, es un proceso errático, un proceso de aprender haciendo.

# SÓLIDOS PLATÓNICOS

## PROTOTIPO\_01

Observaciones:

Uniones simples funcionan en geometrías platónicas compuestas por caras triangulares (Tetraedro, Octaedro, Icosaedro) pero en las otras geometrías platónicas donde sus caras son compuestas por 4 o 5 aristas o barras como en el caso del hexaedro y dodecaedro la estructura pierde la rigidez (no se sigue la regla de triangulación en esta geometría).



# CONSTRUCCIONES

## SIMPLES

Se presentan proceso y estructuras construidas en primera fase, construcciones simples, sólidos platónicos:

Tetraedro regular 4 caras triangulares

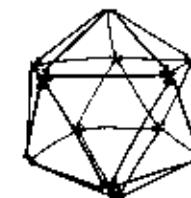
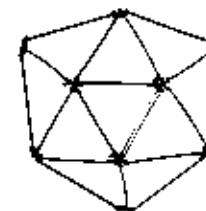
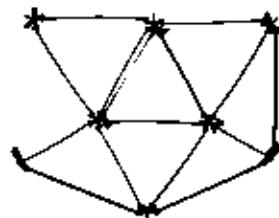
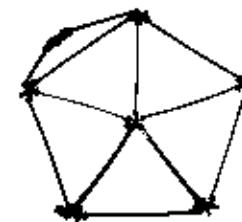
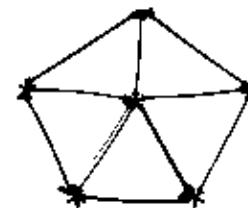
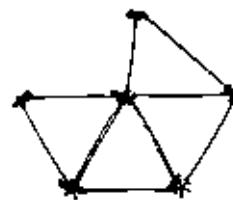
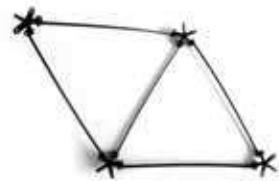
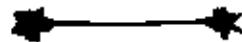
Hexaedro regular 6 caras cuadradas

Octaedro regular 8 caras triangulares

Dodecaedro regular 12 caras pentagonales

Icosaedro regular 20 caras triangulares

Cada uno de estos cuerpos requerirá de distintas partes y uniones, según el número de aristas que convergen en cada vértice.



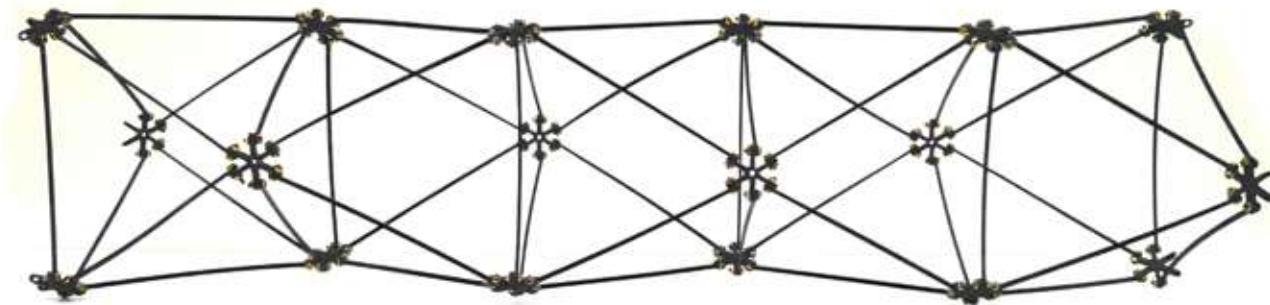
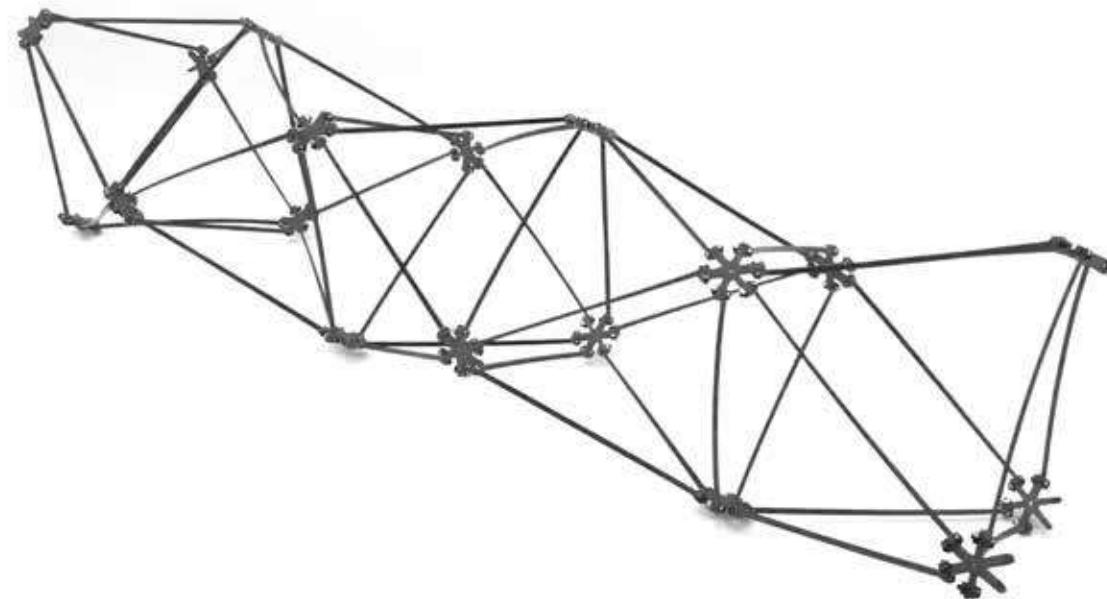
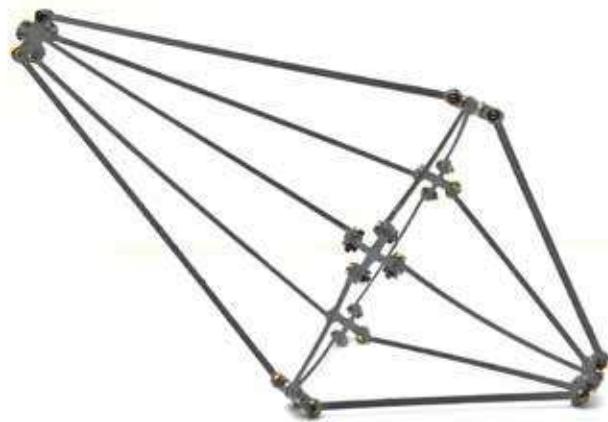
# OTRAS GEOMETRÍAS

## PROTOTIPO\_02

Se exploran geometrías en las que a diferencia de las platónicas empieza a haber variaciones en la composición de la geometría en si, como la dimensión y ángulos de las aristas o barras.

### Observaciones:

Las uniones simples funcionan en ciertas geometrías. En la geometría proliferación de un octaedro empieza a haber variaciones de ángulos lo cual ocasiona cierta torsión de las barras, con el material del prototipo que tiene cierta flexibilidad funciona, pero de manera estricta, con materiales totalmente rígidos no permitiría el correcto ensamble.



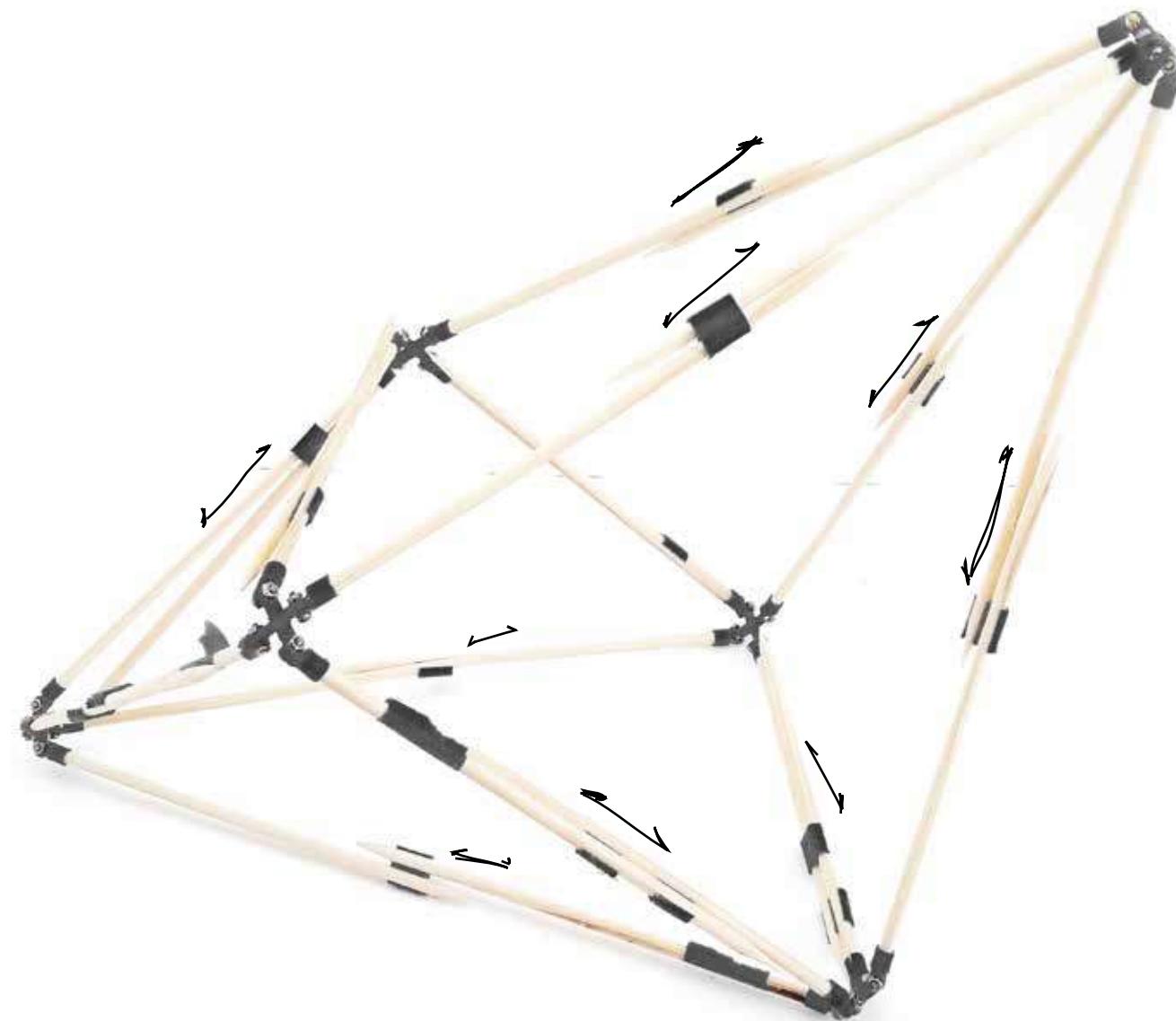
# OCTAEDRO FLEXIBLE

## PROTOTIPO\_03

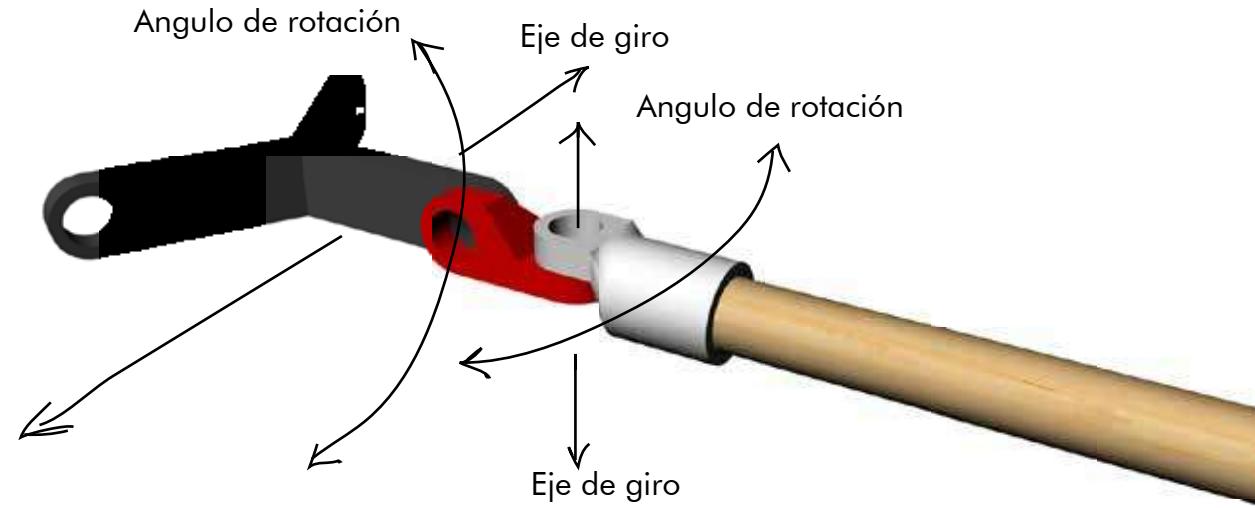
Este octaedro tiene la capacidad de cambiar su geometría, la dimensión de los brazos para probar cómo se comportan las uniones, es una geometría con cierta flexibilidad.

### Observaciones

Las uniones no son lo suficientemente flexibles para permitir armar geometrías complejas ya que solo permiten la rotación del arista o brazo en un solo eje. Aunque en geometrías simples como en este prototipo con el octaedro si permite la variación de la dimensión de las barras o aristas con ciertas restricciones de operación.







Se agrega una pieza que lo que hace es duplicar el eje de tal manera que el brazo puede girar no solo sobre un eje sino en 2 ejes y esto permite que se mueva en cualquier angulo exponenciando las posibilidades de armado.

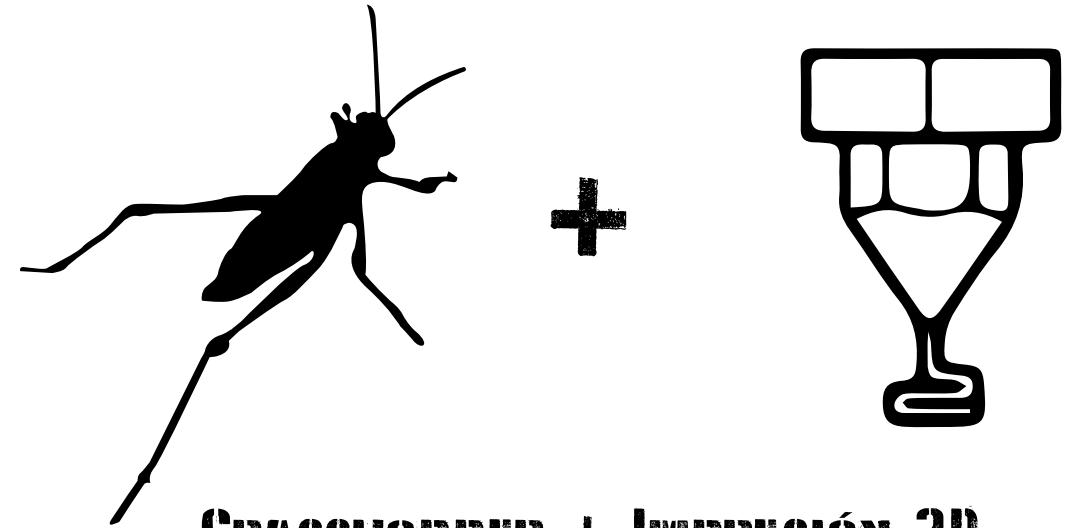


## UNIÓN UNIVERSAL. PROTOTIPO\_05

Si bien en el prototipo anterior se logró gran flexibilidad y en teoría, las uniones en conjunto de las pequeñas articulaciones permitirían ir al brazo en cualquier ángulo y, por tanto, construir cualquier geometría también es cierto que esta articulación se traduce en inestabilidad, en falta de rigidez en la estructura misma.

Para controlar un poco esta cuestión plástica tendríamos que pensar en reemplazar esta doble articulación por una rotula, sin embargo, esto requeriría de procesos de fabricación y materiales más especializados.

La idea de una unión universal cuya única variable sean la cantidad de brazos que llegan a esta y el diámetro de los mismos me parece una idea bastante interesante, como un juego de piezas o elementos simples puede convertirse o posibilitar el construir algo complejo, como una especie de lego; sin embargo, ponerse a diseñar y fabricar una pieza de este tipo sale de los principios y métodos que a este trabajo de investigación compete por lo que no se desarrollará.



**GRASSHOPPER + IMPRESIÓN 3D**

**NODOS GENERACIÓN Y FABRICACIÓN DIGITAL**

-----  
**PARTE 2**



Idear / Form finding process

Definición

Datos

Fabricación

A diferencia del anterior es necesario desarrollar la idea a una geometría definida, esta geometría deberá ser modelada de manera simple compuesta únicamente por líneas (diseño simplificado en su máxima expresión) en cualquier software de modelado 3d.

Posteriormente esta estructura lineal 3d digital se introducirá al algoritmo de Grasshopper el cual lo que hará será convertir de manera digital esta estructura lineal en una estructura compuesta de

nodos y barras los cuales podemos modificar en base a ciertos parámetros como diámetro de las barras, espesor del conector, longitud del conector y tipo de conector.

El algoritmo nos arrojará datos, los nodos digitales 3d y la información de las dimensiones de las barras, diagrama de ensamble (piezas numeradas) y todo lo necesario para la fabricación de los componentes.

La etapa de fabricación consiste en la impresión 3d de los nodos digitales producto del algoritmo y el corte de barras según dimensiones arrojadas por algoritmo. Una vez que se hayan fabricado todos los componentes se procede al ensamble de la estructura.

All Discussions My Discussions



## Node Generator

Posted by Charles Fried on February 18, 2016 at 9:26am in [Sample and example files](#)  
[View Discussions](#)

Hi All,

Just wanted to share a fairly simple yet effective Node Generator which I've tried to make as concise as possible for a Grasshopper workshop with 3DHUBS at the Bartlett School of Architecture.

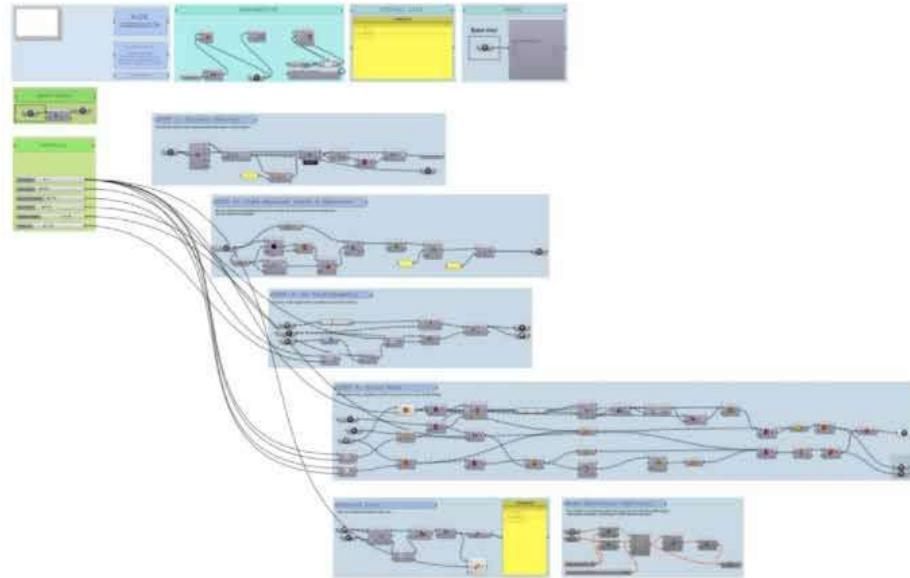
As a result it's free of any plug-ins except for the optional final smoothing step which uses Weaverbird.

It makes use of simple trigonometry to avoid the struts from crashing into one another.

Hopefully it can be of help to someone :)

Thanks,  
Charles

Thanks to Peter Fotiadis and Martyn Hogg for helping me solve some related issues.



### About

Scott Davidson created this [Ning Network](#).

Welcome to Grasshopper

[Sign Up](#)  
or [Sign In](#)

### Translate

### Search

Grasshopper3d Only

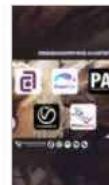
### Photos



by [DesignMorphine](#)  
0 0



by [DesignMorphine](#)  
0 0



by [DesignMorphine](#)



El algoritmo original es creación de Charles Fried es abierto disponible para todos en:

<https://www.grasshopper3d.com/forum/topics/node-generator>

"Node\_Workshop"

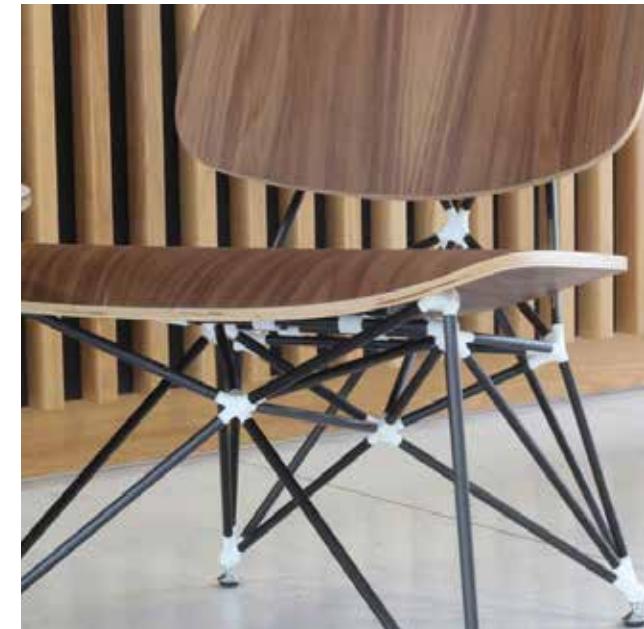
Posted by Charles Fried on February 18, 2016 at 9:26am

Views: 5430

El post ha sido visitado un total 5,430 veces, esto en el periodo de 18 de febrero del 2016 a la fecha del 10 noviembre 2020

El gran aporte de este trabajo por Charles Fried consiste básicamente en la simplificación del proceso de diseño y construcción, pasar de **elementos bidimensionales, puntos y líneas a elementos tridimensionales, estructuras fabricables y ensamblables.**

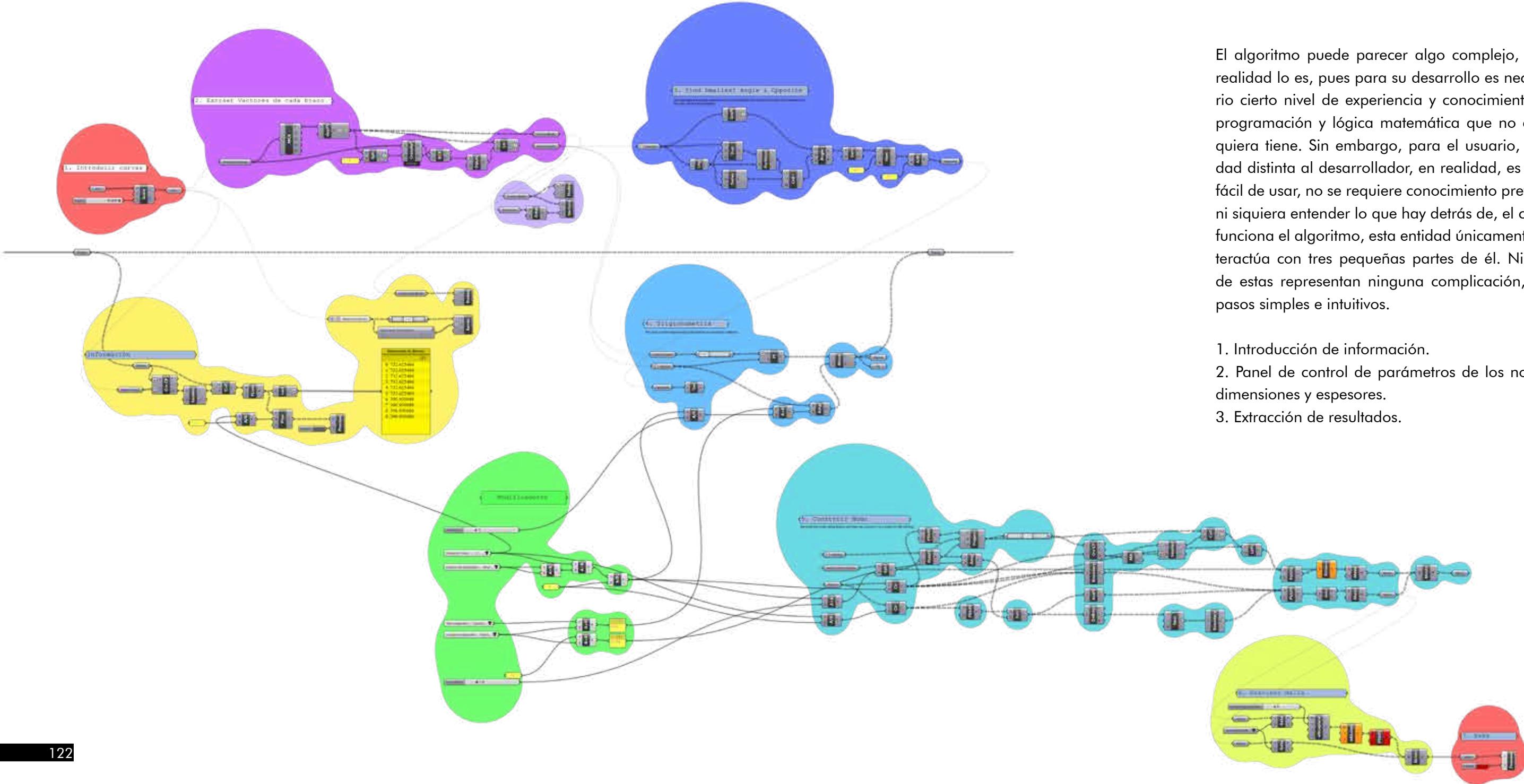
Este trabajo abre discusión sobre los límites de las impresoras 3d al alcance de todos, pues estas, aunque las hay de diferentes medidas la mayoría o al menos las económicas, las que son accesibles solo imprimen objetos de dimensión máxima de 30cm x 30cm x 30cm, pero si pensamos en construcción de objetos donde lo impreso en 3d es un nodo, una pieza unión dentro de un sistema o conjunto de piezas más grande, entonces las posibilidades se multiplican.



Si bien estos nodos de impresión 3d por su materialidad en plástico PLA, no parecieran muy fuertes, puede lograrse gran resistencia en la estructura en si a través de la triangulación, generar siempre triángulos entre los distintos nodos, pues si se genera a través de polígonos más grandes la estructura sería inestable y la posibilidad de que fallara aumenta.

La triangulación completa añade fuerza a la estructura, el triángulo como la geometría y estructura más básica, al conformarse únicamente por tres lados, se reducen en gran medida las posibilidades de deformación.





El algoritmo puede parecer algo complejo, y en realidad lo es, pues para su desarrollo es necesario cierto nivel de experiencia y conocimiento en programación y lógica matemática que no cualquiera tiene. Sin embargo, para el usuario, entidad distinta al desarrollador, en realidad, es algo fácil de usar, no se requiere conocimiento previo o ni siquiera entender lo que hay detrás de, el cómo funciona el algoritmo, esta entidad únicamente interactúa con tres pequeñas partes de él. Ni una de estas representan ninguna complicación, son pasos simples e intuitivos.

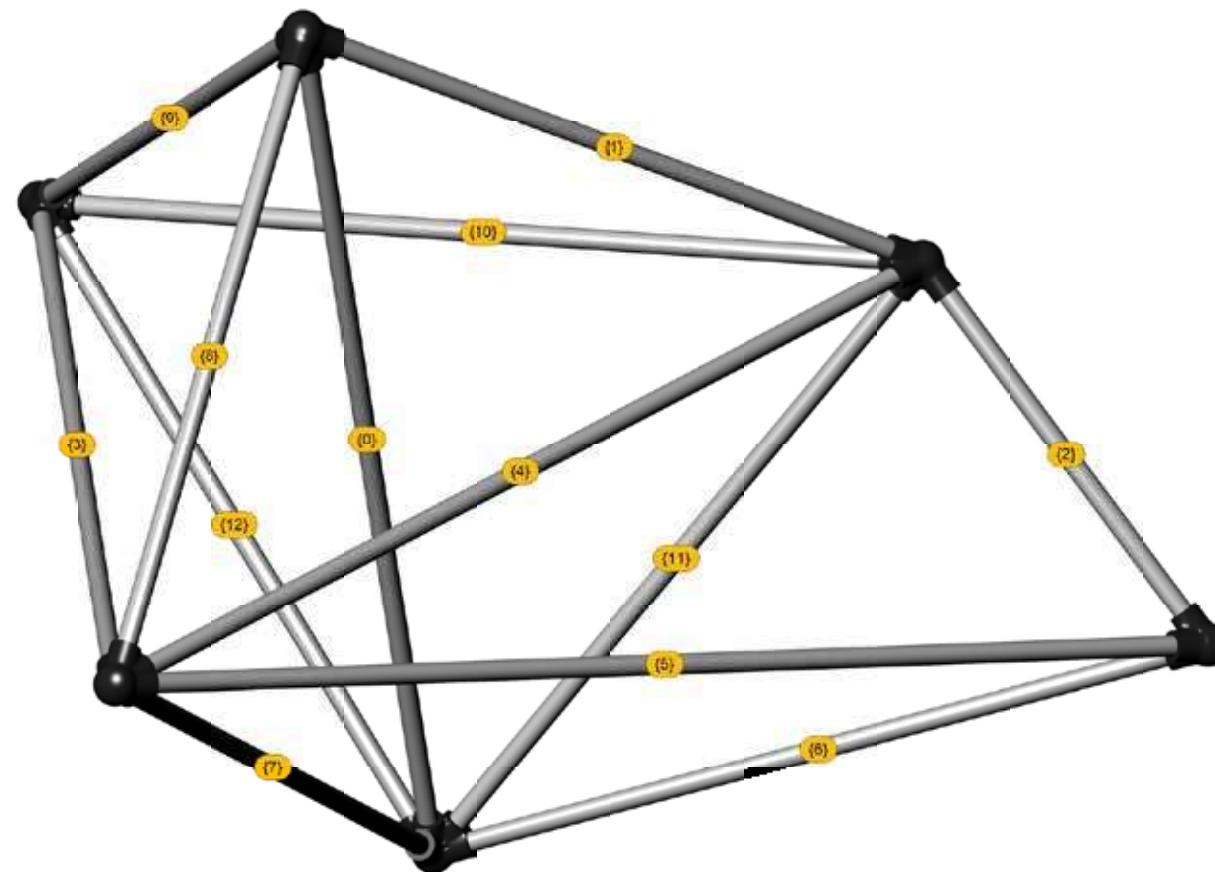
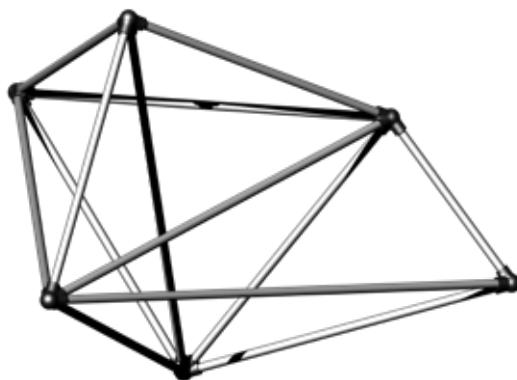
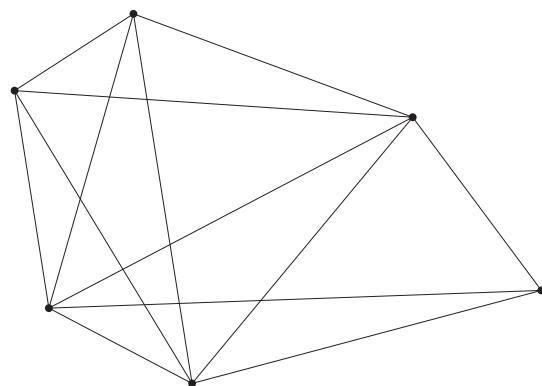
1. Introducción de información.
2. Panel de control de parámetros de los nodos, dimensiones y espesores.
3. Extracción de resultados.

# GEOMETRÍA ALEATORIA

## PROTOTIPO\_07

Este prototipo es resultado de un proceso digital, una estructura de diseño paramétrico, a través de un algoritmo muy sencillo generado en Grasshopper, básicamente en lo que consiste es en que uno tiene que introducir los puntos (Nodos de la estructura a generar) y a partir de esa información Grasshopper genera una estructura que en una primera instancia es conformada por puntos y líneas), para después al introducir esta información en el algoritmo antes presentado, estos puntos y líneas (elementos bidimensionales) pasaran a ser los nodos y barras de la estructura (elementos tridimensionales) y estas están dadas en base a parámetros que puedes modificar como son el diámetro de las barras, el espesor del adaptador de la unión entre otros.

El resultado es una estructura de geometría muy sencilla, de ensamble rápido e intuitivo y al estar conformada completamente por marcos triangulares resulta una estructura muy fuerte.





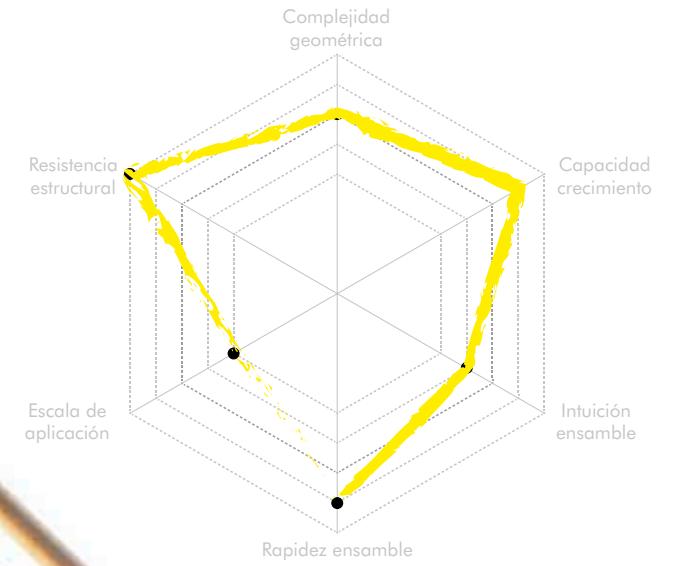
### *Dimension Barras*

0	136.146896
1	147.110992
2	178.522531
3	148.184077
4	129.25117
5	186.082665
6	153.102128
7	244.712555
8	210.98026
9	216.98898
10	75.203817
11	134.42914
12	198.133967

Grasshopper genera la información necesaria para la fabricación de la estructura, en este caso arroja los datos de dimensiones de las barras, y también genera las 6 uniones 3d listas para impresión por medios de manufactura aditiva, impresora 3d.



Uniones impresas en 3d y corte de barras según información obtenida en grasshopper. Posterior a la fabricación de los elementos necesarios ( uniones y barras) se procede al ensamble de la estructura y se evalúa en diferentes aspectos.



# PABELLÓN HEDRACRETE

## PROTOTIPO\_08

Autores: Masoud Akbarzadeh, Mehrad Mahnia,  
Ramtin Taherian, Amir Hossein Tabrizi  
Polyhedral Structures Laboratory  
Advanced Research and Innovation Lab  
School of Design  
University of Pennsylvania

Hedracrete fue un proyecto de investigación único que tiene como objetivo abordar tres temas importantes en el campo del diseño y la fabricación digital. Estos temas incluyen el hallazgo eficiente de formas estructurales en tres dimensiones, la fabricación de sistemas espaciales complejos y el uso innovador de materiales convencionales.

La forma de la estructura es un bastidor poliédrico funicular compuesto por miembros de solo compresión y solo tracción con una altura máxima de 3,33 metros, que abarca desde tres soportes ubicados a 5,4 metros de separación entre sí. La estructura consta de 45 juntas prefabricadas, 54 de compresión y 30 miembros de tensión que se sientan sobre soportes de acero conectados por varillas de acero.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://psl.design.upenn.edu/project/hedracrete/>



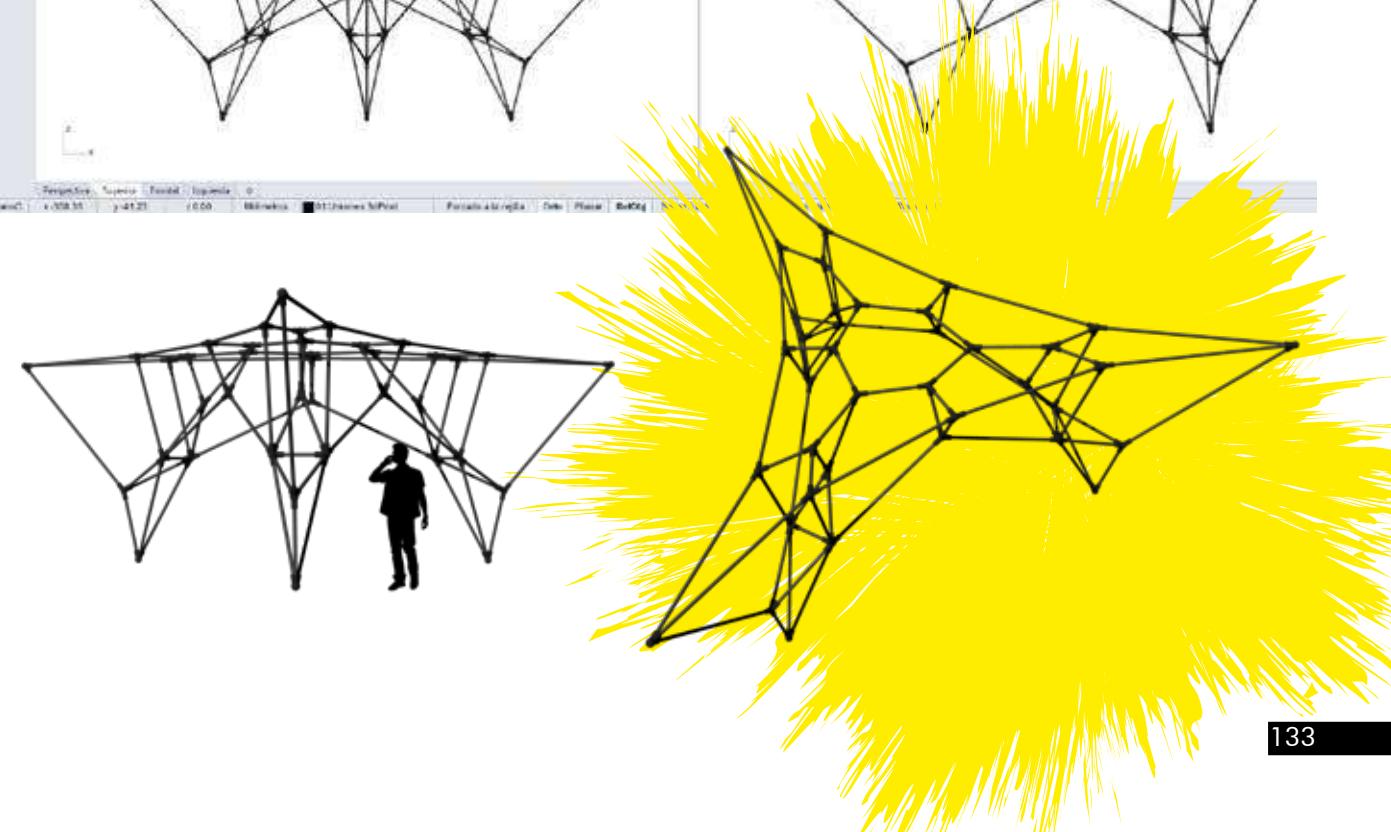
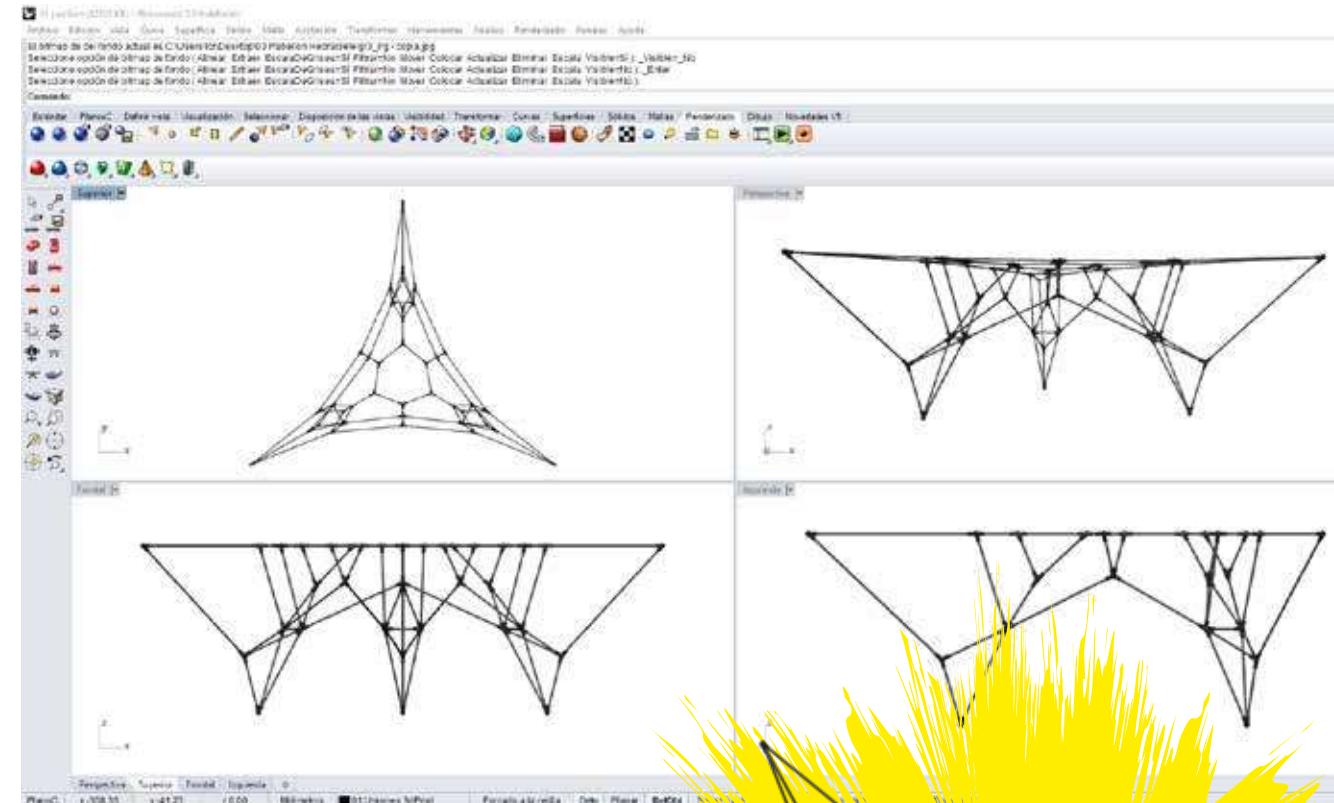
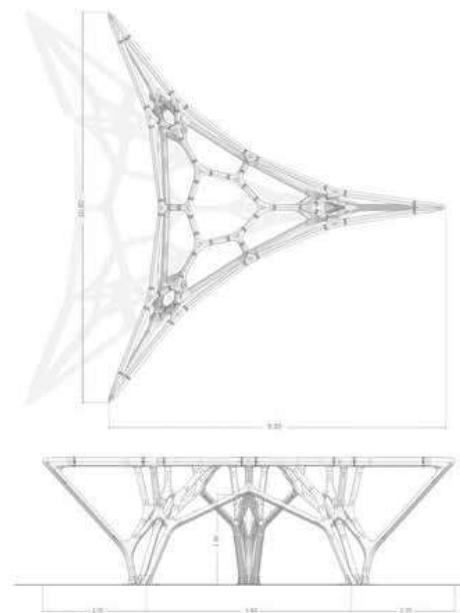
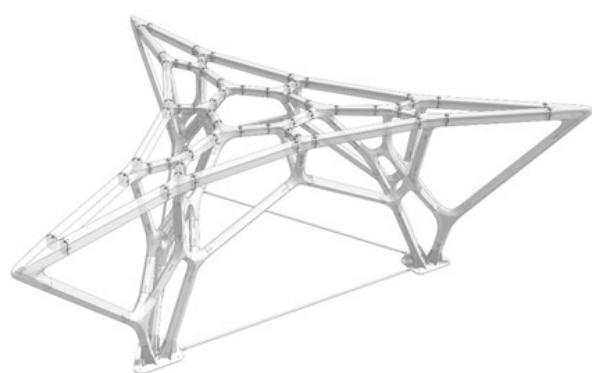
# HEDRACRETE

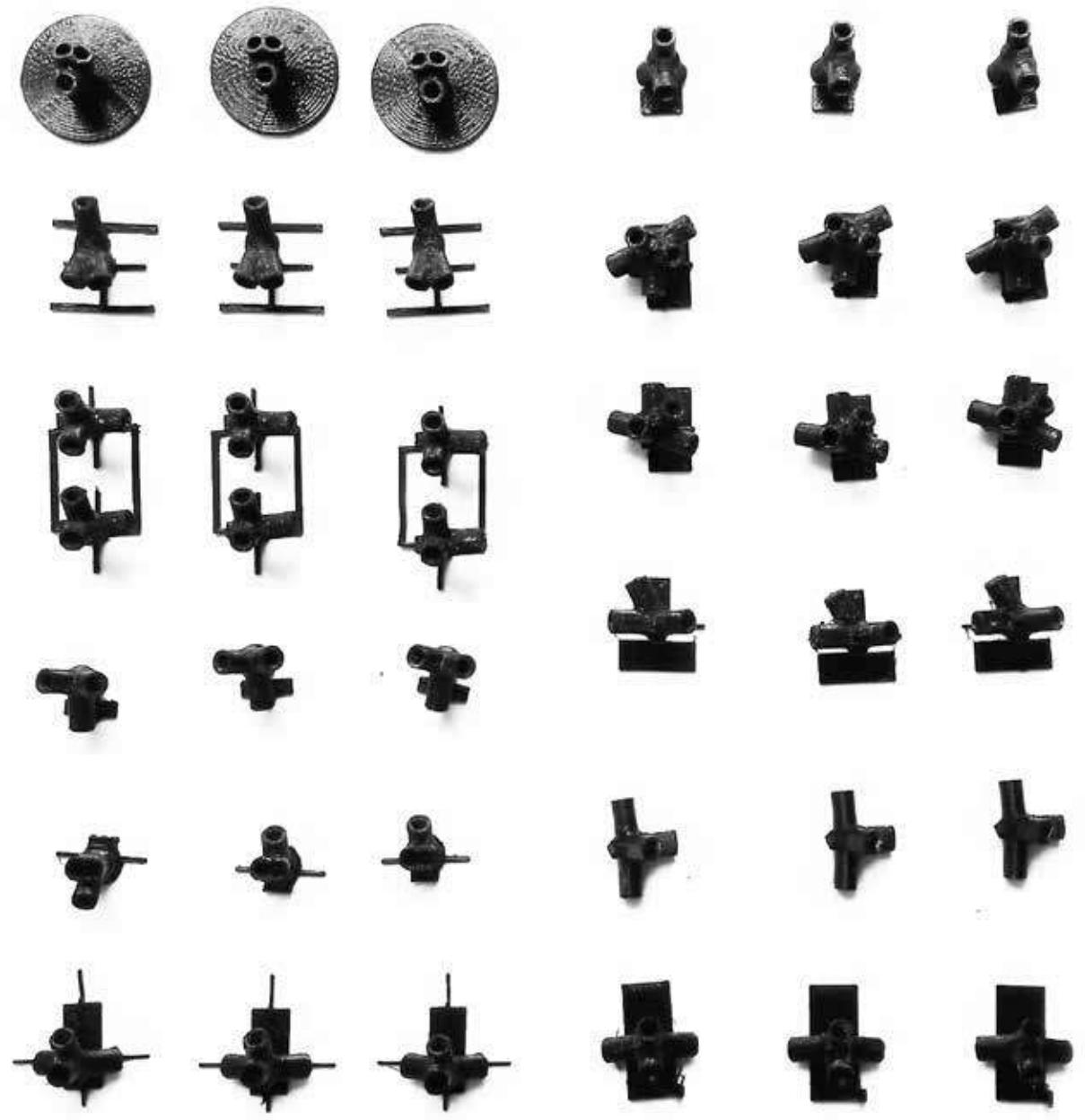
## 08

El experimento número ocho consiste en replicar la geometría compleja de este proyecto que ya está probada y funciona estructuralmente, probar el grado de dificultad que representa el ensamblar una estructura de este nivel de complejidad y cómo se comporta esta misma una vez fabricada con bajo el sistema propuesto de diseño digital y manufactura con uniones impresas en 3d.

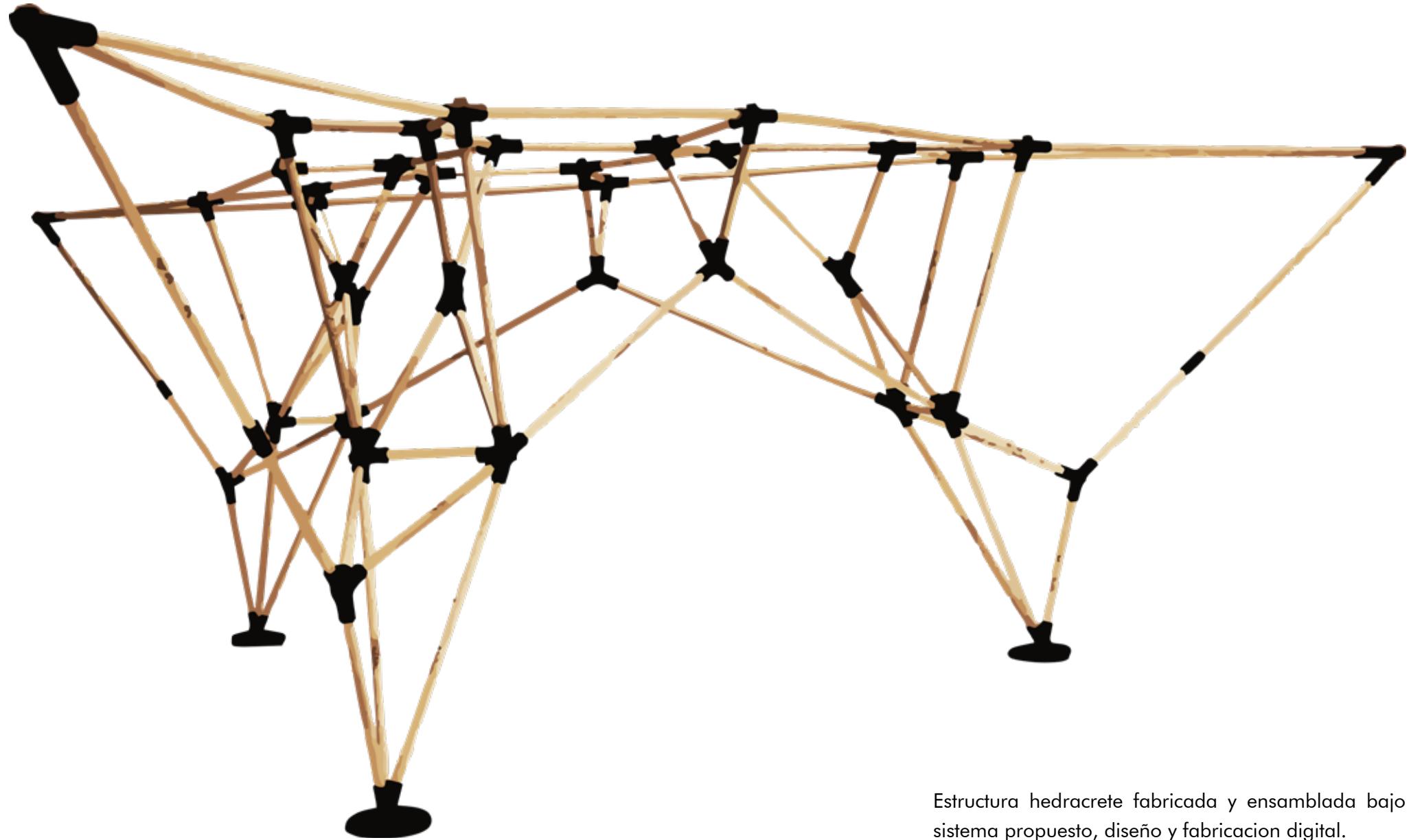
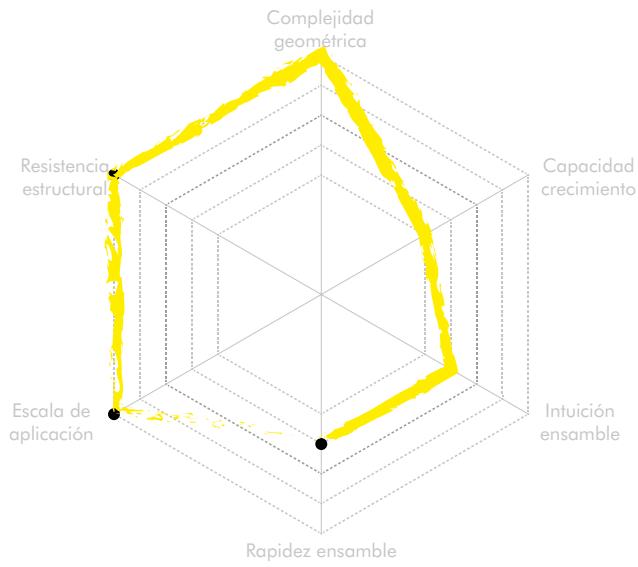
Los pasos para su desarrollo fueron los siguientes:

1. Recopilar información necesaria, imágenes
2. Replicar la estructura lineal en software 3d (Rhino-ceros), identificando puntos críticos, vértices y uniones de la estructura original, tomando como referencia las imágenes antes obtenidas.
3. Insertar curvas en algoritmo de Grasshopper y modificar parámetros generales, definir diámetros de barras, espesor y longitud del adaptador.
4. Bake! Generar uniones 3d en grasshopper.
5. Impresión 3d de uniones y corte de barras de madera según datos arrojados por algoritmo.
6. Ensamble de la estructura.

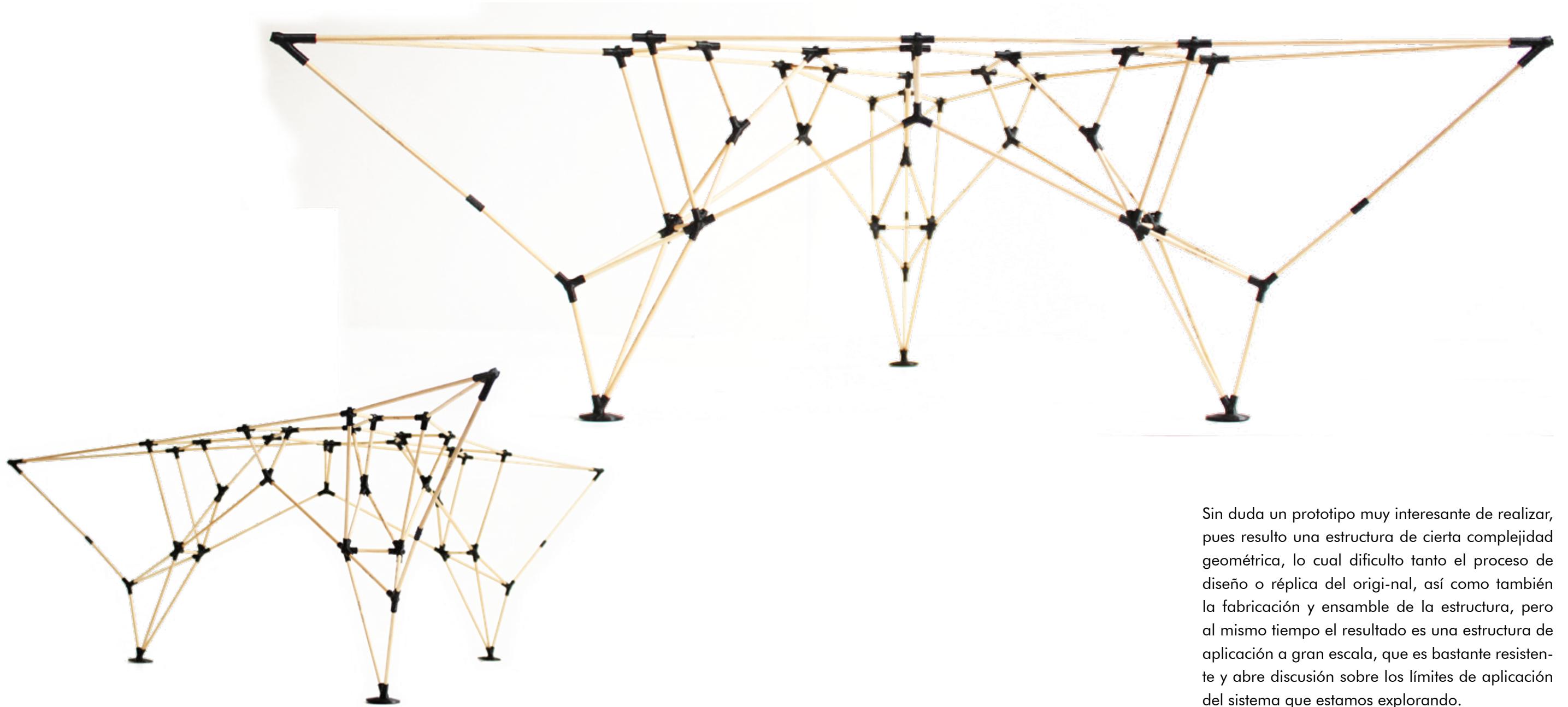




Elementos necesarios para el ensamble de la estructura hedracrete, sumando un total de 81 barras y 39 uniones impresas en 3d.



Estructura hedracrete fabricada y ensamblada bajo sistema propuesto, diseño y fabricación digital.



Sin duda un prototipo muy interesante de realizar, pues resulta una estructura de cierta complejidad geométrica, lo cual dificulta tanto el proceso de diseño o réplica del original, así como también la fabricación y ensamble de la estructura, pero al mismo tiempo el resultado es una estructura de aplicación a gran escala, que es bastante resistente y abre discusión sobre los límites de aplicación del sistema que estamos explorando.

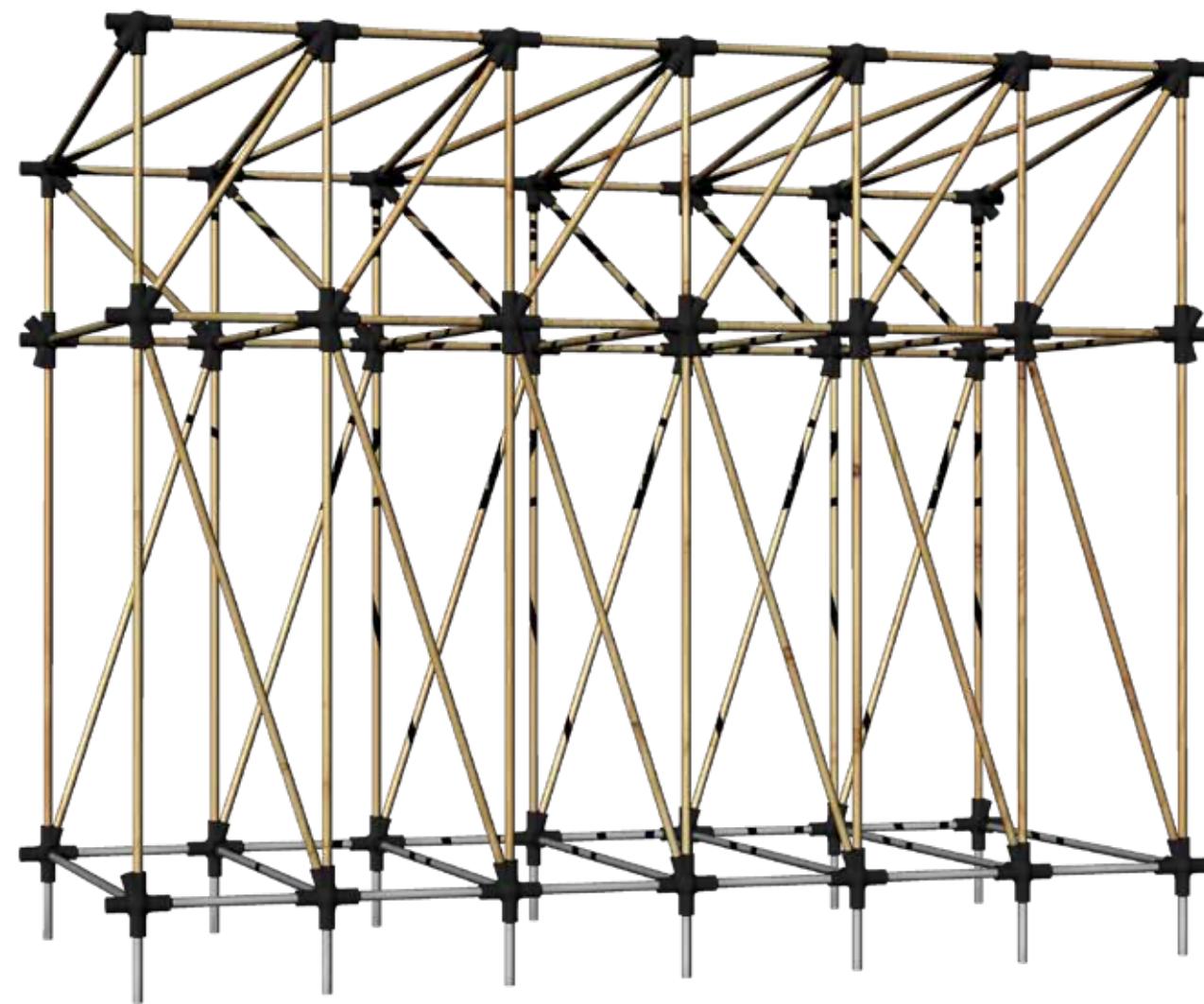
## VIVIENDA EMERGENTE PROTOTIPO\_09

La vivienda efímera o la vivienda emergente como uno de los grandes problemas de las ciudades latinoamericanas. ¿Que pasaría si nos interesáramos en desarrollar sistemas que permitieran a las personas resolver sus necesidades de vivienda a un bajo costo y que fuese un sistema tan sencillo que pudiesen construir ellos mismos con ayuda de 1 o 2 personas mas?

Este prototipo consiste en la repetición de un módulo mínimo el cual es construido a partir de 12 uniones (6 distintas) y 21 barras (13 distintas) y tiene la capacidad de crecer en la cantidad según las posibilidades y requerimientos del usuario.

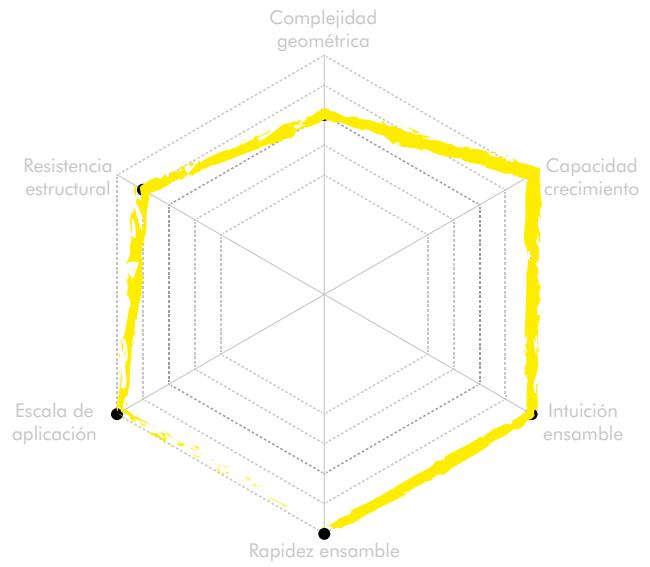
Esta estructura resultante es compatible con otros sistemas, recubrimientos que pueden ser de gran cantidad de materiales según las posibilidades económicas y materiales del contexto en el que se construya. en esta propuesta / especulación se propone complementar la estructura con hojas de triplay como recubrimiento interior del modulo y también pensar en una piel como recubrimiento externo del modulo para hacerlo permeable y mejorar sus características físicas.

También se especula un poco sobre posibles pie-



les, como una membrana que puede ser cubierta de una pequeña capa de concreto que aportaría además otras cualidades a la estructura tanto estructurales como de desempeño térmico, acústico etc.

La idea de resolver un problema social tan generalizado como la vivienda emergente podría ser abordado utilizando el conocimiento global, experiencias compartidas, recursos e información compartida en la red que sumado con las nuevas tecnologías y métodos de manufactura que cada vez están más presentes en todas partes del mundo y nos están llevando a procesos donde cualquiera puede fabricar y resolver sus necesidades.



# ÁRIBOL. BLAU

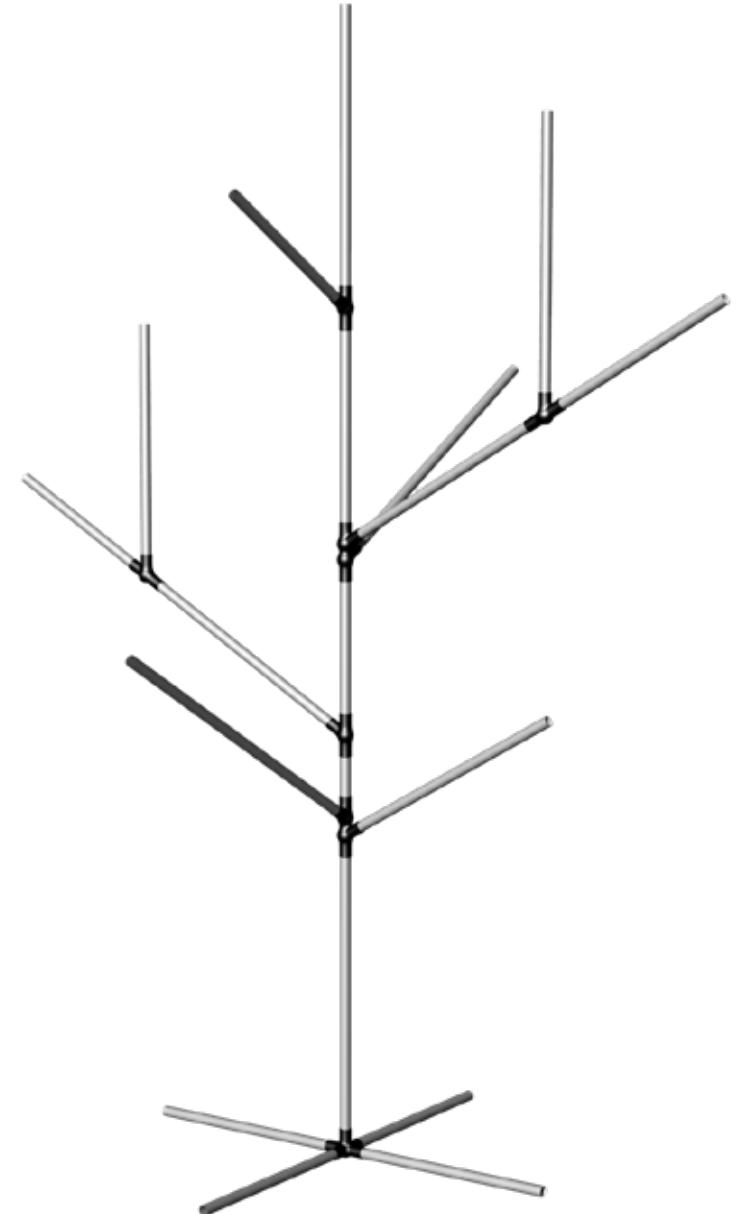
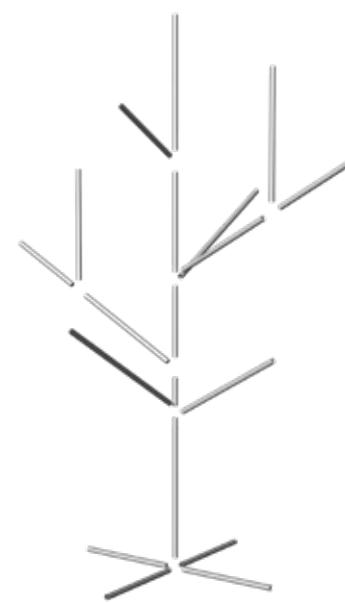
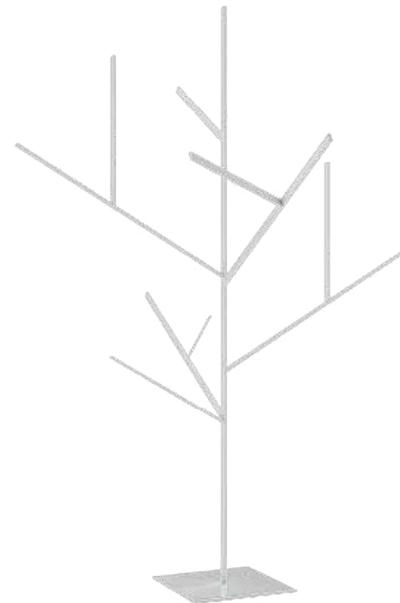
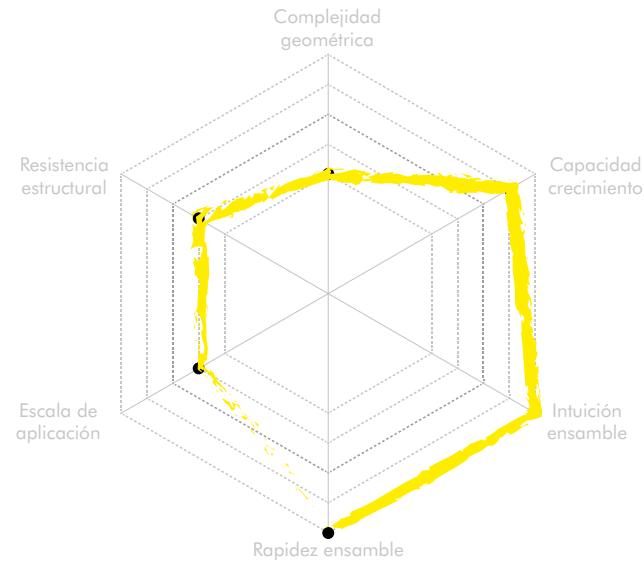
## PROTOTIPO\_10

“Con el sistema de crecimiento basado en el ensamblaje de perfiles de aluminio extruido, se materializa un árbol artificial. De crecimiento inmediato que, sin tener raíces, se adapta a entornos urbanos iluminándolos, acotándolos y generando sombras.”

Fran Silvestre Arquitectos

El árbol BLAU es una lámpara de diseño: trasciende su diseño geométrico con perfiles de aluminio ramificados, que proyectan líneas de luz ambiental. El objeto original es fabricado con perfilera de aluminio e iluminación LED, es un complemento de exterior escultural. El árbol BLAU es un diseño original de Fran Silvestre Arquitectos para GANDIABLASCO.

Lo interesante de este prototipo es que únicamente se requieren 2 uniones diferentes, una para dar cuerpo a la base del objeto y el resto de las uniones es la misma pero colocada en diferentes direcciones, lo cual la convierte en una estructura que se ensambla de manera muy intuitiva y rápida. También al ser una geometría que se ramifica, y no contiene marcos triangulares tiene poca resistencia estructural.



#### Conclusiones:

Es importante aclarar que este capítulo fue una exploración de mi persona, como arquitecto y creativo, explorando ideas e inquietudes propias.

#### Expectativas:

1. Búsqueda de la unión universal.
2. Probar el sistema, la facilidad e intuición para usar la interface.
3. Evaluación de prototipos, viabilidad, resistencia, escala de aplicación, capacidad de crecimiento, intuición y rapidez de ensamble.
4. Creatividad innovación, resolución de problemas de diseño.

#### Resultados:

1. Este proceso me parece bastante interesante, pues es un proceso abierto a la improvisación, un proceso "learning by doing" de aprender haciendo, incluso a nivel de sistema o juego educativo como una especie de lego, podría resultar bastante interesante / estimulante para creativos.

La búsqueda de esta serie de uniones universales no resulto en algo definido pues conforme se fueron complejizando las geometrías hasta llegar al punto en que las uniones no pudieran ser fabricadas bajo métodos de manufactura aditiva, ya requerían ser elementos con rotulas u otros mecanismos mas complejos.

2. Interface de usuario bastante sencilla de utilizar, los ajustes preestablecidos que se trabajaron facilitan el cambio de medidas de barras y características del nodo. Se identifica fácilmente este panel de ajustes preestablecidos.

3. Los prototipos que se desarrollaron fueron cada vez más complejos, se lograron prototipos de geometrías como "hedracrete" así como también un prototipo de vivienda emergente que resultan bastante interesantes por su complejidad y aplicación a escala humana, pues abre discusión sobre los límites de estos sistemas alternos, las limitantes de

estos procesos de fabricación aditiva.

4. El desarrollo de estos prototipos experimentos de diseño no me pareció del todo sencillo, al ser ejercicios libres, donde no necesariamente había un problema o necesidad a resolver y precisamente mediante estos procesos que salen de lo tradicional, se dificulta un poco pensar con esta lógica geométrica, pensar el diseño desde cierto enfoque o base en lo estructural.

También es bastante interesante el poder adaptar, replicar objetos / diseños complejos de otros diseñadores, y me parece algo interesante el facilitar el poder hackear un objeto o diseño, pues es algo muy característico de nuestra cultura como mexicanos.

#### Siguiente paso:

Prueba en otros sujetos con la finalidad de ver su facilidad de interacción con interfase de usuario, facilidad de resolución de problemas de diseño en objeto útil (función, resistencia estructural, escala de aplicación, complejidad geométrica, intuición y rapidez de ensamble.

Probar sistema en objeto escala 1:1 con la finalidad de probar la resistencia de las uniones y estructura en sí.

4

RETROALIMENTACIÓN

# SUJETOS EXPERIMENTO

Parte importante es poner a prueba y obtener retroalimentación del planteamiento de investigación, por se dedica un capítulo a experimentación con sujetos externos.

De esta manera podremos medir a grandes rasgos ciertos criterios para reforzar la hipótesis del trabajo de investigación, mediremos de cierta manera la capacidad creativa de los sujetos experimento, la comprensión del sistema de trabajo mediante estructuras entre otros y esto a través de la evaluación de los prototipos realizados por los mismos.

Este proceso consistirá en las siguientes etapas:

## 1 Selección de sujetos

Se seleccionaron 3 sujetos con cierto conocimiento y experiencia en el área de diseño arquitectónico, en este caso colegas arquitectos, amigos, actualmente estudiantes MDA tercera y cuarta generación.

S01 Rafael López Zamora

S02 Alejandra cornejo Guevara

S03 Sandra Yunuén Heredia Balcázar

2 Exposición/ explicación de proyecto de investigación

Una vez seleccionados los sujetos se procedió a explicarles de manera breve un poco del trabajo de investigación, el planteamiento de la investigación, sus objetivos y también los prototipos que se han trabajado. También se les explica en que consiste este experimento, cuales son las intenciones, expectativas y reglas para que ellos puedan diseñar un objeto de manera libre, un objeto que resuelva cierta necesidad que ellos mismos plantean.

3 Periodo de experimentación individual

Tiempo que el sujeto experimento invertirá en el desarrollo de sus prototipos.

4 Recopilación de información, prototipos digitales y criticas

Una vez que los sujetos experimento concluyen con sus prototipos digitales, se realiza una pequeña reunión en la cual comparten su experiencia con el proceso, presentan sus prototipos y retroalimentan dando su crítica acerca del proceso, identificando problemas, dificultades, así como también posibilidades y maneras de mejora y potenciar el proceso.

# S\_01

RAFAEL LÓPEZ ZAMORA

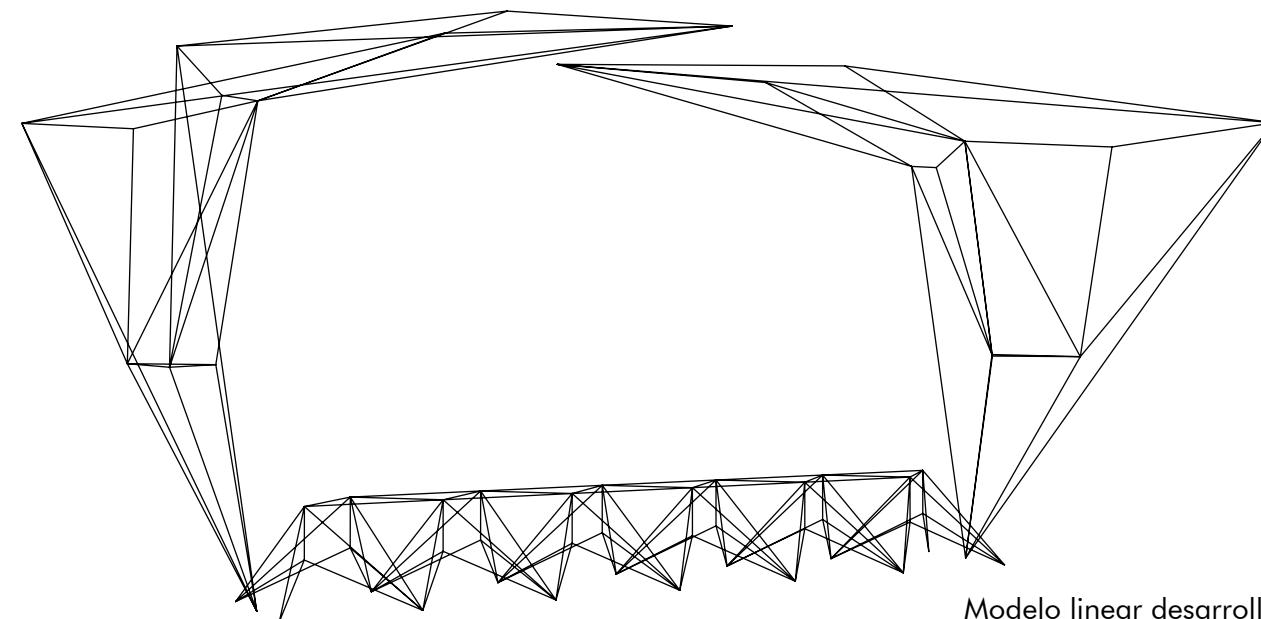
ARQUITECTO / ESTUDIANTE MDA 4TA GENERACIÓN

Critica:

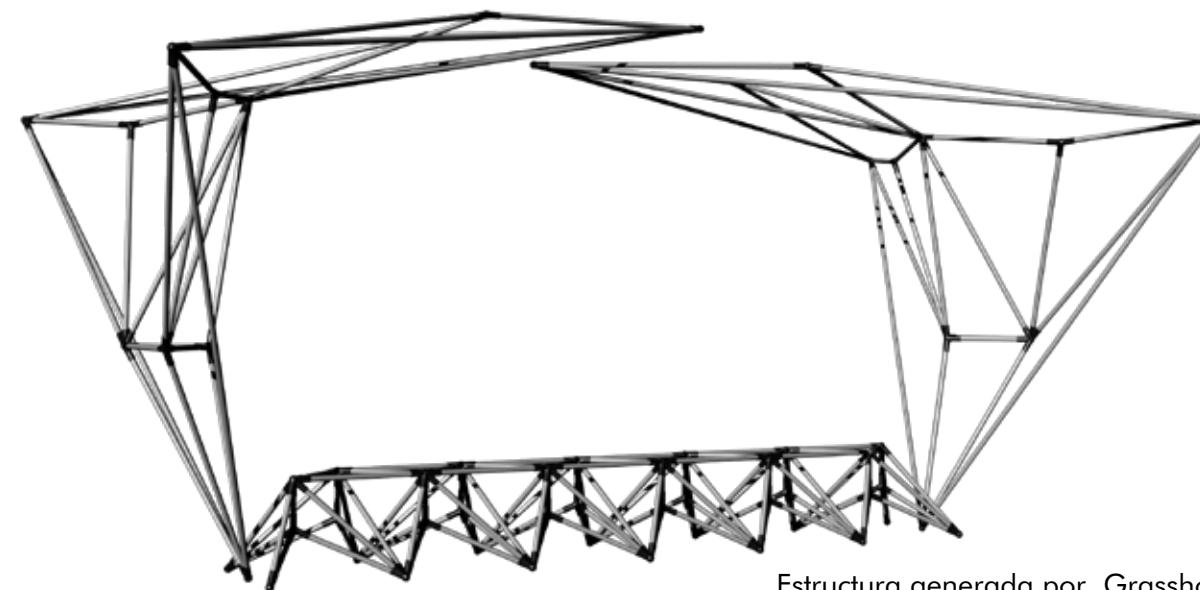
“Considero que es un proceso útil, al convertir estructuras lineales en estructuras ensamblables se simplifica de gran manera el diseño, fabricación y construcción de estructuras, te exige pensar con cierta lógica geométrica que no es necesariamente sencilla pero también te permite tomar más riegos y crear geometrías o formas más complejas.

Es interesante que en teoría cualquier persona puede desarrollar sus propias ideas, estructuras y ensamblarlas de manera sencilla sin requerir de algún especialista, lo que representa un ahorro económico y en tiempo, pero más que eso exponencia la capacidad creativa de las personas. Con la gran ventaja de que el proceso se puede aplicar en múltiples escalas desde algo pequeño como mobiliario o a gran escala en estructuras de mayor magnitud, aunque estas sean construidas con elementos pequeños.

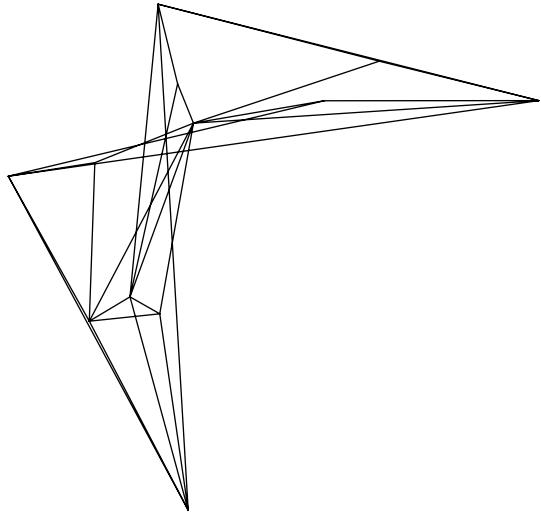
Es un proceso bastante útil, posibilita que más diseñadores y personas puedan proponer soluciones creativas de diseño una manera fácil, rápida y práctica.”



Modelo lineal desarrollado



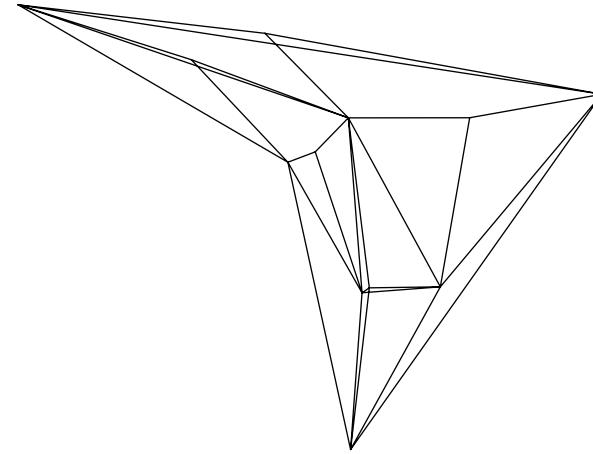
Estructura generada por Grasshopper



Estructura linear / Cubierta



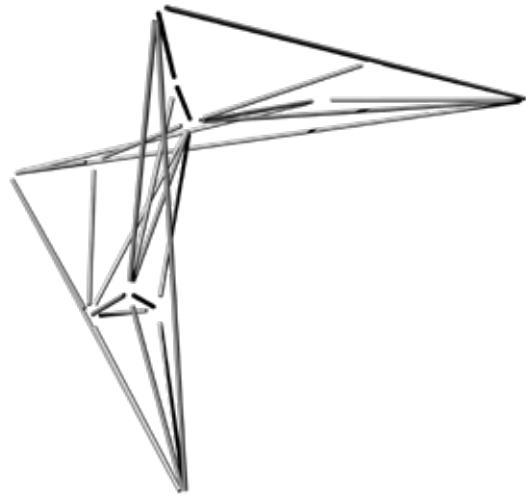
Nodos



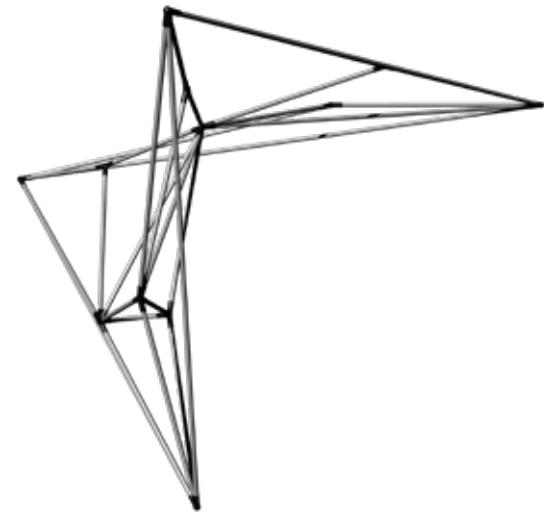
Estructura linear / Cubierta



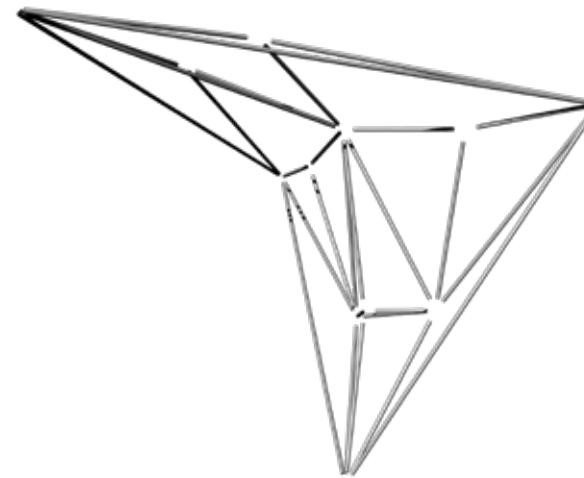
Nodos



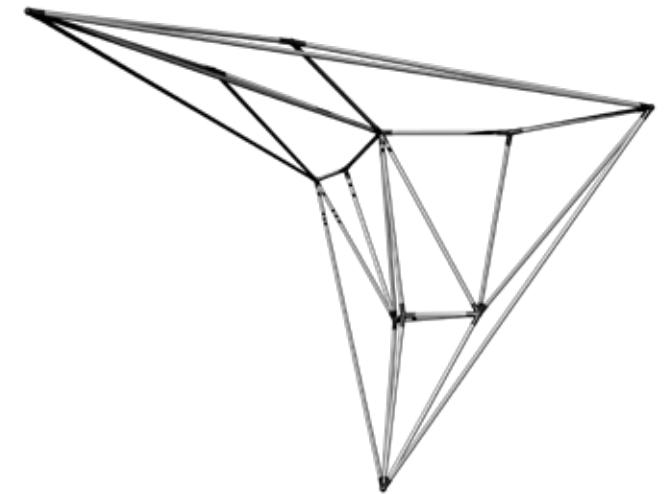
Barras



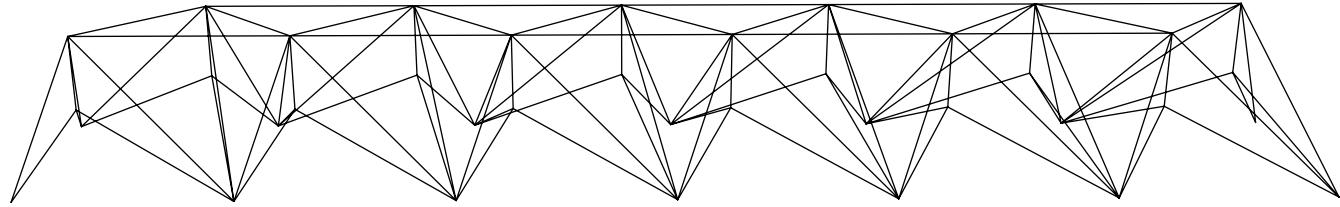
Estructura ensamblable generada



Barras



Estructura ensamblable generada



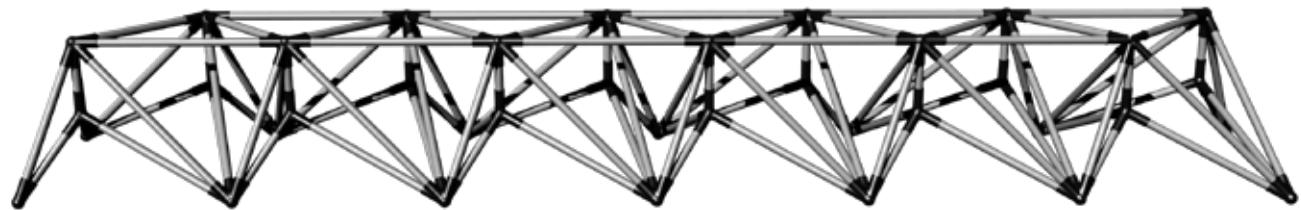
Estructura linear / Banca



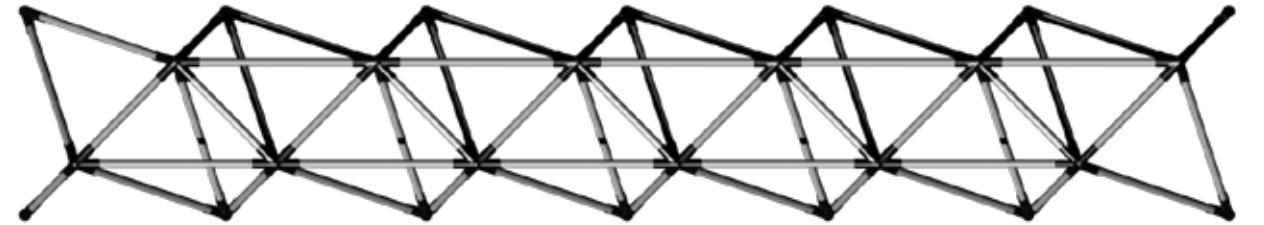
Nodos



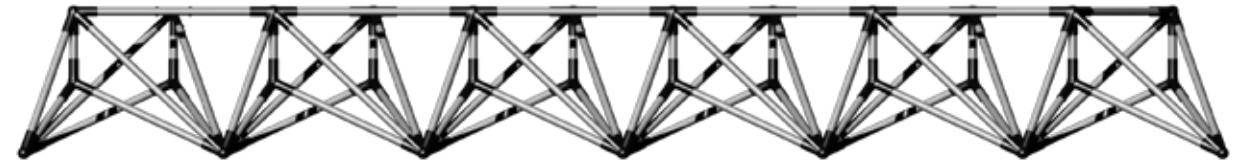
Barras



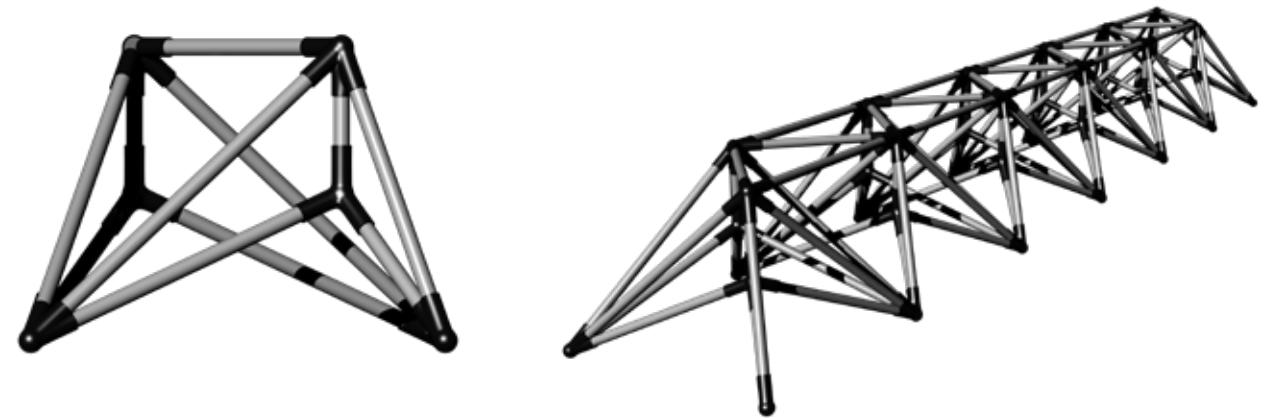
Estructura ensamblable generada



Vista superior

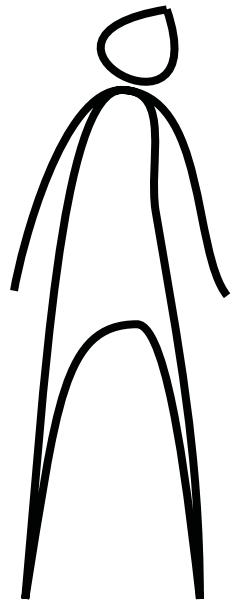


Vista frontal



Vista lateral

Perspectiva



Observaciones:

Cubierta:

Estructura con cierto grado de complejidad, concebida como elemento

La resistencia de la estructura es cuestionable, será necesario realizar prototipo a escala para evaluar la rigidez y resistencia de la misma o hacerlo por medios digitales. Sin embargo no se pensó en una base o sostén para la estructura.

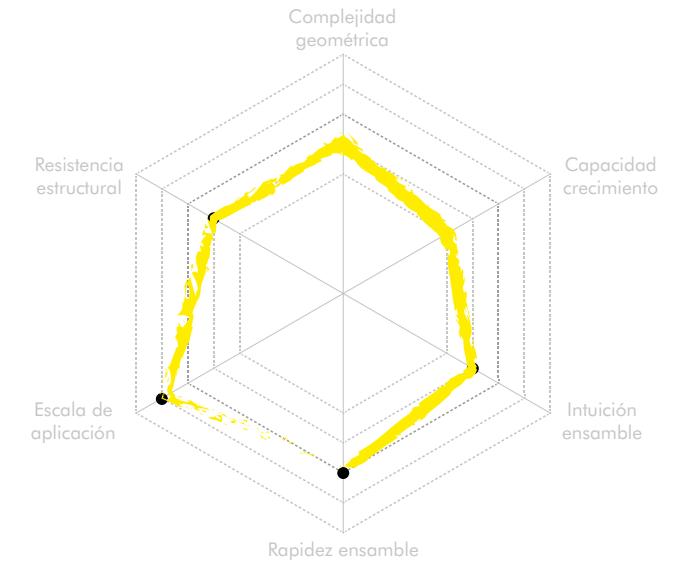
Se recomienda proponer base de estructura de cubierta y pensar en contrapeso. Pronunciar más los pliegues de la estructura, la espacialidad de esta para aumentar rigidez y resistencia.

Necesario rediseñar para poder fabricarla.

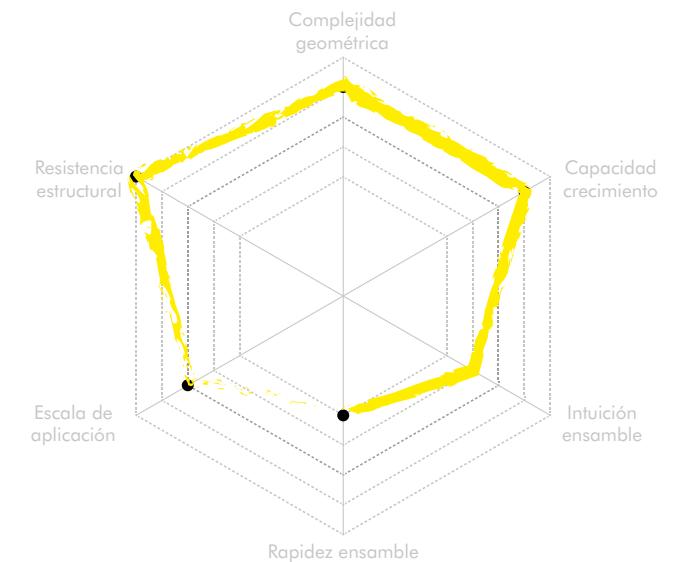
Banca:

Prototipo con capacidad de crecer, posibilidad de agregar nuevas partes, pensado como un modulo que se repite, que puede proliferar.

Cubierta:



Banca:



## S\_02

ALEJANDRA CORNEJO GUEVARA

ARQUITECTA / ESTUDIANTE MDA 3RA GENERACIÓN

Critica:

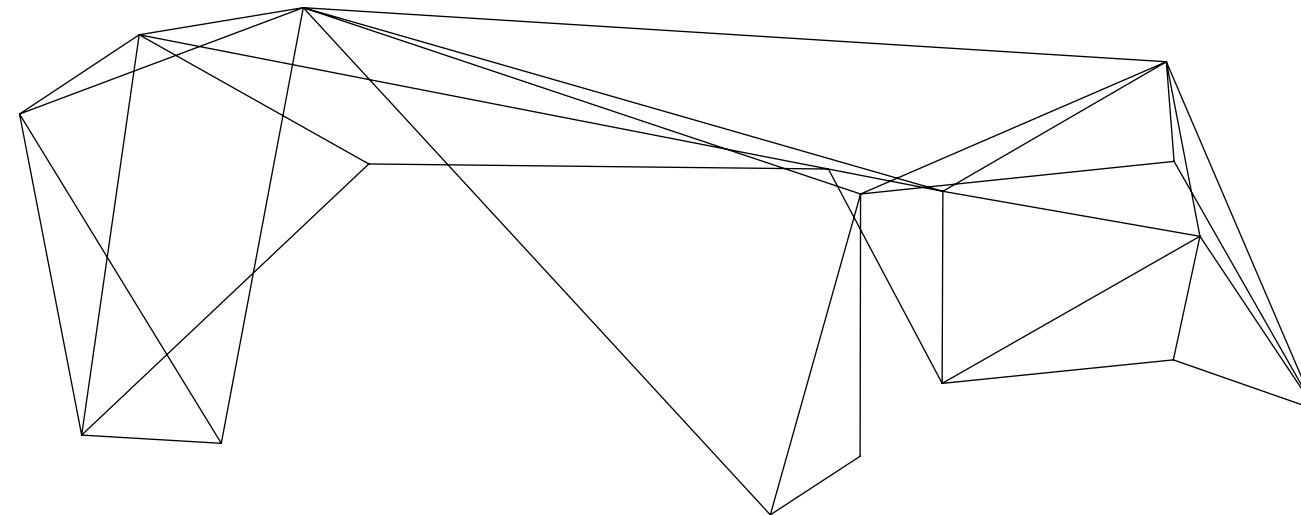
Me parece un proyecto ambicioso, con altas expectativas, es interesante la visión de más que diseñar algo para el consumo, se trabaja en un proceso que facilite a un usuario "tipo" el resolver sus propias necesidades.

Quizá es difícil pensar que cualquier persona pueda usarlo, pues si se requiere pensar con cierta lógica geométrica y cierto criterio estructural. Aun así si facilita el proceso de creación, llevar una idea a un objeto o estructura tangible para el diseño o solución de ciertos problemas de diseño.

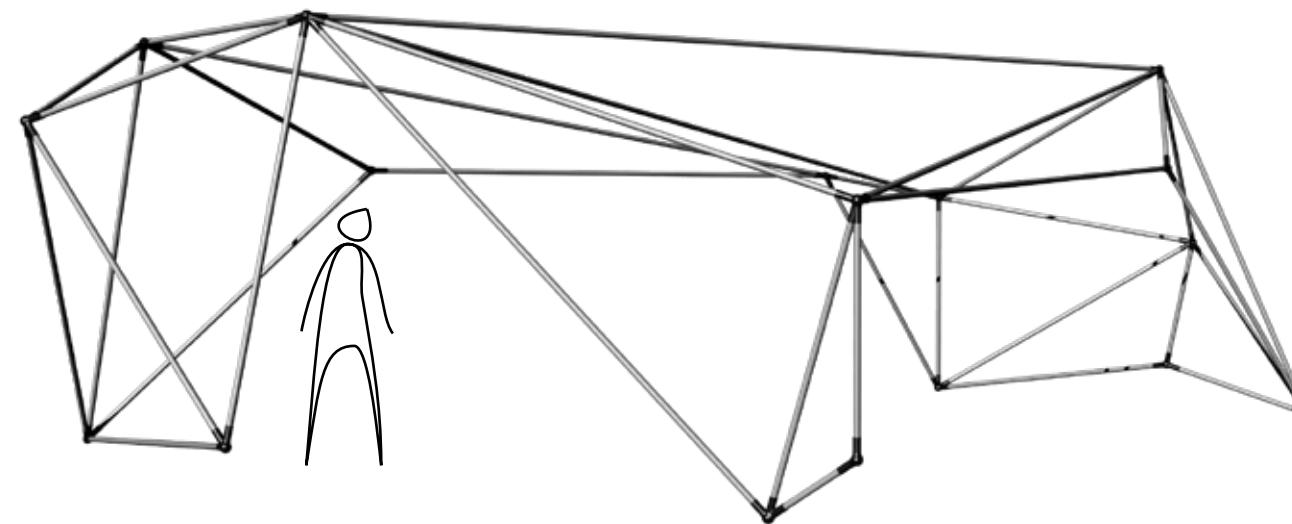
Prototipos:

01 Pabellón

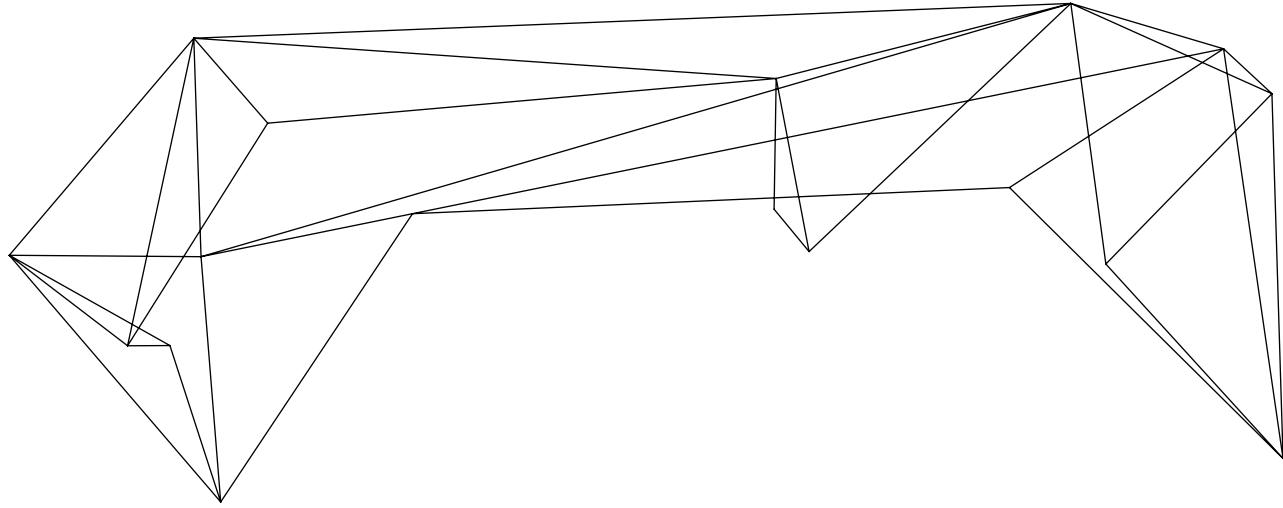
02 Escultura



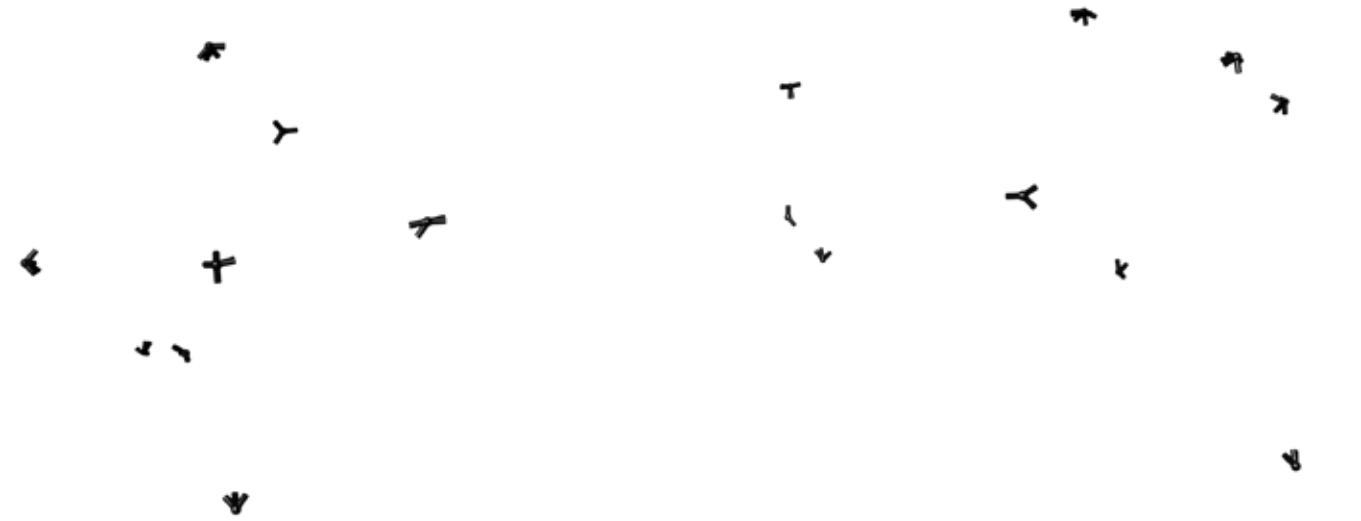
Modelo linear desarrollado .



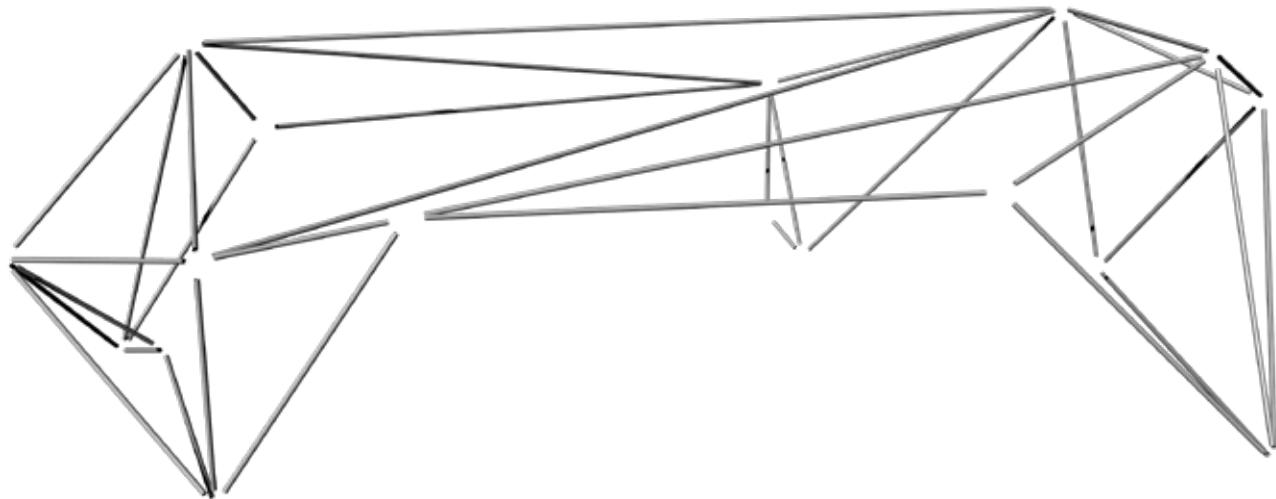
Estructura generada por Grasshopper.



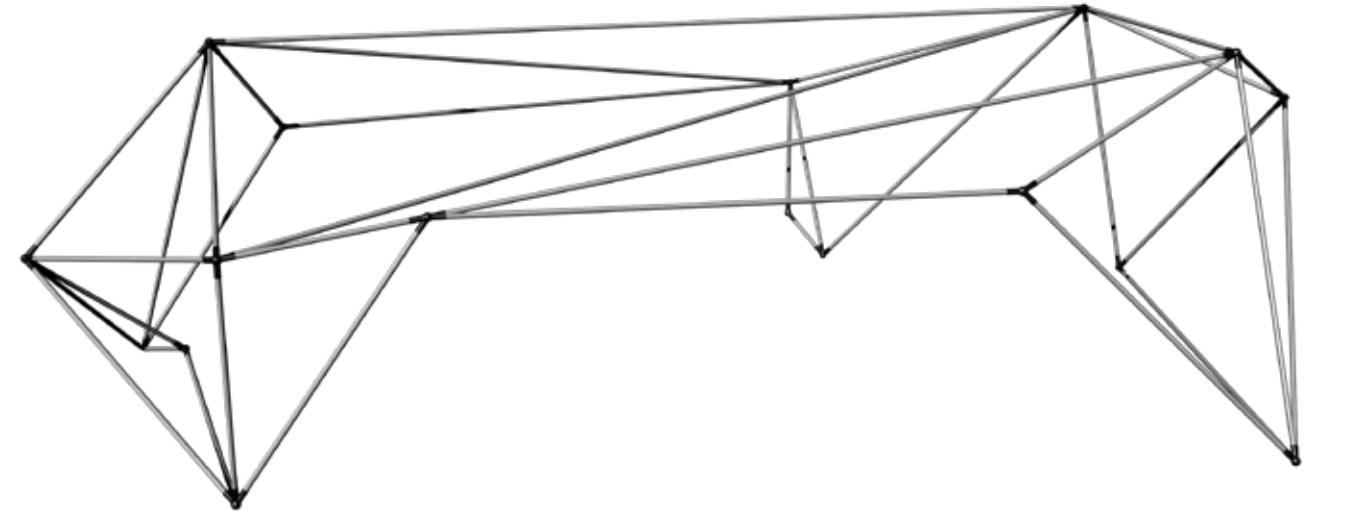
Estructura linear / Pabellón



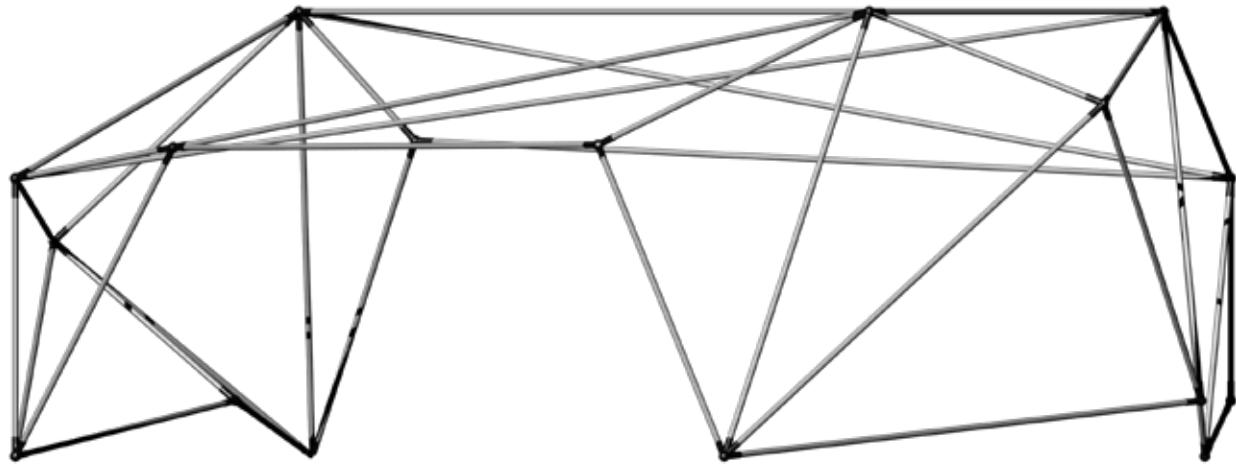
Nodos



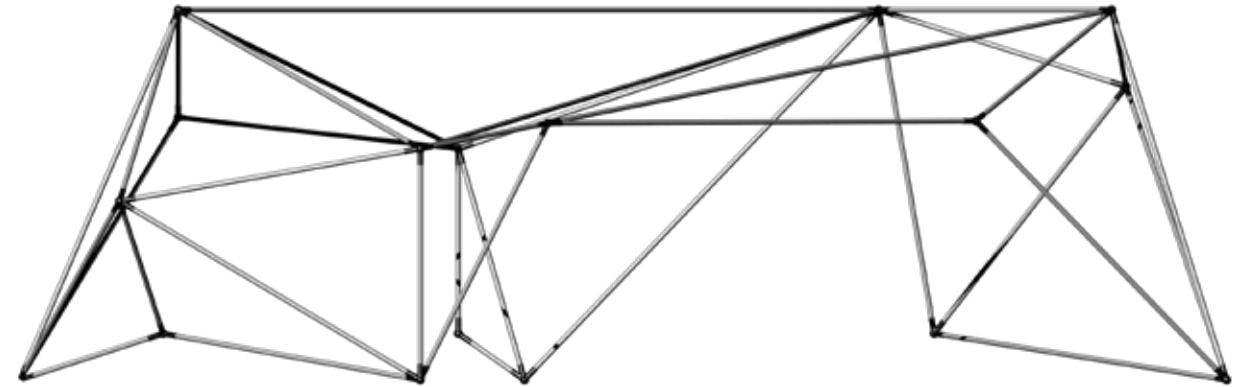
Barras



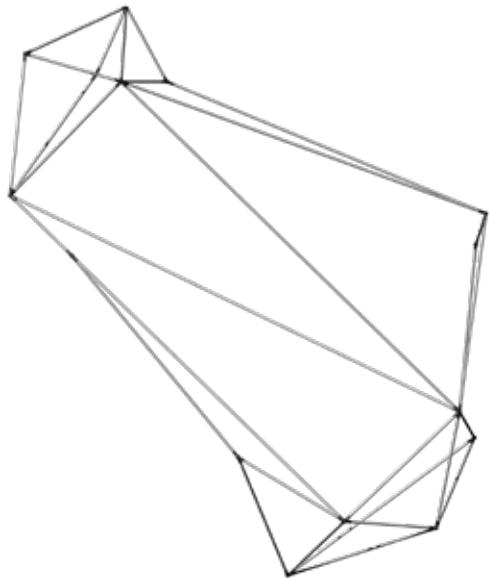
Estructura ensamblable generada



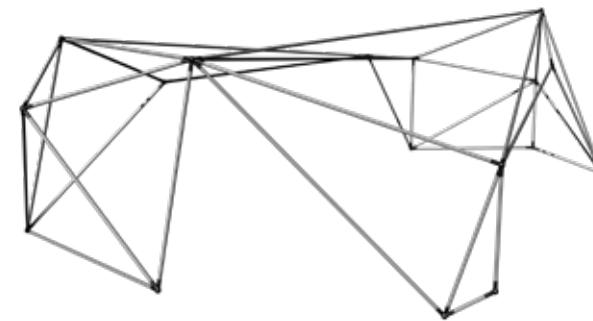
Vista frontal



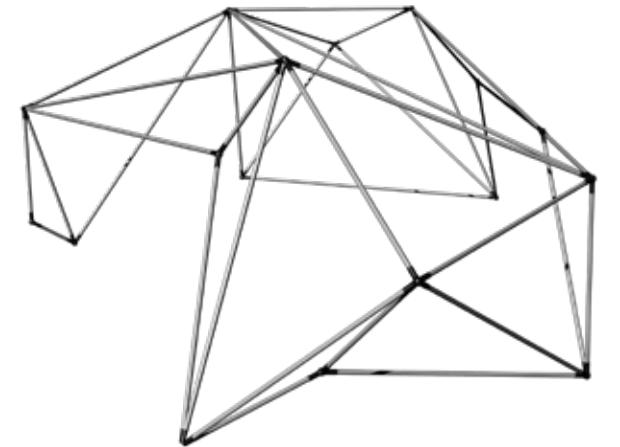
Vista lateral



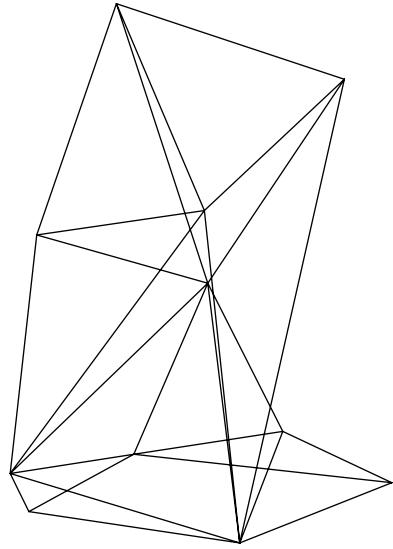
Vista superior



Perspectiva



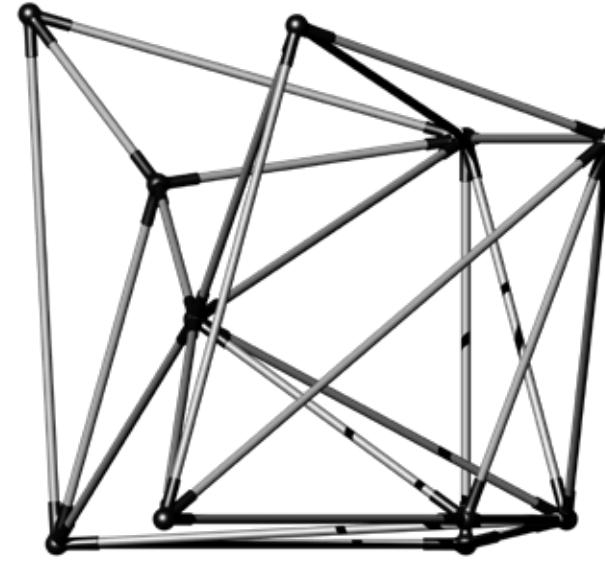
Perspectiva



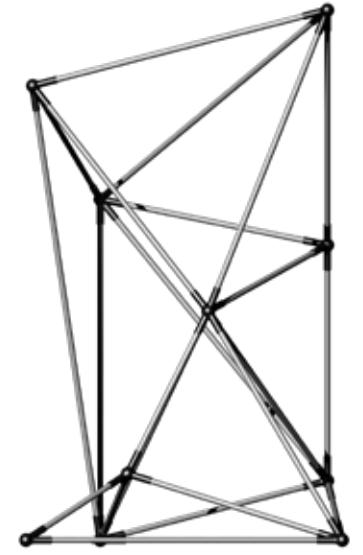
Estructura linear / Escultura



Nodos



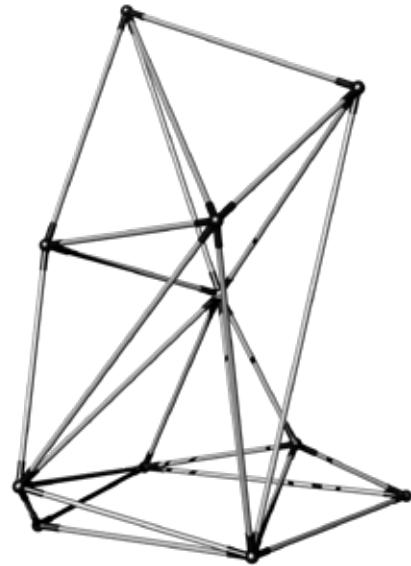
Vista superior



Vista lateral



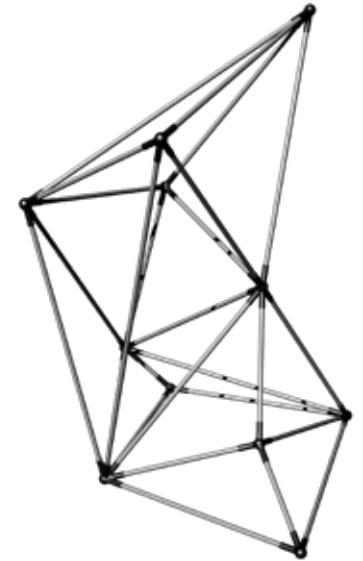
Barras



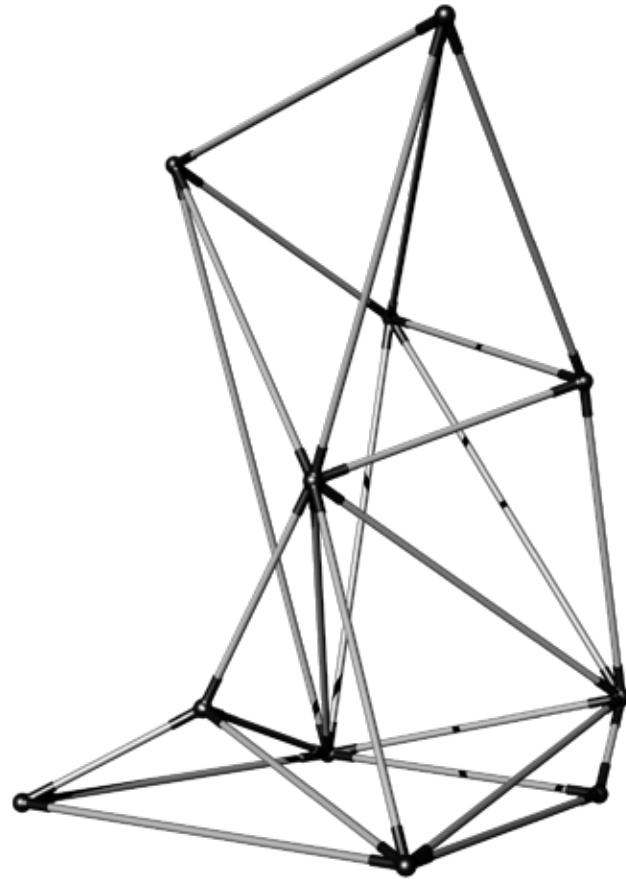
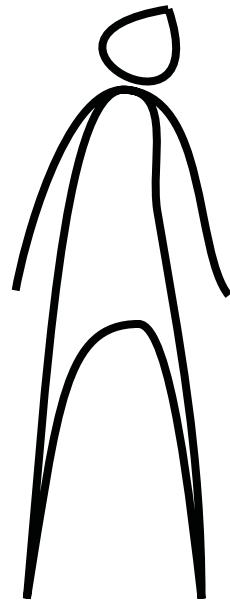
Estructura ensamblable generada



Vista frontal



Perspectiva



Observaciones:

Pabellón:

Presenta ciertos nodos frágiles, es una estructura muy ligera para su tamaño, las barras se presentan en dimensiones grandes para su diámetro, es posible que tiendan a flexionarse y fallar.

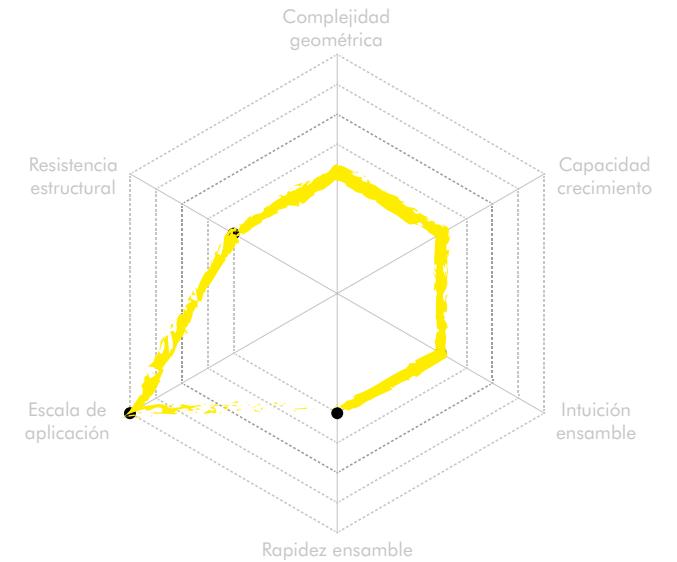
La estructura tiene pocos puntos de apoyo en general, se encuentran a alturas variables, lo cual pone en riesgo la estabilidad de la misma.

Se recomienda agregar algunos elementos, densificar la estructura con barras para hacerla mas fuerte, de igual manera agregar algunos puntos de apoyo para que sea mas estable.

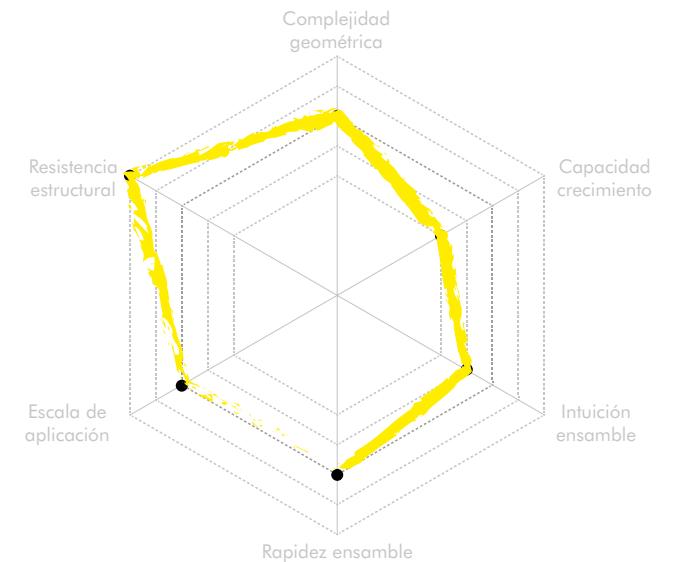
Escultura:

Al ser concebida como una estructura espacial, conformarse por la mayoría de sus caras triangulares y ser una estructura cerrada, la estructura posee gran rigidez.

Pabellón:



Escultura:



## S\_03

Sandra Yunuén Heredia Balcázar

Arquitecta / Estudiante MDA

Critica:

“Considero que el sistema que se propone en ésta investigación es un buen aporte para el campo del diseño, ya que proporciona herramientas que agilizan los procesos de fabricación o construcción, además de que por su capacidad modular hace posible su aplicación a una cantidad ilimitada de elementos de pequeña y gran escala.

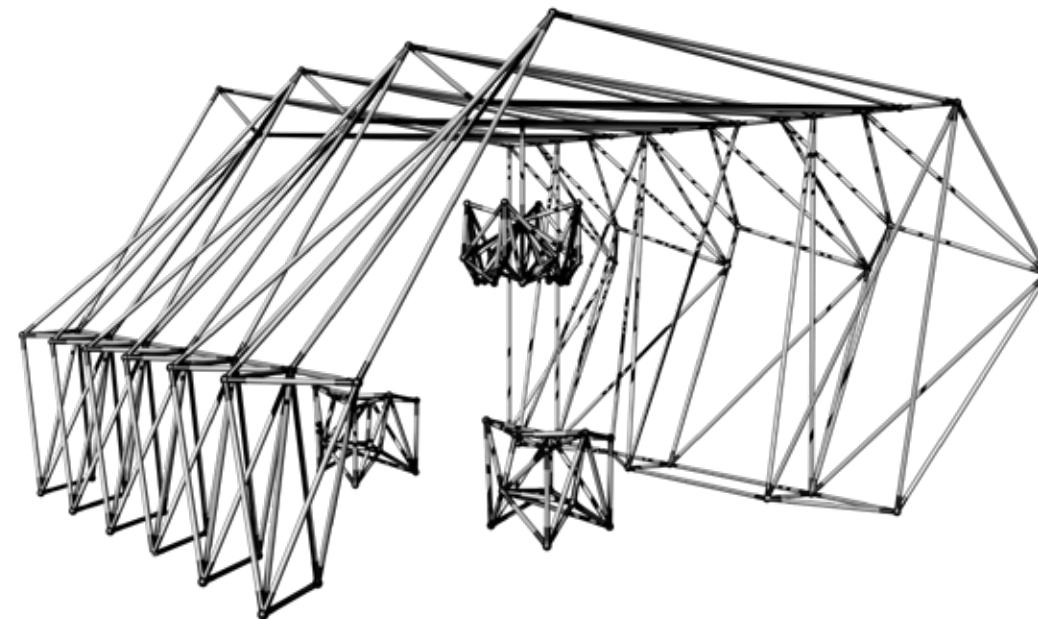
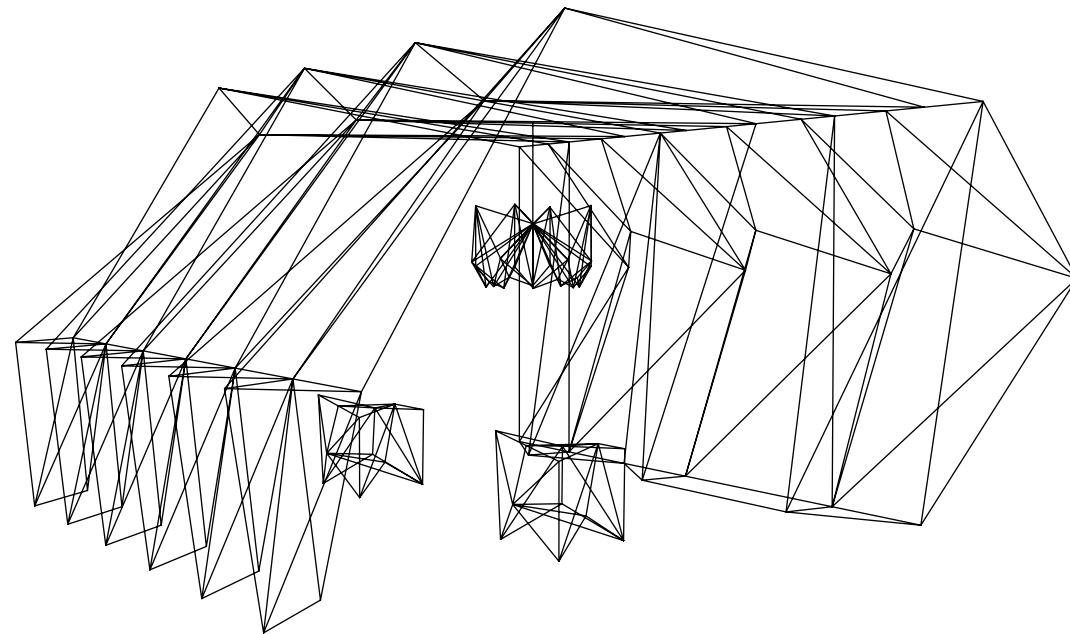
El ofrecer este tipo de recursos que cualquier persona puede aprender y ensamblar de una manera relativamente sencilla brinda la posibilidad de incorporar el buen diseño en la vida de más personas y mejorar la calidad de la misma.

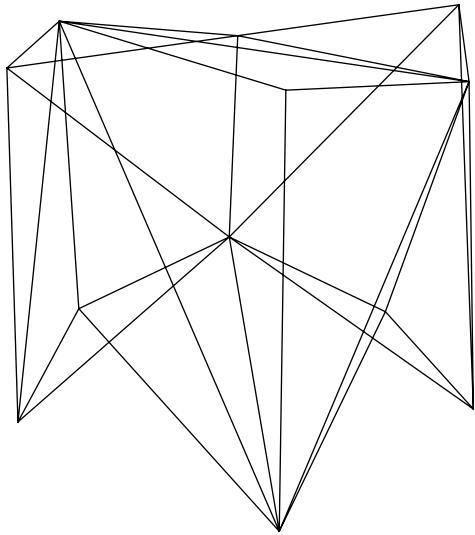
Al ser flexible y adaptable este sistema también es muy coherente con el estilo de vida actual, por lo que me parece que responde de manera eficaz a las exigencias actuales de diseño.”

Sandra HB

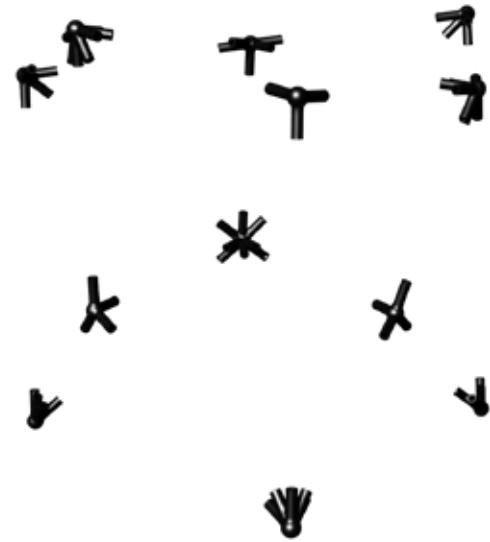
Prototipos:

1. Banco
2. Luminaria
3. Pabellón

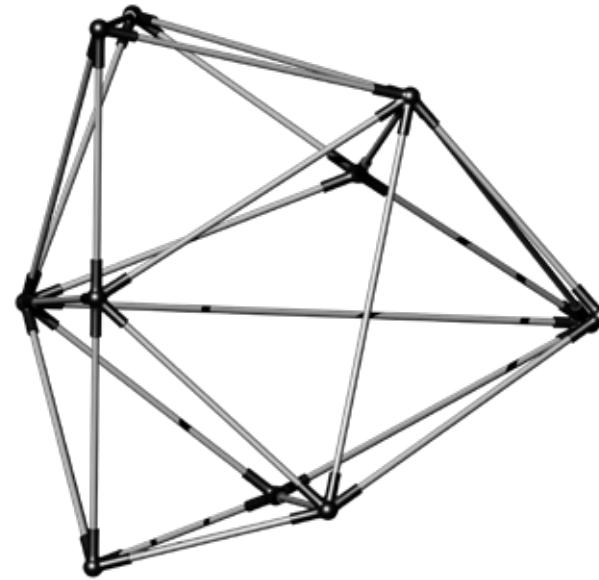




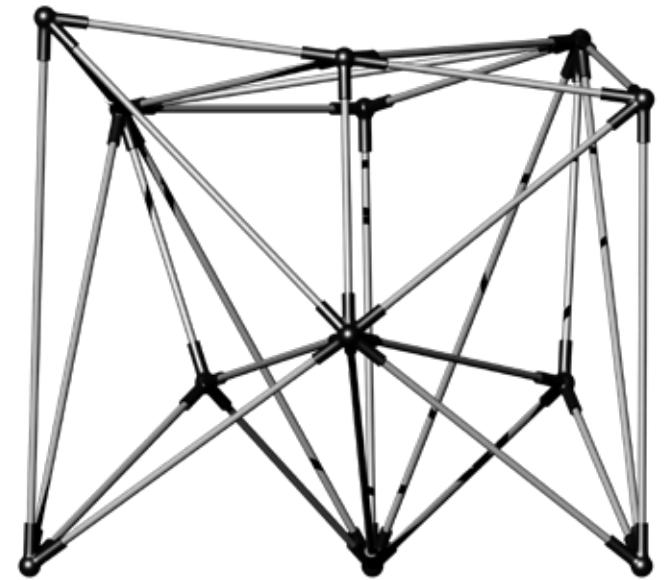
Estructura linear / Banco



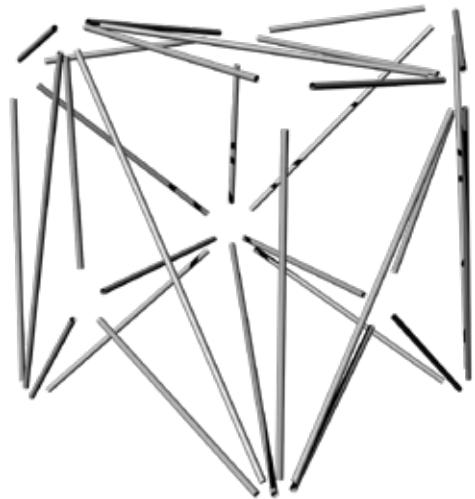
Nodos



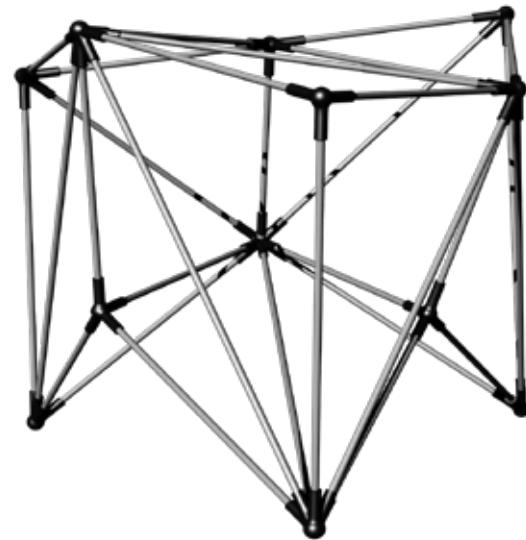
Vista superior



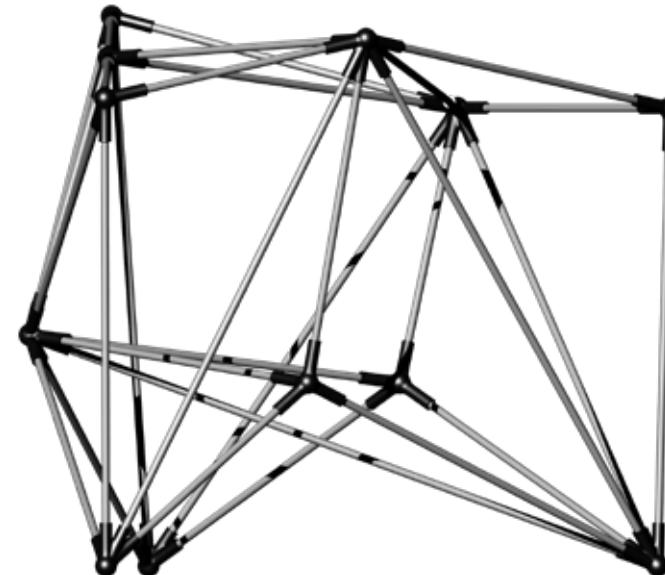
Vista lateral



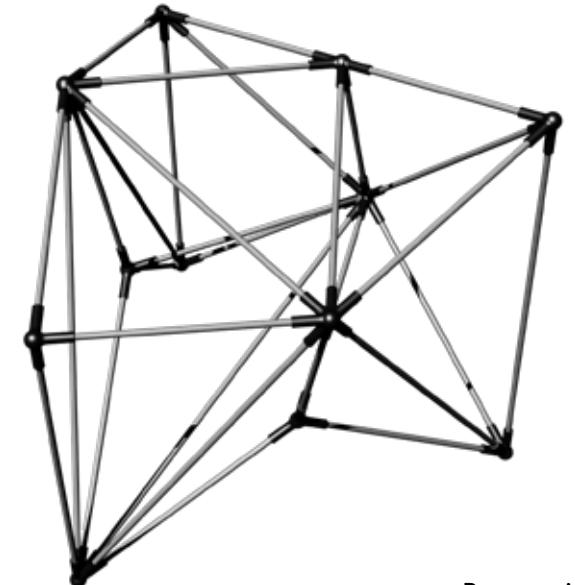
Barras



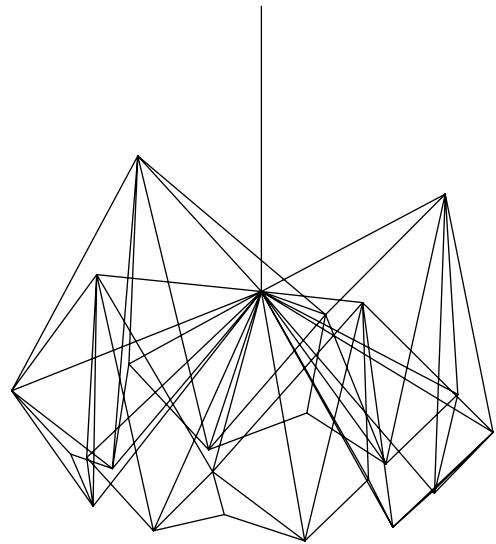
Estructura ensamblable generada



Vista frontal



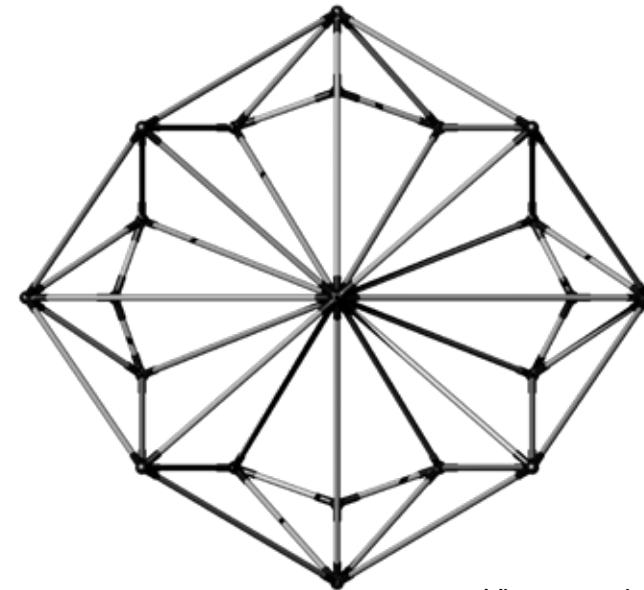
Perspectiva



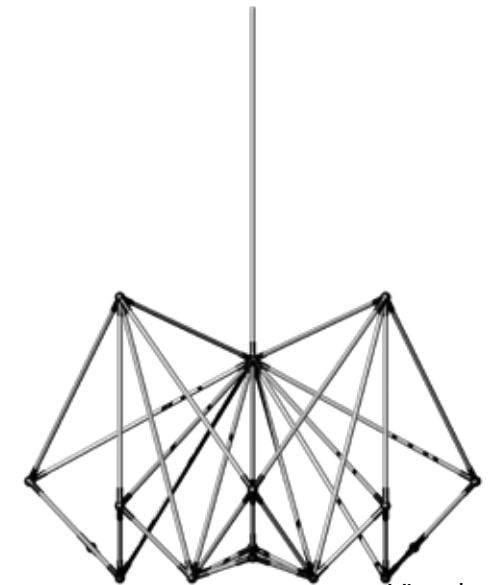
Estructura linear / Luminaria



Nodos



Vista superior



Vista lateral



Barras



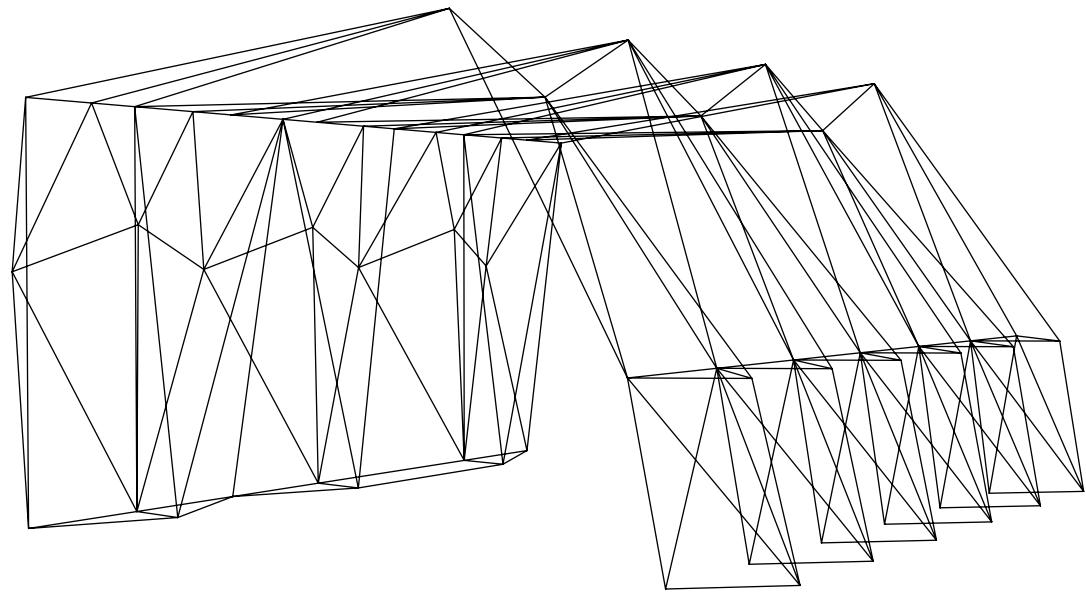
Estructura ensamblable generada



Vista frontal



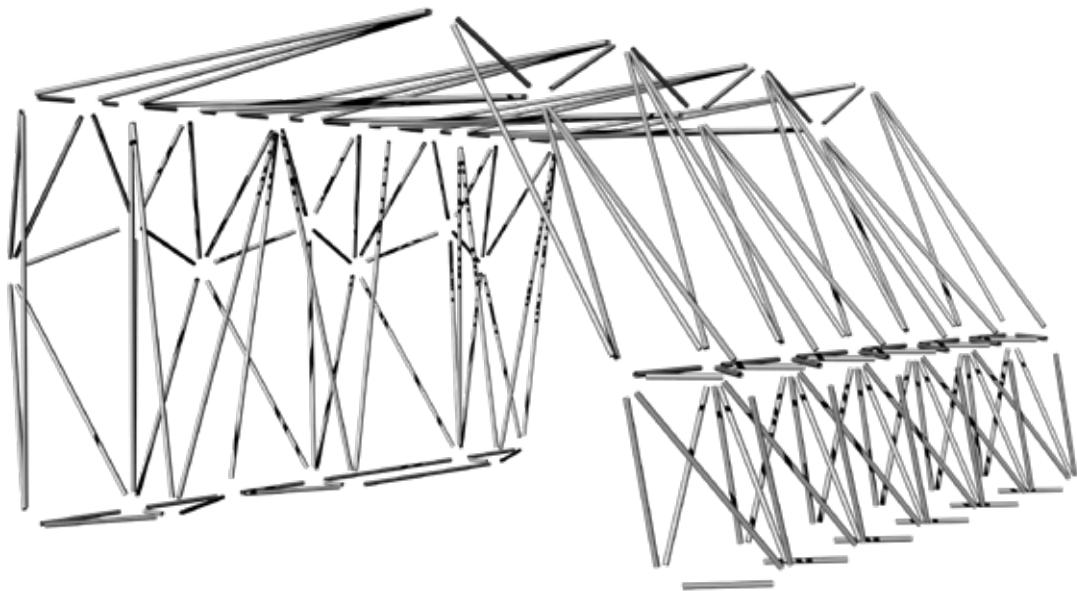
Perspectiva



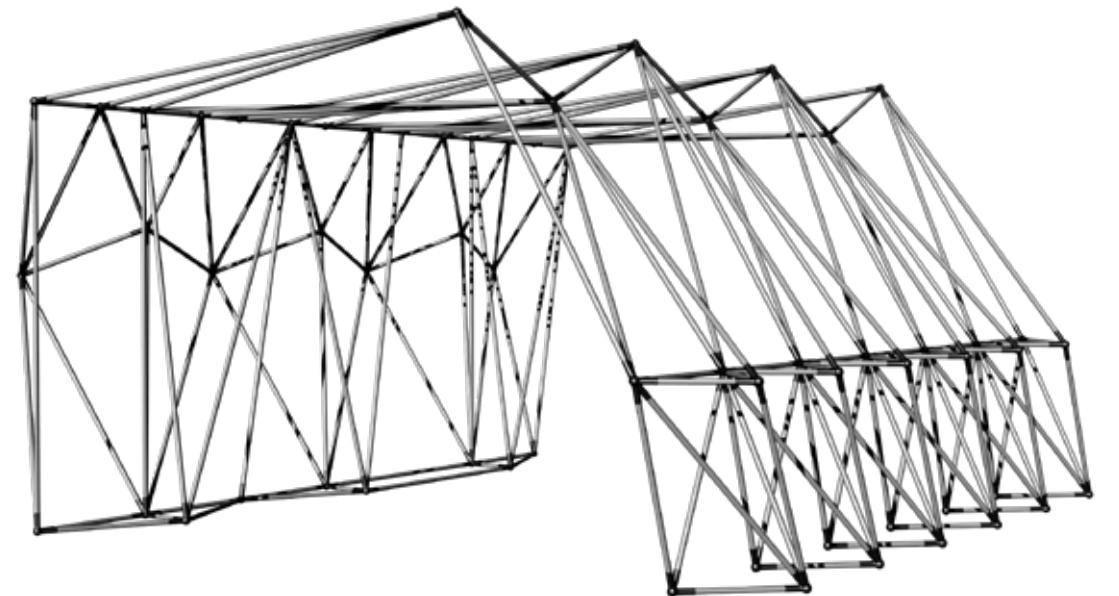
Estructura lineal / Pabellón



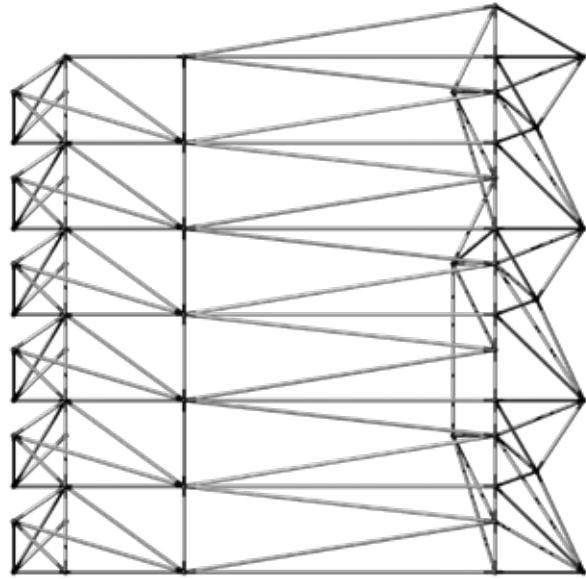
Nodos



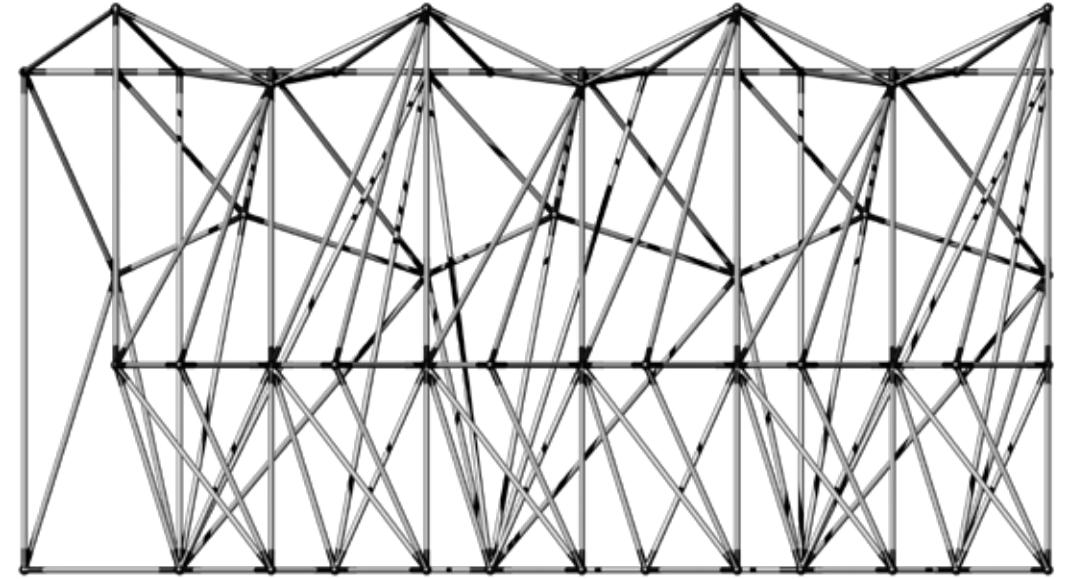
Barras



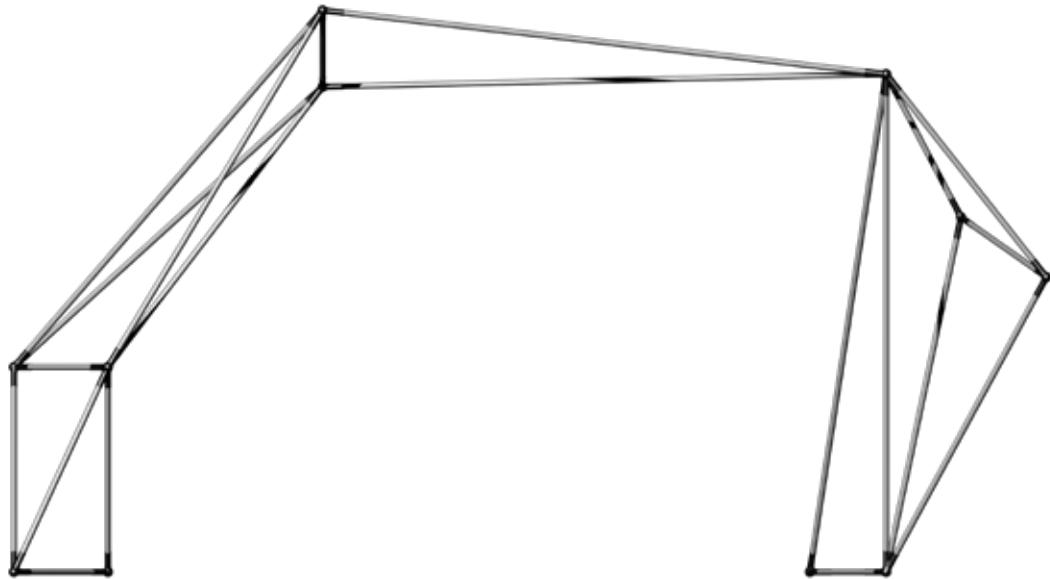
Estructura ensamblable generada



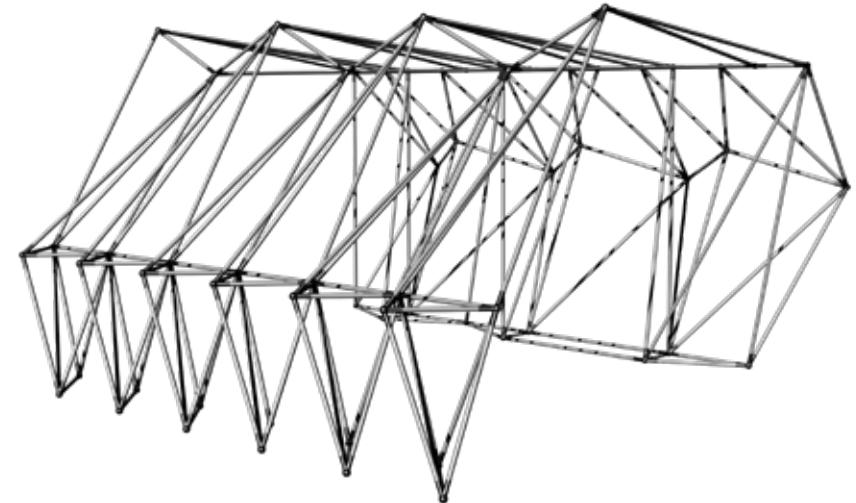
Vista superior



Vista lateral



Vista frontal



Perspectiva

Observaciones:

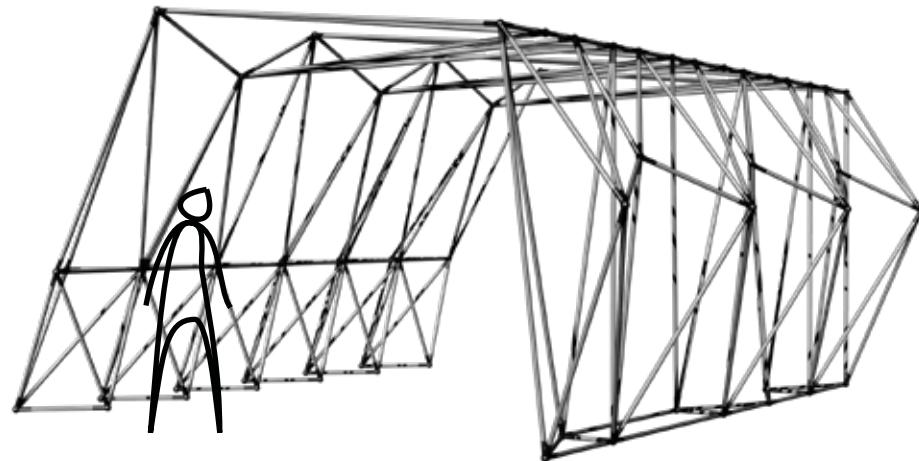
Banco:

Estructura solida, compleja, todas las barras y nodos son distintos lo cual dificultaria el proceso de ensamblado, pero al mismo tiempo la convierte en una pieza interesante.

Luminaria:

estructura bastante solida y compleja, aunque si hay cierta logica de repeticion radial en la composicion de la geometria sigue siendo una estructura compleja.

en este caso seguramente se requerirraan piezas especiales para que esto en realidad funcione como una luminaria, para adpatarle elementos como un socket, y tambien el sistema de fijacion al plafon para poder colocarse.

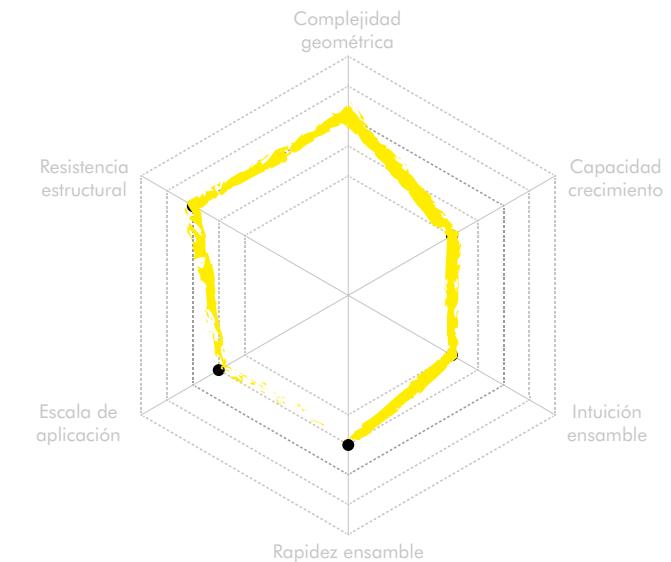


Pabellón:

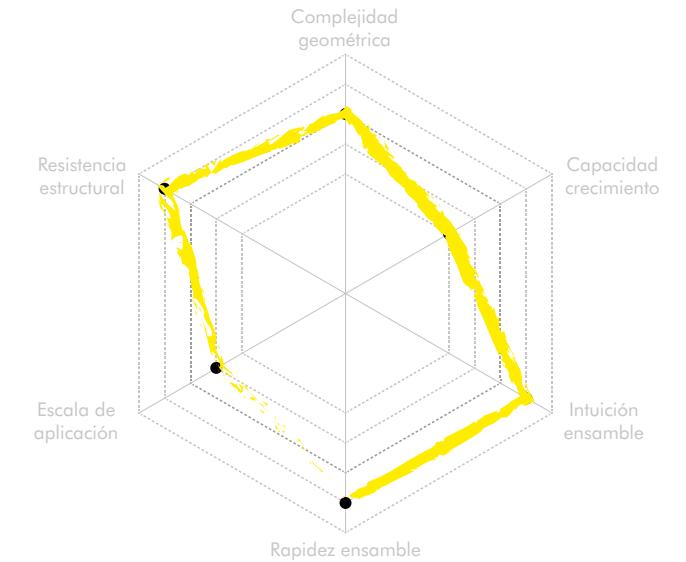
Algunos nodos están saturados, llegan muchas barras y llegan estas mismas tienden a traslaparse. Seria complicado fabricar estos nodos, este problema podría solucionarse dando mayor dimensión al adaptador de la unión pero tal vez serian nodos muy grandes que exceden las dimensiones de impresión de las impresoras comunes, se requeriría una impresora de mayor volumen de impresión, las cuales no están al alcance del diseñador promedio.

el pabellon tiene un punto débil que se identifica facilmente en la vista frontal,

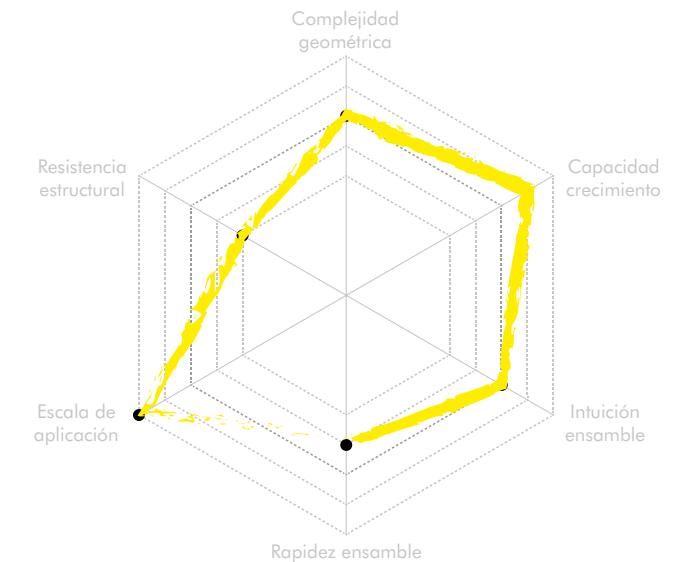
Banco:



Luminaria:



Pabellon:



### Conclusiones:

En este caso los sujetos experimento cuentan con cierta experiencia en área de diseño, aunque en realidad se enfocan en arquitectura y no en diseño de objetos como pudiese hacerlo un diseñador industrial, el cual podría tener cierta ventaja.

### Expectativas

Evaluar la facilidad de uso de la interface y el proceso de diseño y fabricación de un objeto.

Evaluar en que grado este proceso posibilita y facilita el resolver un problema de diseño, para esto será necesario evaluar los prototipos realizados por los sujetos experimento en diferentes aspectos, como complejidad, escala de aplicación, resistencia, intuición y rapidez de ensamble.

### Resultados

Entre las críticas que realizaron estos sujetos al proceso recalcan la necesidad de un pensamiento con cierta lógica geométrica y estructural que no es del todo sencillo, sin embargo, valoran la facilidad de convertir una idea, un elemento bidimensional, construcción lineal a una estructura tridimensional que se puede fabricar y ensamblar de manera simple y económica.

En general los prototipos que desarrollaron los sujetos experimento, aunque algunos lograron cierta complejidad que los hace interesante, también la mayoría presentaban algún error de diseño, tales como algunos puntos débiles, potenciales puntos de falla estructural, así como cuestiones que no se resolvieron como las bases o soportes de la estructura en sí.

### Siguiente paso

Prototipo escala 1:1, proceso completo, desde diseño a aplicación real, evaluar posibilidades.

5

EXPLORACIÓN FINAL

# LUMINARIA SENKŌ [I.CR]

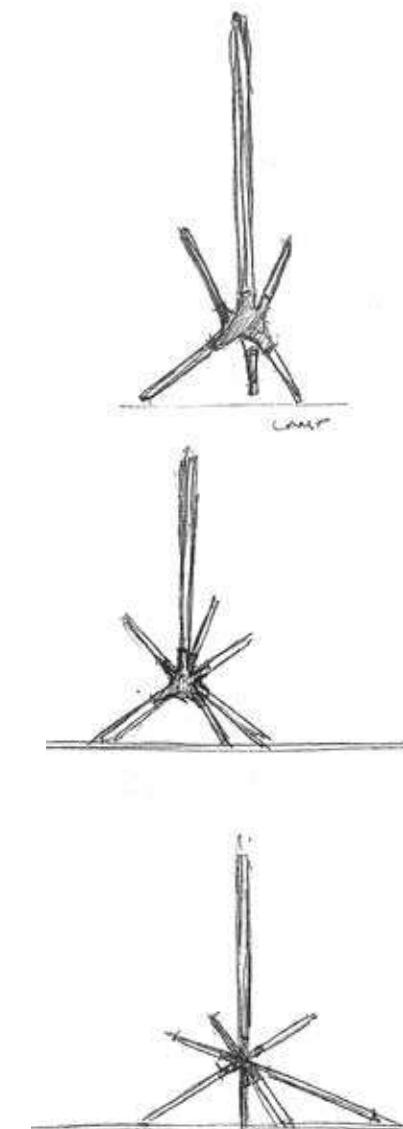
## PROTOTIPO\_11

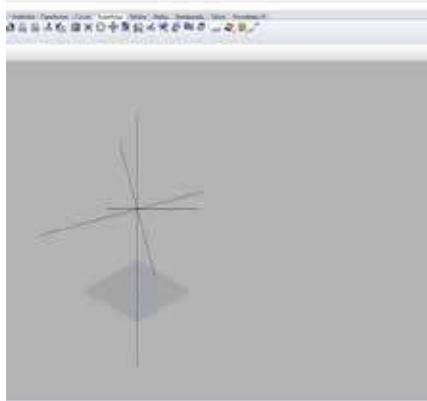
Fue difícil definir este prototipo final, como arquitecto pensé automáticamente en un espacio u objeto de escala humana, un pabellón, algo complejo sin embargo después de analizarlo, la investigación más que ver con complejidad, tiene que ver con posibilidades, pequeñas cosas o acciones que en suma aportan a algo grande e importante.

El objetivo principal de este prototipo sería demostrar que mediante el proceso que trabajamos se posibilite y facilite el diseñar y producir un objeto, de manera que el sujeto más que predisponerse al consumo, puede resolver una necesidad o gusto y de esta manera ser partícipe como pequeño productor en la sociedad.

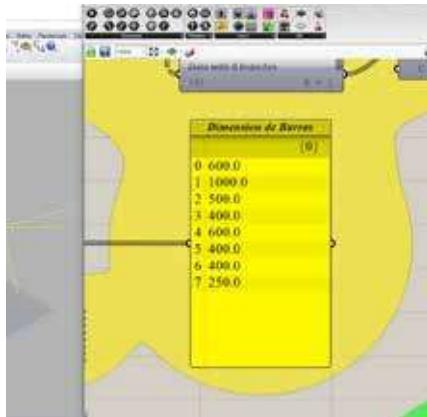
Por lo tanto, este prototipo final tendrá que resolver las siguientes variables:

- 1) Prototipo escala 1 a 1
- 2) Objeto de diseño funcional
- 3) Diseño como objeto comercial
- 4) Escenario o estrategia de comercialización

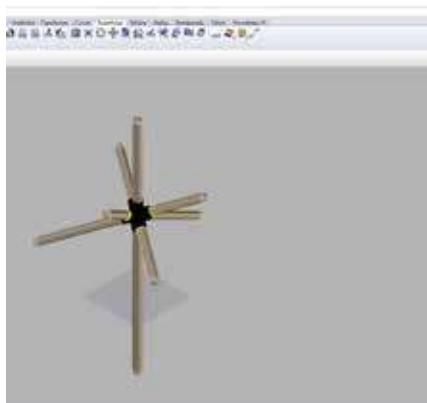




Líneas, al igual que en todos los prototipos son la base y la parte que tenemos que trabajar de manera manual para alimentar el algoritmo de Grasshopper, la simplificación del proceso de diseño a una construcción 3d de líneas.



Datos, el dato que nos arroja el algoritmo, dimensión de las barras para su fabricación.



Unión el componente más complejo es generado de manera digital al introducir las líneas al algoritmo, listo para fabricación en impresión 3d.



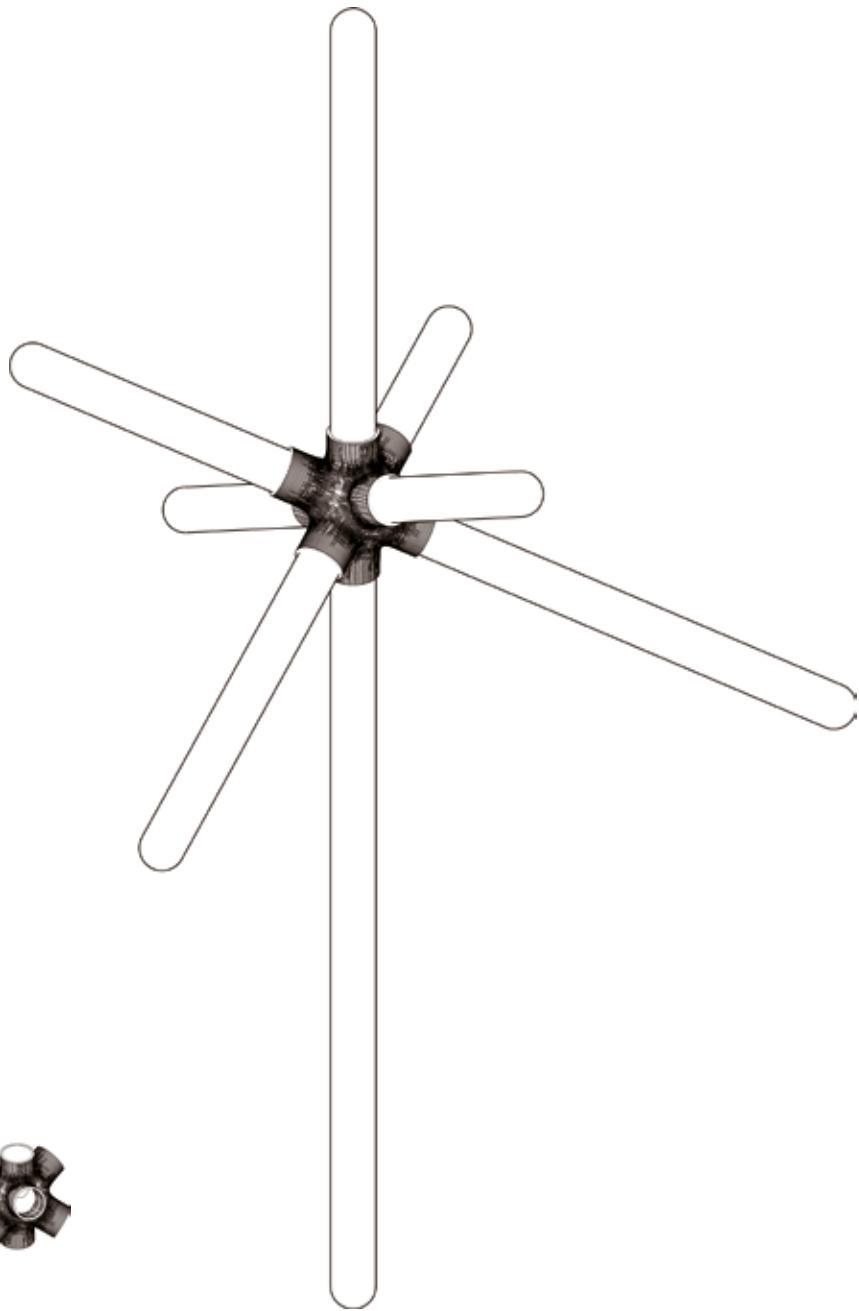
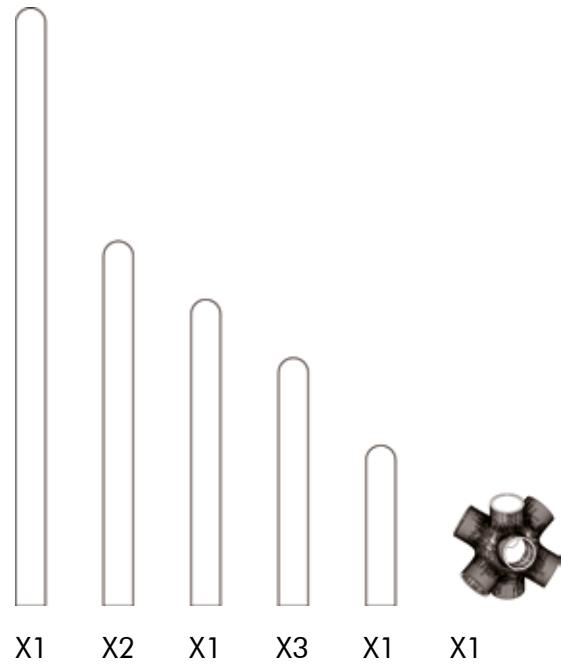
Prototipo rapido, con palillos de madera de 4mm de espesor y union impresa en 3d.



Union impresa en 3d escala real, con filamento PLA 1.75mm, tiempo de impresion 15 horas 30 minutos.



Bastones de madera de pino de 2", preparados, pulidos, puntas boleadas y ranura para led trabajado por carpintero.



Dibujo de componentes de luminaria Senkō, consta de un total de 10 piezas:

7 bastones de madera de 2" x lisos ( diferentes medidas)

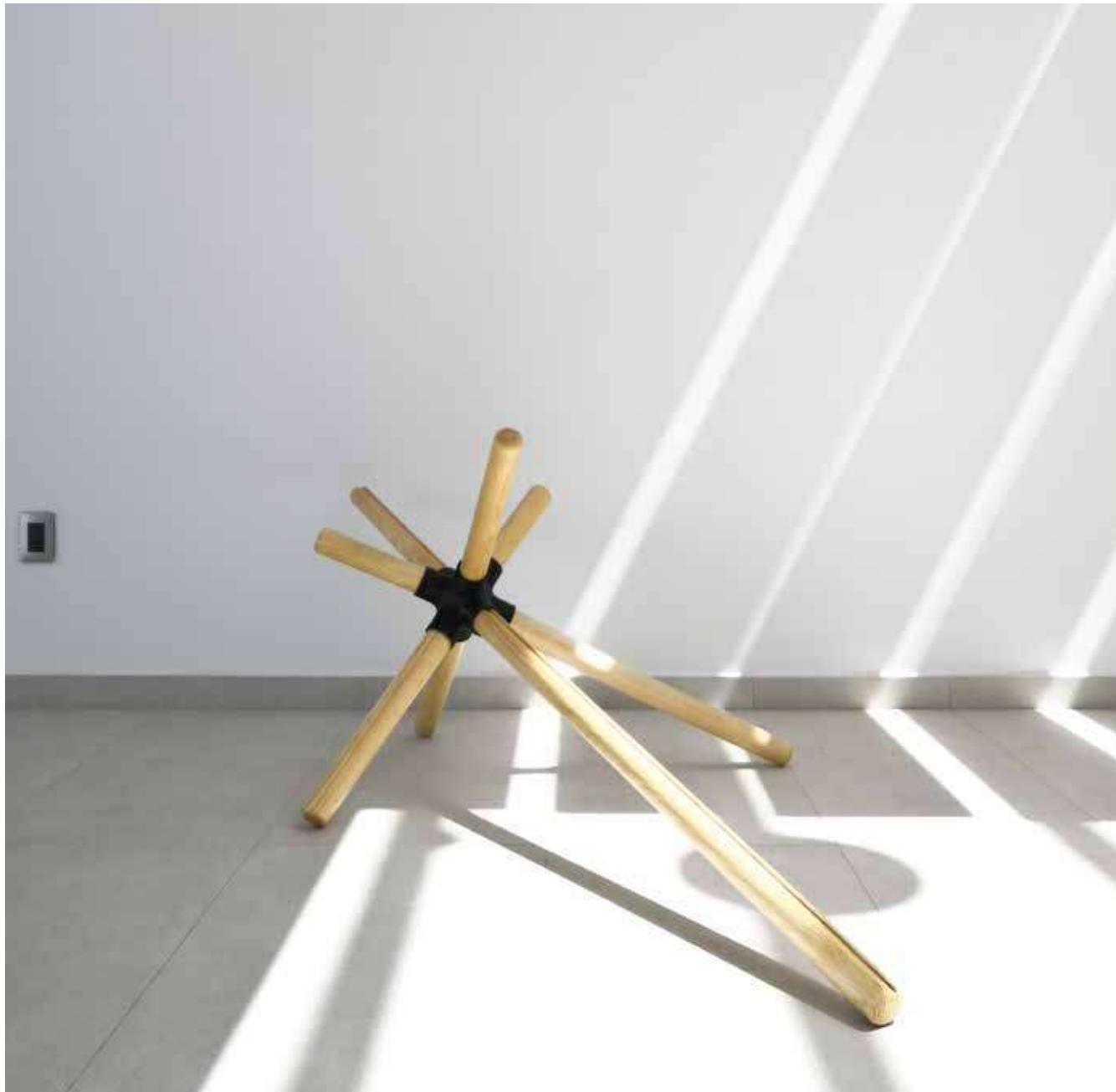
1 baston de madera de 2" x ranurado para recibir tira led

1 union impresa 3d de plastico PLA color negro

1 tira led luz cálida 2700 K

La luminaria se convierte en un objeto ensamblable, lo cual permite empaquetarlo en un volumen mucho más reducido que si el objeto estuviese ensamblado en su estado final, esto para efectos de transporte o envíos resulto mucho más fácil.

También este proceso de ensamble obliga al usuario final a ser participe en la construcción del objeto en si, como un proceso didáctico, lúdico que se aprecia, suma a la experiencia.



Ensamble de luminaria Senkō, los bastones vienen justo a la medida de la unión, ensamblan con un poco de presión, no hay un lugar específico para cada barra, posibilitando que la luminaria se ensamble de distintas maneras o composiciones, también lo convierte en un diseño dinámico que puede modificarse o usarse de distintas maneras.



Luminaria Senkō por Luis Cruz [lcr]



Luminaria Senkō por Luis Cruz [lcr]



Analizando las ofertas del mercado encontramos luminarias que resuelven necesidades similares a la luminaria Senkō, estas rondan entre los 3mil y 4 mil pesos, en este caso presentamos esta luminaria de pie marca HAUS de venta en Liverpool para compararlo con nuestro diseño y analizar la viabilidad económica.

Desglose de costo de producción de luminaria Senkō (Cabe destacar que el costo de producción es en cuanto a una sola pieza, si se produjera en volumen quizá podrían disminuirse costos en algunos procesos como la compra y preparación de los bastones de madera).

Impresión 3d de unión	\$220
Bastones madera 2"	\$140
Preparación de bastones	\$180
Tira led	\$285
Costo de embalaje	\$50
<b>Costo total de producción:</b>	<b>\$875</b>
<b>Costo de venta:</b>	<b>\$1,990 MX</b>

Este prototipo desde mi visión personal fue una exploración bastante interesante, el resultado fue una luminaria de una calidad superior a lo que tenía en mente en cuanto al acabado, y una pieza de diseño más allá de juzgar si es estética o no, creo que es correcto decir que es diferente a lo que podemos encontrar en el mercado.

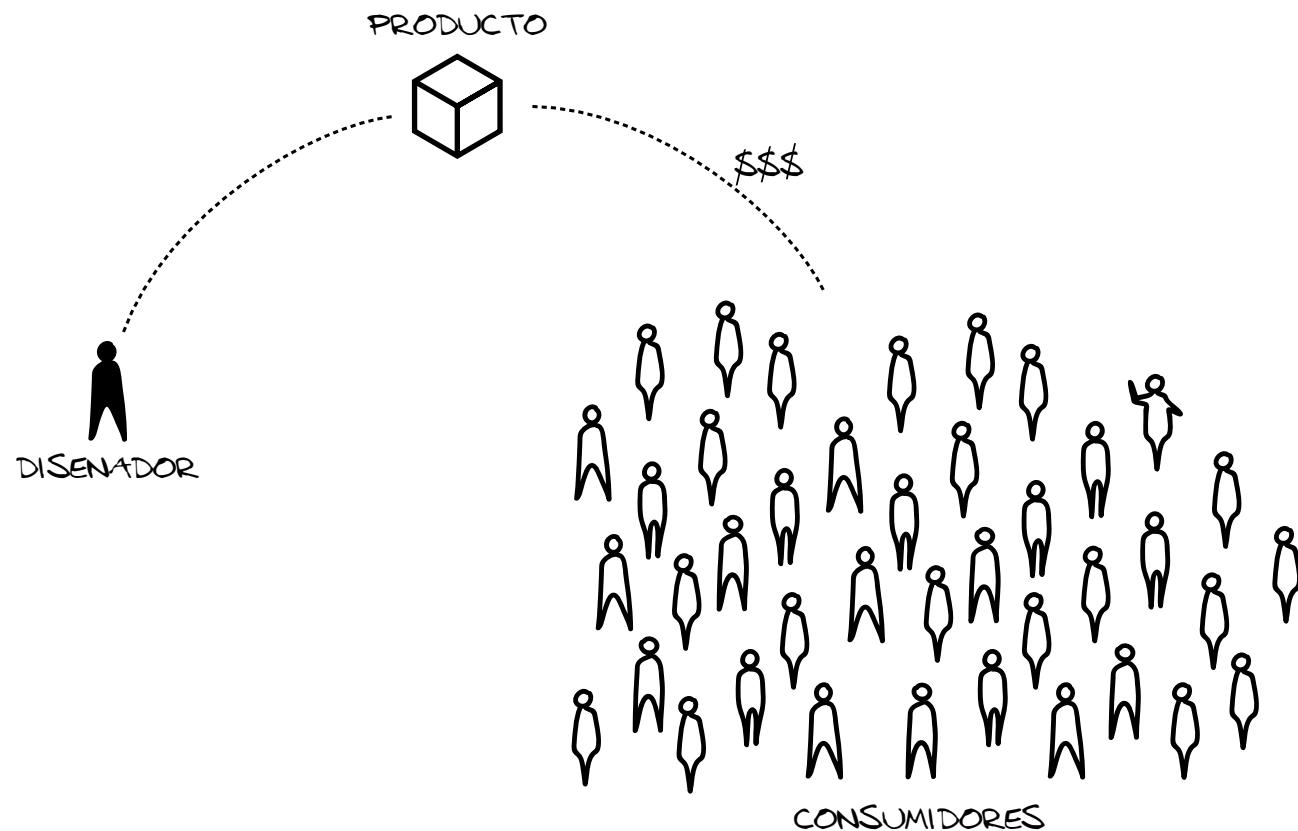
El tener una pieza diseñada, fabricada por uno mismo le da un valor agregado a la misma, mas

allá de ser un objeto que se produce en masas, esta pieza se es la materialización de una idea e inquietud que al mismo tiempo da solución a una necesidad propia y eso es interesante e incluso algo alentador a seguir explorando objetos de diseño sean para uso propio y / o también para comercializarlos.

Y referente al proceso, el objeto en si desde su concepción es un objeto muy simple, sencillo, al menos así parece, todos los componentes son muy fáciles de conseguir y trabajar, la única pieza compleja es la unión, la cual es el único resultado del proceso digital en realidad, esta unión habría sido bastante difícil lograrla de alguna otra manera, sea modelado análogo, o fabricación artesanal, pero con apoyo del algoritmo de Grasshopper y los medios de fabricación digital en este caso impresión 3d, todo el proceso de diseño y fabricación se reduce a algo tan sencillo que potencialmente cualquier persona que maneje de manera superficial una plataforma de modelado 3d podría llegar a ese resultado fácilmente.



**CONCLUSIONES**



# CONCLUSIONES

## 1 Procesos tradicionales

Tradicionalmente, si alguien desea fabricar algo, es necesario pasar por todo un proceso que llamamos una cadena de producción, que es muy larga, y que además en ella van implícitos muchos procesos que implican una gran inversión de capital para poder llegar a un producto final.

El diseño se convirtió en una herramienta para el consumismo, cuando su principal objetivo debe ser, ser una herramienta para resolver necesidades y facilitar las cosas a la gente.

En tiempos de cambio lo que necesitamos son nuevas ideas, nuevas alternativas, centrarse en necesidades humanas, esto a través del intercambio libre de conocimiento, proponiendo nuevas soluciones y usando prototipos para evolucionar las ideas rápidamente, sacando el proceso de las manos de los diseñadores, y consiguiendo la participación activa de la comunidad podemos enfrentarnos a preguntas más grandes e interesantes. En lugar de ver el consumo como su objetivo principal, el pensamiento de diseño está empezando a explorar las posibilidades de la participación.

## 2 Era digital y el conocimiento compartido

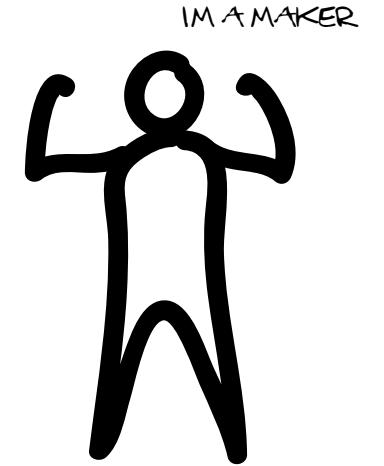
En lugar de un escenario en el que todos somos consumidores de recursos e información, en esta era digital, donde todos tienen acceso a internet y a tecnologías, se está creando una sociedad de makers, productores en la que todos tienen el potencial de producir para resolver sus propias necesidades sobre la base de las redes de conocimiento compartido.

## 3 Tecnologías de fabricación

Lo que están haciendo las nuevas tecnologías es crear máquinas de manufactura que son accesibles y que permiten fabricar algo de manera muy rápida y económica. Por lo tanto, no necesitamos de una fábrica completa, sino cualquiera con una de estas máquinas y un poco de conocimiento podría comenzar su propia pequeña fábrica y comenzar a producir.

## 4 Hombre maker

Cualquiera puede fabricar cualquier cosa en cualquier parte del mundo si tiene los conocimientos, las herramientas y la maquinaria necesaria. Cada ciudadano puede ser participante activo en su propio bienestar social y no necesariamente formar parte de una sociedad de consumidores de asistencia social. Pasar de una relación pasiva entre consumidor y fabricante al compromiso activo de todos en experiencias que son significativas, productivas y rentables.



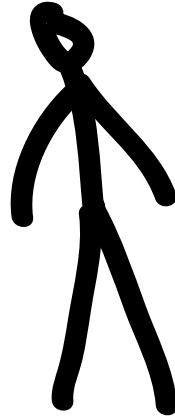
## 5 Herramientas subutilizadas

Las tecnologías de fabricación no son nada nuevo, es un tema que ya tiene algunos años, y que cada vez están más al alcance de todos, sin embargo, la realidad es que son tecnologías que no son bien aprovechadas, pues la mayoría de la gente no sabe cómo utilizarlas o que es lo que pueden hacer con ellas.

## 6 Simplificar y compartir

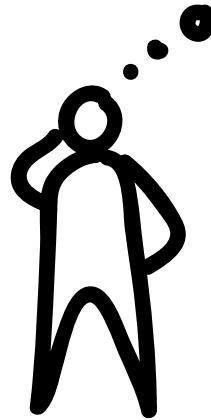
### Escenario 1

Tipo "x" creativo, con cierta noción de diseño, no sabe de programación, no entiende muy bien de procesos digitales y no sabe utilizar herramientas avanzadas, y no cuenta con grandes recursos económicos. Generalmente consume para resolver sus necesidades, pero es potencialmente creativo y tiene ideas que quiere explorar.



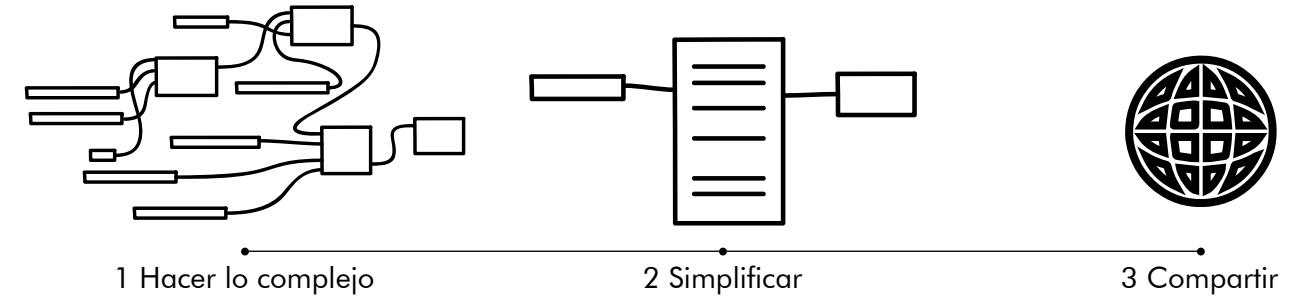
### Escenario 2

Tipo "y" creativo que se ha especializado en diseño y fabricación digital, que de alguna manera tiene acceso a herramientas y equipo, quizá tiene cierta economía. Con capacidad de diseñar y fabricar para resolver algunas de sus necesidades.



¿Cómo puede este tipo "y" aportar a beneficio de otros, ayudar a través del diseño a las masas? Si bien el diseño debe estar enfocado en resolver necesidades humanas, facilitar el trabajo, el trabajo o responsabilidad de este tipo "y" especialista desde la visión de lo abierto, de contribuir, podría resumirse básicamente en tres acciones o momentos:

- 1 Hacer lo complejo (programar)
- 2 Simplificar (variables y parametros modificables)
- 3 Compartir (web, creative commons)



## 7 Sistemas / Diseño avanzado

Enfocándonos en sistemas podemos causar un impacto más grande, un enfoque más expansivo del diseño, más abierto y menos dominado por un clero profesional. El sistema no necesariamente como una solución alterna que se opone a una realidad existente, no pretende remplazar un sistema o método existente si no, ser un sistema complementario a los sistemas existentes.

Si bien habrá diferentes maneras de abordar un sistema, en este trabajo de investigación específicamente nos referimos y trabajamos esta parte de procesos digitales, el diseño y programación de complejos procesos digitales mediante algoritmos en el software "Grasshopper".

De esta manera, logramos simplificar lo complejo, bajarlo a un nivel más accesible para aquellos que no necesariamente son expertos, de esta manera ni siquiera se pretende educar a este tipo "x" no experto, sino solo permitiendo o facilitando el acceso a una plataforma que se compone y trabaja de manera muy compleja pero este proceso de gran complejidad está oculto, no es necesario para el tipo "x" si quiera entender cómo trabaja, conocer todo lo que hay detrás, sino solo tener un entendimiento básico del proceso, tener la información para alimentar el algoritmo, entender los parámetros que puede ajustar y es todo, con esto procesarlo y obtenerla información de salida del algoritmo y todo esto sería posible a través de una interface de usuario sencilla. Este mismo algoritmo arrojaría de manera digital la información necesaria para fabricar mediante el uso de tecnologías de fabricación digital.

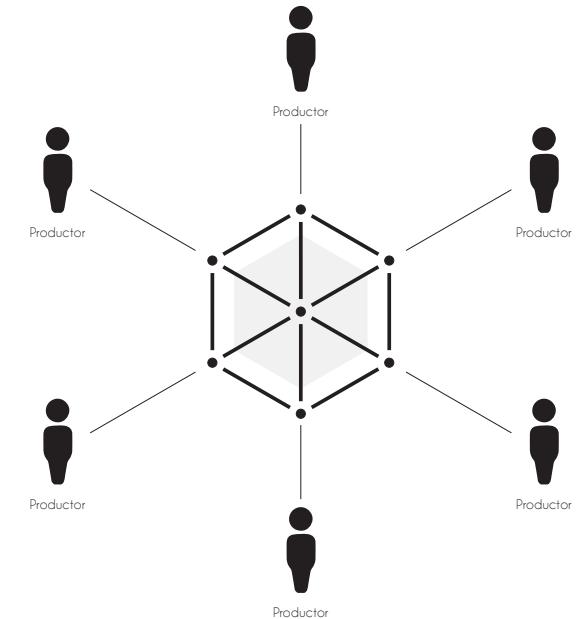
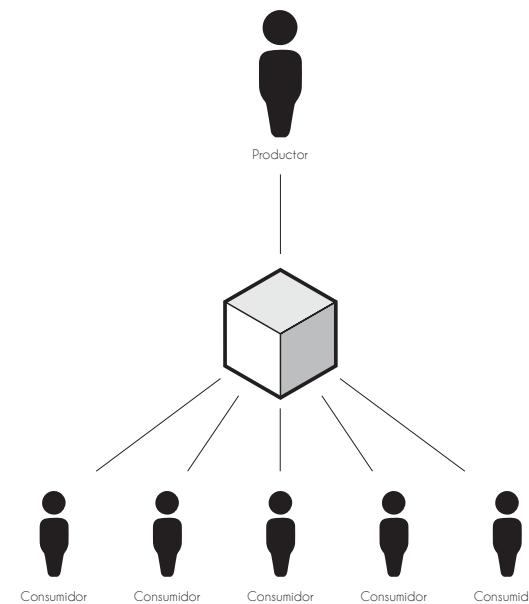
## 8 Hack, fabrica, crea.

Esta es nuestra naturaleza siempre intentar solucionar los problemas que se nos vayan presentando, tenemos el poder de crear, creamos máquinas, tecnologías para facilitarnos las cosas.

También, es característico de nuestra cultura por el contexto en el que vivimos el adaptar, un poco el modificar, tropicalizar, hacer nuestras propias versiones de las cosas que usamos, modificarlas a nuestro modo. Necesitamos de herramientas para producir de manera rápida y económica.

Con las herramientas y medios adecuados podemos complementarnos, más que consumidores podemos ser productivos, resolver nuestras propias necesidades, desarrollar nuestras propias ideas, podemos crear, podemos aprender, intercambiar conocimiento, proponer nuevas soluciones y prototipar rápidamente.

Y para aprovechar y potenciar nuestra capacidad creativa por estos medios de fabricación digital tendríamos que apegarnos a estos principios de diseño que abordamos en este trabajo de investigación, el entendimiento del módulo visto no como la repetición de un objeto idéntico, sino como un conjunto variable de reglas, de esta manera es capaz de adaptarse, crecer y transformarse en geometrías complejas.



## El siguiente paso

Siguiendo esta línea de pensamiento, el diseño avanzado si lo que busca es tener gran impacto, tendría que enfocarse en sistemas, convertir o reducir procesos complejos en interfaces simples, más al alcance del tipo "x" que no es necesariamente un experto o especialista. Como siguiente paso de este proyecto de investigación sería interesante el desarrollar los siguientes algoritmos complementarios:

Diseño en base a necesidades específicas

Análisis estructural

Optimización de estructuras

Y referente a avances tecnológicos y herramientas de fabricación, la tecnología sigue revolucionando y si bien, hay gran desarrollo que difícilmente está al alcance de todos, pero en algún momento terminara por ser accesible, y ahora viene la impresión 3d con metales, y es interesante especular como esto revoluciona nuestra capacidad de manufactura.

WE KNOW MORE  
THAN WE KNOW



AME-

XOS

# GENERACIÓN DIGITAL.

## DISEÑO PARAMÉTRICO

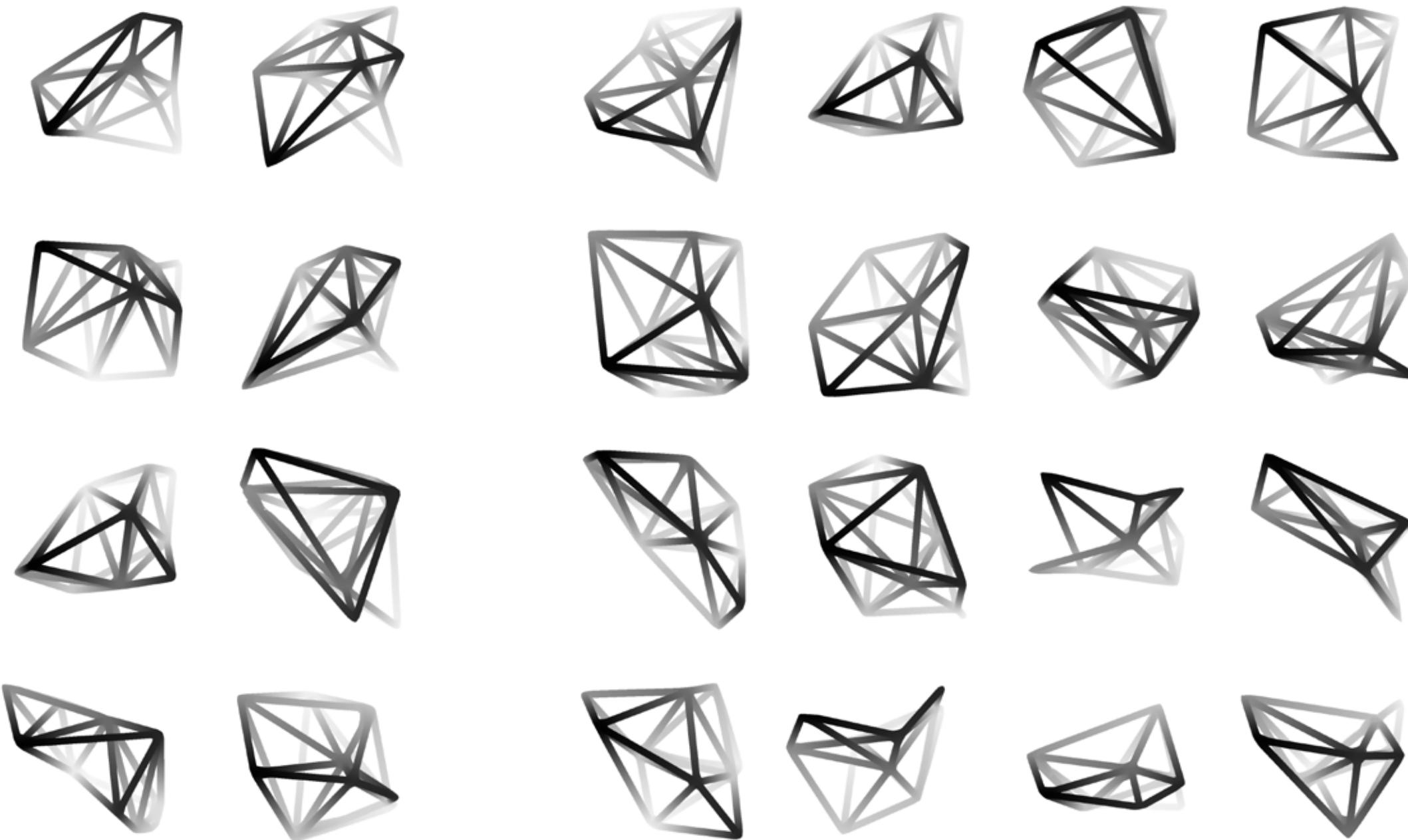
El diseño paramétrico es una técnica avanzada de diseño digital que permite introducir una serie de variables o parámetros, como límites espaciales, volúmenes o temperaturas, en un software especializado (Rhinceros y su plug-in Grasshopper es el más utilizado) para manipularlos mediante algoritmos y obtener así diseños geométricos más complejos, versátiles y originales.

Esta geometría es resultado de un proceso digital, una estructura de diseño paramétrico, a través de un algoritmo generado en grasshopper solo modifica 2 parámetros que son:

A) la cantidad de puntos para generar la estructura

B) la dimensión del espacio contener de estos puntos en "X", "Y" y "Z"

Con estos dos parámetros el algoritmo genera tantas opciones como tu le pidas, en las que cambian las posición de los puntos base para generar la estructura de manera aleatoria.



## ERRORES DE FABRICACIÓN IMPRESIÓN 3D

Es importante hablar un poco de los errores de fabricación, pues son parte esencial del proceso, es mediante el error que logramos aprender, mejorar procesos y ser más eficientes.

Se trata de acumular experiencias, aprender del error, prever errores y mejorar en cada ejercicio.

En los ejercicios de esta investigación los errores recurrentes fueron en cuanto a impresión 3d,

A) Desprendimiento de pieza de cama caliente en impresora 3d

B) Falla de impresión por falta de soportes de apoyo para elementos extruidos a ángulos mayores de 45°

Cabe destacar que estos errores no se corrigieron de manera correcta de un ejercicio a otro, sino que fue en varias iteraciones, se implementa una primera solución que en cada iteración se mejora.

Ante los errores antes mencionados se implementaron las siguientes soluciones:

1. Agregar soportes para evitar errores.

Base a las uniones para evitar que se desprendan e interrumpieran la correcta impresión de las mismas. De la misma manera agregar soportes para puentes y elementos de extrusión mayor a 45° referente a la base o cama de impresión.

Si bien el software de impresión puede generar automáticamente todo soporte en caso de ser necesario, el hacerlo de manera manual me pareció más preciso, eficiente, pues solo agregamos los soportes necesarios y en cantidad mínima, aunque también es un proceso más, que requiere trabajo y tiempo.

2. Imprimir 1 unión a la vez siempre mejora la calidad de impresión, por lo tanto, de la unión.

No es indispensable sea de esta manera, sin embargo, por experiencia el hacerlo de esta manera garantiza una calidad de impresión superior.



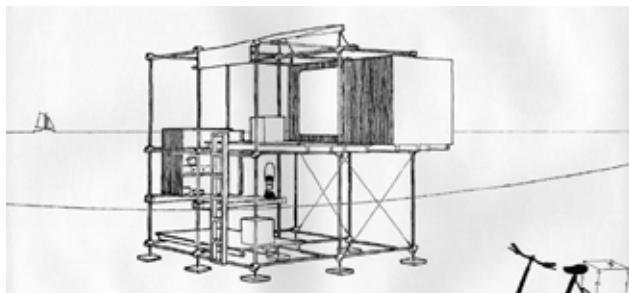
# PROYECTOS DE REFERENCIA



## M4 Magnone / López (2017)

M4 es una exploración sobre el tiempo asociado al espacio en la época en donde lo efímero toma fuerza como complemento de lo permanente. Se posiciona en el intermedio entre una propuesta total y un hágalo usted mismo, permitiendo multiplicar las posibilidades de construcción.

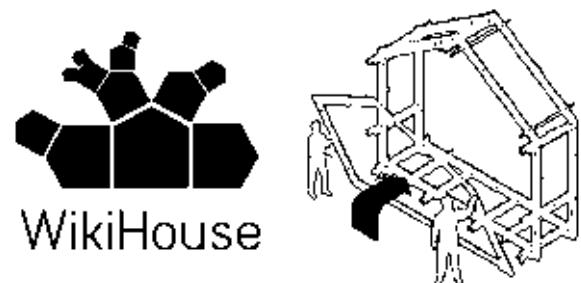
m4 no tiene un sitio concreto, ni tampoco es un proyecto arquitectónico específico. En vez de desarrollar una única pieza y todos sus componentes, resuelve un sistema de unión de diversas piezas y diversos componentes que habilitan su variabilidad. Es como un observador en movimiento, que, en vez de brindar una respuesta a un problema, plantea varias respuestas a varios problemas, en simultáneo.



## Fun House / Ken Issaac (1950)

En 1950, Ken Isaacs ya estaba proponiendo un sistema modular, que ofreció a las multitudes a través de varios manuales de diseño que explicaban cómo podían reproducirse sus diseños.

Isaacs cubre los significados filosóficos del excedente y utiliza los diseños como un medio de abordar la vida como un todo, un lugar sencillo, que tiene un bajo impacto en el entorno natural circundante.

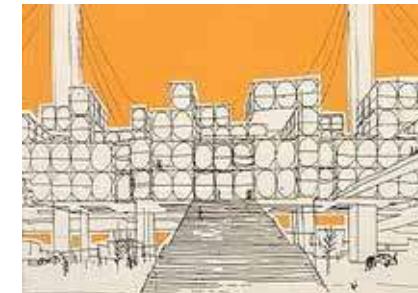


## WikiHouse / Alastair Parvin ()

WikiHouse es un proyecto open-source para diseñar y construir casas. La intención es democratizar y simplificar la construcción de hogares sostenibles y con el menor uso de materiales posible.

## Ville Spatiale / Yona Friedman (1950)

Propone la libre organización de la ciudad por parte de sus ciudadanos gracias a los modelos móviles y reutilizables de bajo costo, entidades con un comportamiento "imprevisible" a partir del cual es posible dar vida a una arquitectura móvil y a una sociedad emancipada.



## Open Structures / Thomas Lommée

El proyecto es un experimento en curso que busca descubrir qué sucede si las personas diseñan objetos de acuerdo con una rejilla modular compartida, un estándar abierto común que estimula el intercambio de partes, componentes, experiencias e ideas y aspira a construir cosas juntas. Inicia un tipo de LEGO colaborativo al que todos pueden contribuir



## Legó

Sistema operativo que se compone de bloques de plástico que se pueden ensamblar para armar infinitas figuras.

"Only the imagination sets the limit to what you can build"



## Meccano

Es un sistema de construcción modular que se compone de distintos elementos metálicos reutilizables como tiras, placas, vigas de ángulo, ruedas, ejes y engranajes, con orificios para conectar las piezas con tuercas y pernos. Permite la construcción de gran cantidad de componentes y dispositivos mecánicos.

Meccano ofrece algo para todos. La visión de la marca es construir un mejor mañana al potenciar e inspirar a la próxima generación de fabricantes.



## BIBLIOGRAFÍA:

Friedman, Y., Orazi, M. and Seraj, N. (2015). The dilution of architecture. Zurich: Park Books.

Friedman, Y. (2011). Arquitectura con la gente, por la gente, para la gente. Barcelona: Actar

Friedman, Y. (2006). Yona Friedman Pro Domo. Barcelona: Actar.

Meltzer, B. and Oppeln, Rethinking the modular. Thames & Hudson (2016).

Parvin, A. (2013). Architecture for the people by the people. (en línea) Ted.com. Disponible en: [https://www.ted.com/talks/alastair\\_parvin\\_architecture\\_for\\_the\\_people\\_by\\_the\\_people](https://www.ted.com/talks/alastair_parvin_architecture_for_the_people_by_the_people) (17 jul. 2017).

Beta.openstructures.net. (2017). Can we design hardware like how we design software? (en línea) Disponible en: <http://beta.openstructures.net/pages/2> (17 jul. 2017).

YouTube. (2012). Open Structures: Thomas Lomme at TEDxEutropolis. (en línea) Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=5FXTIOytJRI&t=225s> (17 Jul. 2017).

Mazzanti, G. and Schenk, M. (2014). Architecture as mechanism for building community. TU Delft.

Agkathidis, A. (2012). Modular structures in design and architecture. Amsterdam: Bispublishers.

Mark Hatch, Techshop. (2017). The Maker Movement Manifesto. Disponible en: <http://www.techshop.ws/images/0071821139%20Maker%20Movement%20Manifesto%20Sample%20Chapter.pdf> (17 Jul. 2017)

Fuller, R. and Snyder, J. (2008). Operating manual for spaceship earth. Baden: Lars Müller.

Magnone F & Lopez L (2017), PFC m4, Disponible en: [https://issuu.com/fmagnone/docs/pfc\\_libro\\_a](https://issuu.com/fmagnone/docs/pfc_libro_a)

(Septiembre 2017) y [https://issuu.com/fmagnone/docs/pfc\\_libro\\_b](https://issuu.com/fmagnone/docs/pfc_libro_b) (Septiembre 2017)

Iaac (2009). Self - Fab House. Barcelona: Actar

