



UNIVERSIDAD DE BELGRANO

Las tesis de Belgrano

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Carrera Licenciatura en Diseño de Interiores

DISEÑO PARAMÉTRICO
Lo orgánico y lo maquínico

N° 861

Melina Lilian Takvorian

Tutora: Laura Elena Raffaglio Piñera

Departamento de Investigaciones
Fecha defensa de tesina: 10 de septiembre de 2015

Universidad de Belgrano
Zabala 1837 (C1426DQ6)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina
Tel.: 011-4788-5400 int. 2533
e-mail: invest@ub.edu.ar
url: <http://www.ub.edu.ar/investigaciones>

ÍNDICE

DISEÑO PARAMÉTRICO.....	5
OBJETIVOS	5
INTRODUCCIÓN.....	6
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	6
PARAMÉTRICA.....	7
EXPERIMENTACIÓN PARA GENERAR.....	13
MATERIALIZACIÓN Y TÉCNICA.....	19
HIPÓTESIS	26
CASOS.....	27
BANQ	28
TANG PALACE	31
ARTHOUSE	35
CONGA ROOM AT LA LIVE	38
INDIGO DELI	43
REFLEXIÓN	47
AGRADECIMIENTOS	48
BIBLIOGRAFÍA Y SITOGRAFIA.....	49

***“La arquitectura es el escenario
donde se desarrolla la vida”***

ALVARO SIZA

// DISEÑO PARAMÉTRICO

En los últimos años en todas las ramas del diseño ha surgido un nuevo término el de **Diseño Paramétrico**, también llamado diseño generativo, computacional, digital, asistido por ordenador, asociativo.

Es recurrente escuchar este término para tratar de explicar la cantidad, diversidad y complejidad de transformaciones morfológicas y estructurales a las que somos capaces de someter al objeto de estudio durante el proceso de diseño, independientemente del resultado final.

Este nuevo proceso de diseño surgió ante el nuevo **escenario del diseño, la era digital, la responsabilidad social, ecológica y medioambiental**. Esto genera que los procesos de diseño revisen sus bases conceptuales y de procedimiento para incorporar el aporte de otras disciplinas para poder abordar la complejidad morfológica surgida en los últimos tiempos buscando la inspiración en las formas de la naturaleza.

De manera sencilla podemos definir el **Diseño Paramétrico** como una **nueva forma de entender el proyecto y el diseño**, que se beneficia con las nuevas tecnologías informáticas de diseño automático relacionándolo con conceptos como el crecimiento y las estructuras evolutivas, pudiendo hablar entonces de **diseño evolutivo**.



*Pabellón Riqueza.
Barrios Escudero. Pabellón para la
exposición y venta de mobiliario.
Córdoba, Argentina. 2014.*

Lamentablemente esta nueva metodología de proyecto no se encuentra todavía al alcance de todos, y muchos Diseñadores desconocen de su existencia o simplemente por su mala fama de tratarse de un diseño sin concepto lo descartan inmediatamente. Pero es una realidad que para poder competir hoy en esta disciplina es sumamente necesario estar al tanto de este, conocerlo y utilizarlo.

Para poder comprender este término, sus aplicaciones y sus idoneidades surgió la necesidad de ahondar y estudiar el tema, por interés propio y como base para despertar la curiosidad en el espectador e invitarlo a la investigación y desarrollo de esta nueva línea de pensamiento de diseño, el Parametrismo.

Se abordarán en primer lugar las definiciones descomponiendo sus elementos, para luego investigar sobre sus antecedentes para comprender su origen y evolución. De esta manera se podrá generar el concepto de Diseño Paramétrico y dar una breve explicación de su aplicación.

// OBJETIVOS

Todo trabajo de investigación tiene objetivos generales, específicos y personales. A continuación se mencionan las metas y objetivos a alcanzar con esta tesina.

Objetivos Generales

- Investigar sobre la generación del Diseño Paramétrico, y su importancia en el Diseño de Interiores.
- Descubrir su constante aplicación en la práctica profesional, utilizando estas nuevas tecnologías de manera consciente.
- Profundizar teóricamente en el tema para poder aplicarlo con idoneidad en la generación del diseño en la práctica profesional.
- Incitar la curiosidad de estudiantes y colegas para que desarrollen y se involucren con esta nueva técnica de Diseño.

Objetivos Particulares

- Construir con esta investigación una fuente de consulta para el desarrollo profesional.
- Extender el interés por el tema planteado en otros estudiantes.
- Demostrar que su aplicación deriva de una metodología de diseño.
- Profundizar y reflexionar de manera crítica sobre el tema
- Exponer de que manera es necesario y posible aplicar esta teoría en la práctica profesional.

// INTRODUCCIÓN

La herramienta digital con soporte paramétrico se acerca cada día más al diseñador y arquitecto. Esta vuelve más accesible la posibilidad de manejar grandes cantidades de datos de manera controlada.

Se procura definir a que se llama Diseño Paramétrico, para su profundización en el tema y ampliación del conocimiento.

Explorar sus antecedentes para comprender su origen y desarrollo en el tiempo.

Analizar como el Diseño Paramétrico colabora, desarrolla, y permite la constante evolución de todas las ramas del diseño.

Reflexionar como será el futuro de su desarrollo y aplicación en la práctica profesional.

// METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo esta investigación es necesario aplicar determinados métodos y/o herramientas para el estudio del tema planteado, y así poder alcanzar los objetivos, corroborar las hipótesis y poder llegar a una conclusión final. Dichos procedimientos son:

- Una búsqueda y análisis de bibliografía a fin de desarrollar el marco teórico. (De este modo se conoce “el estado del arte” del tema, que es todo lo que ya ha sido escrito sobre él.) Así se aporta una nueva mirada.
- Definir y desarrollar el Marco teórico.
- Desarrollo del tema seleccionado y análisis de sus particularidades.
- Generación de la hipótesis.
- Búsqueda de casos y posterior selección para su análisis.
- Verificación de la hipótesis en los casos elegidos.
- Se generarán reflexiones sobre el tema en general. Conclusiones.

// PARAMÉTRICA

(Lo orgánico y lo maquínico)

“Para que un objeto sea asequible al análisis no basta con darse cuenta de su existencia. Es necesario además que una teoría pueda aceptarlo. En la relación entre teoría y experiencia, es siempre la primera quien inicia el diálogo. Es la teoría la que determina la forma de la pregunta, es decir, los límites de la respuesta.”

JACOB. FRANÇOIS. *La lógica de lo viviente*,
Barcelona, Laia, 1977.

El Diseño Paramétrico consiste en la creación de patrones de crecimiento basados en la naturaleza, es decir, en parámetros iniciales y las relaciones formales que guardan entre ellos. Se han replicado formas y geometría de la naturaleza, que radican en un crecimiento en serie que nace de un parámetro inicial, para hacer arquitectura en serie o modular, y esta a través de los años, de la tecnología y del diseño digital se ha complejizado encontrando diversas soluciones, llegando al Diseño Paramétrico.

La naturaleza es venerada, cortejada y romantizada. Y tiene otra cara, una plantilla impersonal de estrategias que conectan y ensamblan capas de datos y patrones – La naturaleza es como un mosaico de números que se desplazan y geometrías cambiantes para lograr una mayor duración y supervivencia.¹

Estas nuevas herramientas de diseño nos permiten construir morfologías tan complejas como las que existen en la naturaleza, es un acercamiento al mundo orgánico. Gracias a estas nuevas tecnologías aplicadas al diseño ya no es naturaleza representada, sino calculada. Se utiliza el concepto biológico y la tecnología digital para definir la forma y no una mera representación de lo que tenemos entendido por morfología orgánica.²

La biología investiga aquellos atributos que caracterizan a los ejemplares como individuos y a las especies como grupo, estudia sus conductas, sus interrelaciones, sus vínculos con el entorno y sus hábitos reproductivos. Se ha comprobado que estos procesos estudiados por la biología, referentes a la organización de la materia, se pueden representar con el uso de la tecnología digital y los procesos calculados matemáticamente, teniendo en cuenta que estos modelos nos permiten el comprender las morfologías complejas, yendo de lo particular a lo general y viceversa.³ Llevando al **campo de Diseño**



*Opera Theater and Concert Hall.
Tang Fei. Karmelitermarkt,
Vienna.*

estas tecnologías se conocen como un **modelo conceptual** que, de la misma forma que los procesos biológicos, pueden ser **representados** a través del **cálculo matemático** y por lo tanto, se lo puede relacionar con **conceptos geométricos**. Por esto se puede decir que el Diseño Paramétrico tiende a construir vínculos relacionando las teorías de diseño con el funcionamiento, el crecimiento y la proliferación de organismos vivos, con el fin de **construir metodología generativas**, por eso decimos que se basa en **conceptos biológicos**.

En la naturaleza también está presente el procesamiento de la información en sus ríos, con el flujo de las corrientes, su clasificación y regulación de las partículas de acuerdo a sus características materiales (peso, densidad, rigidez); este proceso actúa como lo hace una computadora. Ya que el proceso de información es la base de la informática, cada sistema capaz de realizar un procesamiento de la información es un ordenador. Entonces se puede hablar que la computadora está basada en la naturaleza, y esta

¹ BALMOND, CECIL. *The Unit and the Multiplier*. CB, 2008

² BRAYER, MARIE-ANGE. *Después de la arquitectura, ambientes maquínicos. Sistemas vivientes. BIACS'08*. Sevilla, 2008.

³ MIRET, SANTIAGO. *Habitar paramétrico. Posturas de las plataformas digitales*. pág. 7. http://www.academia.edu/4472129/HABITAR_PARAMETRICO_SANTIAGO_MIRET

nueva herramienta de Diseño Paramétrico también está sumamente ligada a esta, desvaneciendo la barrera que existe entre **lo orgánico y lo maquínico**.⁴

Desde siempre la naturaleza posee la variedad y complejidad que el Diseño recién en los últimos años ha comenzado a explorar. El Diseño Paramétrico utiliza métodos y sistemas que se encuentran en la naturaleza para la generación y el estudio del diseño de ingeniería y tecnología moderna. **Estas representaciones, obedecen y se crean a partir de la automatización de los procesos y fuerzas que interactúan con el componente. Dicha automatización, surge del establecimiento de reglas y variables básicas (fuerza), que buscan formar las condiciones mediante las cuales los diferentes componentes integrantes de un sistema se comportarán, y darán origen a diferentes estados de organización. Estos procesos generativos se llevan a cabo mediante la utilización de algoritmos evolutivos.**⁵ Para controlar las relaciones entre elementos y las reglas que median entre ellos, es necesaria la aplicación de la matemática del algoritmo, como fórmula de conexión y regulación entre las partes. Es decir, que es el algoritmo la herramienta que nos permite ver la genética del proyecto, este controla las variables y sus resultados. **Junto a los parámetros, los algoritmos son la base fundamental para hacer posible el Diseño Paramétrico.**

Es necesario desmesurar sus elementos y definirlos individualmente para entender el conjunto, partiré entonces de la definición de Parámetro en su uso habitual y luego en el ámbito de la informática:

Definición de parámetro en el diccionario:

m. Elemento cuyo conocimiento es necesario para comprender un problema o asunto.

*mat. Constante o variable que aparece en una expresión matemática y cuyos distintos valores dan lugar a distintos casos en un problema.*⁶

El parámetro en la informática:

En informática, un parámetro es un tipo de variable que es recibida por una función, procedimiento o subrutina.

Un parámetro influye en el comportamiento o el resultado de la ejecución de la función, procedimiento o subrutina (de ahora en más sólo procedimiento) que lo recibe. Son muy utilizados en la programación. [...]

Dicho esto, el Diseño Paramétrico se basa en generar una lógica a partir de variables específicas y las relaciones entre las partes. Muy por el contrario de lo que se piensa respecto a esta herramienta de diseño, lo más importante es la idea que hay detrás de ella, los lazos que unen los sistemas que lo componen y las relaciones entre sí, la morfología no es su principal preocupación. **Lo valioso es el proceso proyectual, la idea generadora.**

Las geometrías se generan a partir de los parámetros definidos y las relaciones que se establecen entre ellos, **algoritmos**. Es necesario usar variables y algoritmos para generar un diagrama de relaciones matemáticas y geométricas que permitan llegar al Diseño, detectando en tiempo real y mientras se diseña, varias alternativas del proyecto, de acuerdo a los parámetros establecidos. **El conjunto de reglas y variables determinados por el diseñador**, es lo que podemos determinar cómo algoritmo. Son otra parte fundamental para la generación del Diseño Paramétrico, ya que son las relaciones que existen entre los parámetros, y ellos son los que nos permiten llegar al resultado. Por definición se establece como:

⁴ ERIOLI, ALESSIO. *Oltre la simulazione Beyond Simulation*. DISEGNARECON. Vol. 3, n. 5. Junio, 2010. pág. 69 a 73.

⁵ GEORGIAV. *Emergent Form. Emergent Form-definition and purpose*. Diciembre, 2007.

<http://iaac-digitalarchitecture.blogspot.com.ar/2007/12/emergent-form.html>

⁶ Definición. Diccionario Enciclopédico Vox 1. Larousse Editorial. 2009.

⁷ Definición. ALEGSA, LEANDRO. Diccionario de informática y tecnología. ¿Qué significa parámetro?. Noviembre, 2010.

<http://www.alegsa.com.ar>

m. Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema: por el algoritmo de Euclides se calcula el máximo común divisor de dos números.

Método y notación en las distintas formas del cálculo: "ax² + bx + c = 0" es un algoritmo.⁸

Entonces se dice que **algoritmo es una secuencia ordenada de instrucciones, pasos o procesos que llevan a la solución de un determinado problema**. Se entiende como una sucesión finita de pasos sucesivos y organizados en secuencia lógica. Este concepto intuitivo de algoritmo (procedimientos y reglas) se puede encontrar en procesos naturales y cotidianos de los cuales muchas veces no somos conscientes, hasta en otros que conducen a la solución de problemas muy complejos.

El origen de la palabra Algoritmo deriva del nombre del matemático Persa Mohamed ibn Musa al Khwarizmi (825 d.C.). Su apellido se tradujo al latín como Algorismus y luego paso al español como Algoritmo. Fue astrónomo, geógrafo y matemático musulmán. Fueron sus trabajos de álgebra, aritmética y tablas astronómicas los que adelantaron enormemente el pensamiento matemático y es considerado como el padre del álgebra. El trabajó con los algoritmos y de esta manera introdujo el método de cálculo utilizando la numeración árabe y la anotación decimal.⁹

Durante miles de años el ser humano ha buscado abstraer la estructura de la solución de problemas para determinar cuál es el camino seguro, preciso y rápido que lleva a esas soluciones. De esta manera los algoritmos matemáticos independizan los datos iniciales del problema de la estructura de su solución, lo que permite su aplicación con diferentes conjuntos de datos iniciales, es decir variables. En la computación los algoritmos son una herramienta que permite describir claramente un conjunto finito de instrucciones, ordenadas secuencialmente y libres de ambigüedad, que debe llevar a cabo un computador para lograr un resultado previsible.

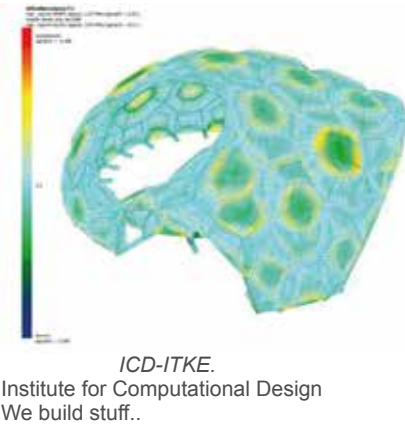
Entonces cuando hablamos de pensamiento algorítmico, nos referimos al uso y desarrollo de los mismos para la resolución de problemas o la realización de determinada tarea. Según el reporte del Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos, conocido como "Being Fluent with Information Technology", los conceptos generales del Pensamiento Algorítmico son:

incluyen la descomposición funcional, la repetición (iteración y/o recursividad), organización de datos básicos (registro, matriz, lista), la generalización y la parametrización, algoritmo vs. programas, el diseño top-down, y el refinamiento. Tenga en cuenta también que algunos tipos de pensamiento algorítmico no requieren necesariamente el uso o la comprensión de las matemáticas sofisticadas.[...]¹⁰

⁸ Definición. Diccionario de la lengua española. Espasa-Calpe. 2005.

⁹ LÓPEZ GARCÍA, JUAN CARLOS. Algoritmos y programación (guía para docentes). Segunda edición. 2007. <http://www.eduteka.org>

¹⁰ NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Being Fluent with Information Technology. Consejo Nacional de Investigación de EEUU. Washington, D.C. 2004. pág.31, traducido.



Volvemos a decir que para pensar de manera algorítmica es necesario independizar los datos iniciales del problema de la estructura de la solución y es esto lo que permite aplicarlo a diferentes conjuntos de datos iniciales, es decir diferentes variables. Las principales características que debe cumplir son:

- Deben ser precisos.
- Deben ser finitos.
- Estar bien definido para no permitir doble interpretaciones.
- Debe ser general, es decir, soportar la mayoría de las variantes que se puedan presentar en la definición del problema.
- El algoritmo es independiente según donde lo implemente.

El resultado en una obra arquitectónica (de interiorismo) refleja de estas relaciones complejas, limitadas por las técnicas constructivas, los materiales y sus métodos de producción. Tan ligado a la manera en que se organiza la naturaleza, donde todas las piezas que se desarrollan de manera individual, se unen para **formar un solo sistema** que se ve influenciado constantemente unos de otros, formando una red de relaciones que es la estructura topológica que le da forma a los organismos de la naturaleza.¹¹

En cuanto a los algoritmos generativos, estos basan su funcionamiento en el establecimiento de un orden de reglas y relaciones en función de variables que no siempre están determinadas, estas permiten una generación de resultados de formas aleatorias o inéditas según el valor dado por el diseñador. A través de este tipo de algoritmo es que **se pueden generar sistemas emergentes, que tengan diferentes comportamientos a partir de la manipulación de sus variables.**

Las variables en la programación hacen referencia a características que pueden ser expresadas en números y ser medidas, es decir un dato o valor. Estas tienen que estar definidas junto con el algoritmo, pero no así su valor, porque al ser variables tiene la capacidad de cambiar su valor durante la ejecución de una instrucción determinada. Diciendo esto es que podemos decir que **una variable es la representación simbólica de un dato de valor cambiante.**

Estas son características propias de los lenguajes de programación de cualquier software y tiene como objetivo responder a los requisitos y condiciones que expresa el código algorítmico. Los valores de una variable pueden limitarse dentro de determinados rangos establecidos por el diseñador, y también pueden limitarse mediante la relación con otras variables, es decir que se establece una dependencia de variables.

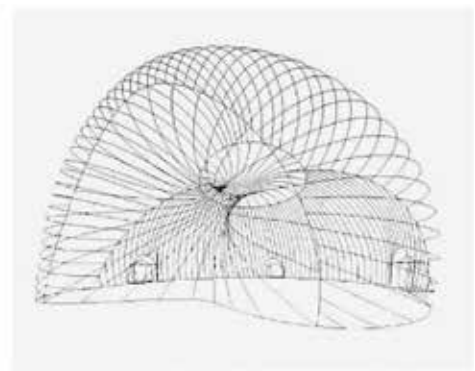
Una pregunta muy común que surge cuando se habla sobre el uso de la Paramétrica como herramienta de diseño en los procesos creativos es, si su uso con el tiempo terminara acabando con la creatividad. Creo que esta cuestión es impulsada principalmente por el temor de la obsolescencia, la resistencia de resignar una función que solo nosotros manejábamos, miedo a que las tecnologías sean las impulsoras de la creatividad, miedo al cambio de concebir el diseño y su metodología.

¹¹ FRAILE, MARCELO. *El nuevo paradigma contemporáneo. Del diseño paramétrico a la morfogénesis digital*. Proyecto UBACyT (056) 2011-2014.

Indiscutiblemente tenemos que hablar de una evolución en el campo del Diseño, de cómo se concibe. Con estas herramientas se busca tratar de entender y destilar el orden que tiene oculto la naturaleza y usar esa inteligencia para generar diseño, creando así proyectos más sensibles. Pero somos nosotros los que manejamos sus parámetros y algoritmos, la tecnología por sí sola no podría crearlo, necesita que nosotros ingresemos los datos y toda la información necesaria para la generación morfológica, ya que es necesario tener un conocimiento previo para saber aplicar tal o cual parámetro para obtener las soluciones más adecuadas, además que no son los software los que rigen el diseño sino que **es nuestro proceso creativo el que nos da las pautas y nos lleva a un diseño fundamentado y funcional**. En definitivas estas nuevas herramientas tecnológicas ayudan a la disciplina, pero no nos desliga de nuestra metodología de trabajo.

El uso de estas estrategias orientadas al uso de **algoritmos generativos, son primordiales para establecer una simbiosis entre la mente humana y una computadora**, dado que cada día más, la computadora es comprendida como una extensión de la mente humana por su capacidad sintetizadora y catalizadora de datos. Los **software** están diseñados para ser el **reflejo de nuestra mente**. Ya que trabajan de manera muy similar, solo que son muy diferentes. Los software de fabricación digital están siendo transportados por lo mismo impulso evolutivo en que la adaptación, residencia, estabilidad, son características que aumentan sus posibilidades de existir junto con la tendencia a alinear estrategia de comportamiento y la supervivencia humana a través de vistas oportunistas y conveniente de la realidad.

El proceso no se enfoca solo en el aspecto formal, sino que engloba con mayor frecuencia el lado funcional, humanístico, contextual, económico, para dar lugar a un diseño íntegro. En las últimas dos décadas, una de las principales preocupaciones de la Arquitectura y Diseño ha sido la innovación en su geometría, basándose en la biología, las teorías de la evolución, los métodos de crecimiento y los patrones de follaje usados comúnmente en flores y árboles, se han desarrollado sistemas y códigos de programación para que literalmente el arquitecto o diseñador logre controlar y generar formas a partir de variables o parámetros, de ahí el nombre de Arquitectura Paramétrica. Las estructuras generadas pueden ser orgánicas o no orgánicas y la estética de cada resultado variar dependiendo de su diseñador.



Ark Nova.
Arata Isozaki y Anish Kapoor. Japón 2013.

Este proyecto surgió dos años después del gran terremoto y el tsunami que golpeó a Japón, el arquitecto Arata Isozaki y el artista Anish Kapoor han completado una sala de conciertos móvil inflable que recorrerá las regiones afectadas. Su nombre "ARCA", como en "Arca de Noé", y NOVA, que significa "nuevo", es un gesto a la historia del Arca de Noé, fue llamado el Proyecto "nueva arca" = Ark Nova con la esperanza de que se convierta en un símbolo de recuperación inmediatamente después del gran desastre del terremoto.



// EXPERIMENTACIÓN PARA GENERAR

“Existe una actitud antimodernista que implica un rechazo masivo de la innovación tecnológica, particularmente en cuanto concierne a la revolución de la información. Es imposible juzgar tal evolución maquinaica positiva o negativamente; todo depende de su articulación dentro de agenciamientos colectivos de enunciación [...] Los desarrollos tecnológicos junto a la experimentación social en estos nuevos dominios son quizás capaces de hacernos salir del actual período de opresión e iniciar una era post-media caracterizada por la reapropiación y resingularización del uso de los medios”.

GUATTARI, FÉLIX. Chaosmosis. An ethico-aesthetic paradigm. Indiana University Press. (Traducción Paul Baines, Julian Pefanis; edición original en francés 1992). Bloomington-Indianapolis, 1995.

En la ciencia de la biología se recurre constantemente a la construcción de modelos experimentales, para poder estudiar los sistemas naturales y poder simular su comportamiento. **“Un modelo es una representación de un sistema complejo que se ha simplificado de diferentes maneras.”**¹² Generalmente su construcción permite analizar, describir y simular fenómenos o procesos que se están investigando. Lo principal a tener en cuenta durante su realización **es simplificar el problema, extrayendo para esto sus características esenciales** del sistema y dejando de lado todo elemento que pueda hacer confuso el análisis. Para Brandy Peters lo más importante que debe cumplir el modelo es “[...] *entender cuáles son los parámetros de un proyecto [...] y descomponerlos en las reglas definidas*”¹³. Teniendo esto definido es que **se podrá establecer como los códigos y variables se relacionaran en una serie de algoritmos**, que nos dejará evaluar una serie de relaciones y sus posibles soluciones. Entonces podemos decir que la construcción de un modelo virtual es posible, esta interpretará y relacionará todas las variables que surjan, y permitirá a partir de esto generar una serie de soluciones factibles, evaluando así cual es la que mejor se adecua al problema planteado. Se experimentarán diferentes opciones, y en cada una de ellas modificará, recalculará y reconfigurará los parámetros originales, de esta manera permitirá que se evalúe el proyecto desde los inicios.¹⁴

Para que esto sea posible se debe utilizar los llamados “*algoritmos genéticos*”. Este tipo de algoritmo específico fue establecido por John Holland¹⁵ en el año 1970, donde decía que quien “[...] *usando operaciones modeladas de acuerdo al principio...de reproducción y supervivencia del más apto*”¹⁶ concepto difundido y estudiado por Charles Darwin en el año 1859, generó un proceso matemático que imita los criterios de la naturaleza para la selección y supervivencia de las especies más fuertes.

De esta manera Holland crea una situación de variables iniciales que permite la construcción de lo que se conoce como “población original” o “padres”. Con el intercambio genético entre esta primera población es que se obtienen los “hijos” o “soluciones” primarias, estas son una serie de proto-soluciones, quiere decir que sus resultados son todavía elementales y poco fiables. Luego viene la combinación genética entre los hijos, y esto da lugar a las sucesivas generaciones. Pero para que esto tenga éxito es necesario aplicarle a cada nueva combinación entre hijos una mutación, que es el resultado de cada nueva combinación, que dará así una nueva descendencia, o “posibles soluciones”, y estas pasaran a formar parte de las siguientes generaciones.¹⁷

El Diseño Paramétrico se sirve de los software informáticos para ser una herramienta más de diseño, capaz de ordenar datos concretos y aportar soluciones precisas a esos datos fácilmente modificables, esto permite experimentar diferentes opciones de manera más fácil y eficiente. Finalmente es el diseñador/arquitecto, junto a los datos que da el software y algunos otros datos o valores subjetivos, que construye el diseño final del proyecto.

*La computadora ofrece otro tipo de creatividad. No se puede hacer caso omiso de la creatividad que la tecnología puede aportar. Pero hay que tener la capacidad para moverse entre esos dos mundos diferentes.*¹⁸

Esta nueva técnica permite que no limitemos nuestros diseños por las herramientas que utilizemos para la generación de formas complejas, sino que **seamos nosotros los que diseñemos nuestras propias**

¹² DARTNELL, LEWIS. *Matrix: Simulating the world Part II: cellular automata*. +Plus Magazine.

<http://plus.maths.org/content/matrix-simulating-worldpart-ii-cellular-automata>

¹³ FREIBERGER, MARIANNE. *Perfect buildings: the maths of modern architecture*. +Plus Magazine.

<http://plus.maths.org/content/perfect-buildings-maths-modern-architecture>

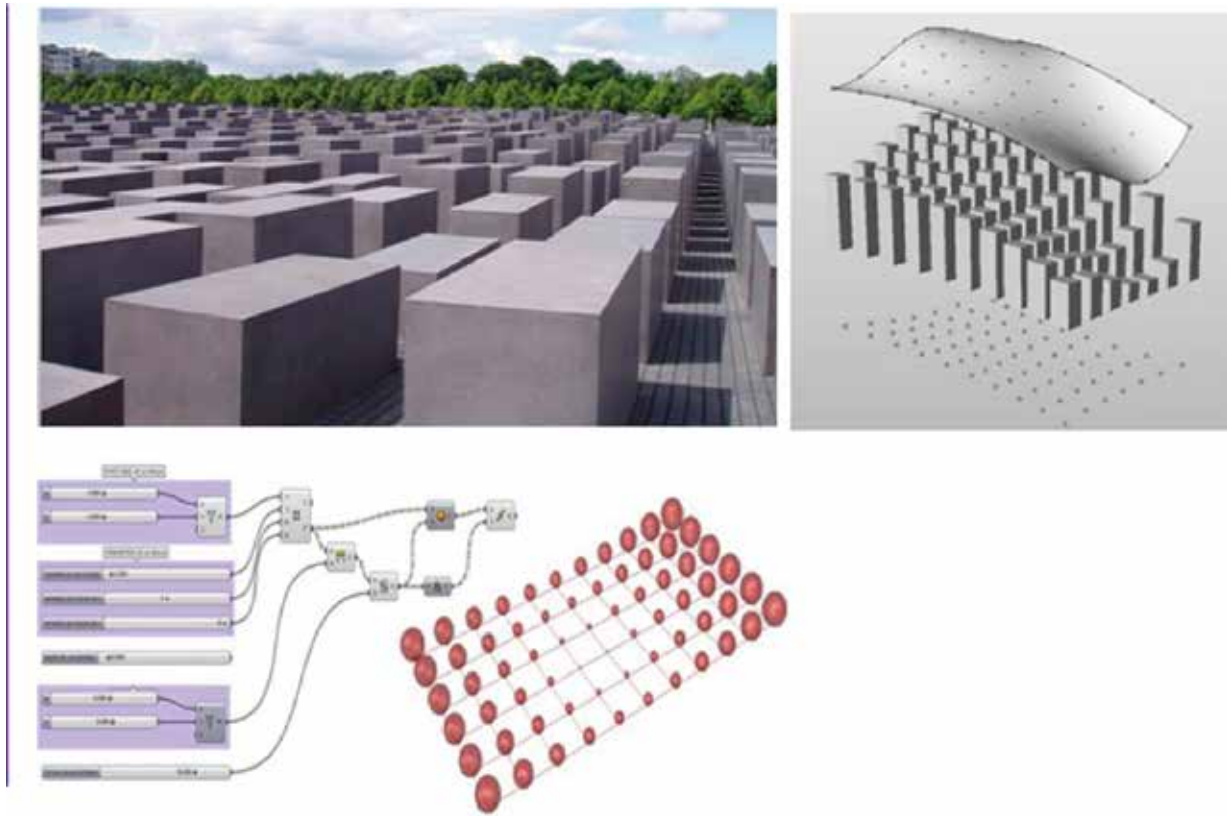
¹⁴ ACOSTA, MARTIN. *Arquitectura diagramática*. Mayo, 2013. <http://es.scribd.com/doc/139162705/Arquitectura-diagramatica>

¹⁵ Dr. John Henry Holland, pionero en sistemas complejos y ciencia no lineal. También es conocido como el padre del Algoritmo genético. Profesor de Filosofía, de Ingeniería Eléctrica y de Ciencias de la computación en la Universidad de Michigan.

¹⁶ KOZA, JOHN R. *Genetic Programming. On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. Cambridge. The MIT Press. 1992. pág.819.

¹⁷ FRAILE, MARCELO. *El nuevo paradigma contemporáneo. Del diseño paramétrico a la morfogénesis digital*. Proyecto UBACyT (056) 2011-2014. pág. 3-5.

¹⁸ ANDO, TADAO.



herramientas. Con la utilización de parámetros y la automatización de algunas tareas se abren infinitas posibilidades de diseño; en una visión del Diseño en que las tecnologías puedan ejecutar, de manera eficaz, tareas que antes eran propias del diseñador- arquitecto.

En el Manifiesto parametricista Presentado y discutido en “The Dark Side Club”, 11ª Bienal de Arquitectura de Venecia, 2008 Patrik Schumacher¹⁹ dice:

La arquitectura contemporánea vanguardista dirige la demanda de un mayor nivel de complejidad articulada por medio de la reorganización de sus métodos sobre la base de los sistemas de diseño paramétrico. [...] puede ser mejor entendido como un programa de investigación basado en el paradigma paramétrico. Proponemos llamar a este estilo: Parametricismo.

El parametricismo es el gran nuevo estilo después del modernismo. [...] nueva gran ola de investigación e innovación. [...]»²⁰

La mejor ventaja de esta metodología de diseño es que nos **permite explorar soluciones totalmente nuevas e inimaginadas**, que resultan de la incorporación de valores o relaciones que de otro modo no serían posibles, o simplemente descartadas por el esfuerzo que implica generar gran cantidad de alternativas por los métodos convencionales, y las grandes limitaciones que presentan viejas herramientas y metodologías del diseño asistido por ordenador, se limitan a ser un medio de representación y son difíciles de aplicar a los diseños que escapan de las geometrías tradicionales. Esto llevó a la creación de nuevas propuestas digitales, más versátiles y de fácil acceso al “proceso” de diseño. Ahora podemos comenzar a emplearlo como instrumento generador de formas y lógicas de construcción aplicadas al Diseño de Interiores. La implementación de estos software informáticos precisos de parametrización permiten ordenar y regular todas las leyes complejas que se describen y que posteriormente se transforman en un

¹⁹ PATRIK SCHUMACHER, socio de Zaha Hadid Architects, director del *Design Research Lab* (DRL) de la Architectural Association en Londres y profesor en varias universidades europeas. Durante más de 15 años ha desarrollado estas tres actividades en forma paralela lo que ha permitido pensar, experimentar y hacer arquitectura con una postura de vanguardia.

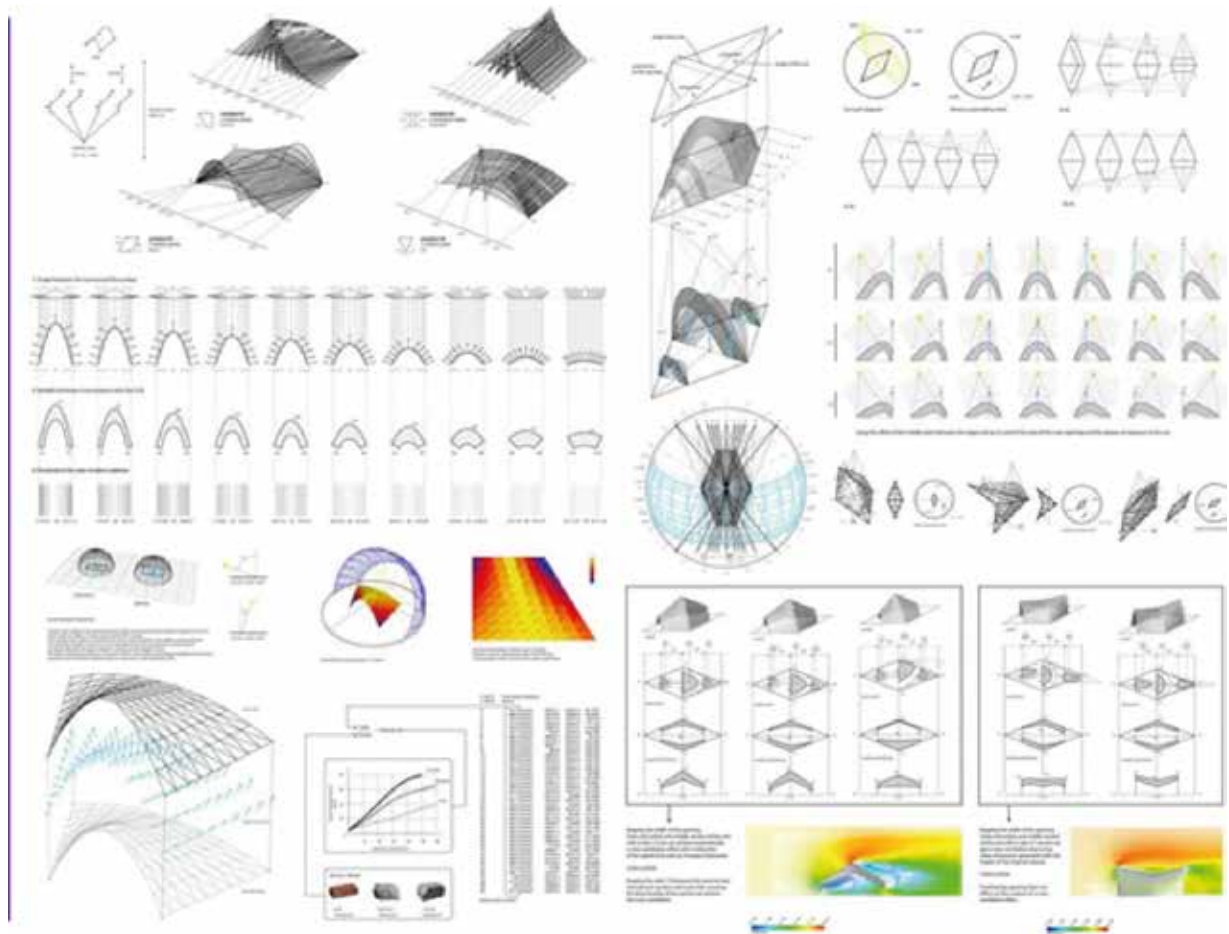
²⁰ SCHUMACHER, PATRIK. *Manifiesto parametricista. The Dark Side Club*. 11ª Bienal de Arquitectura de Venecia, 2008

proyecto. El diseño es el resultado de la experimentación de prueba y error que nos da como resultado diferentes variables que adecuamos a lo que nuestro imaginario dice.

Esta herramienta de experimentación admite, con la utilización de los códigos genéticos, generar alternativas de formas complejas, permitiendo desde el momento que empezamos a proyectar simular e investigar todos los aspectos relevantes al proyecto como por ejemplo la eficacia termodinámica, el consumo eléctrico, la variación de la luz natural, como actuarán los materiales utilizados, cual es el costo de su construcción o cualquier otro parámetro esencial de las características generales del proyecto. Gracias a estas nuevas tecnología digitales es posible que las nuevas formas sean aprobadas, verificadas y hasta incluso recorridas desde mucho antes que estas se materialicen, sirviendo de instrumento para evaluar resultado, y obtener un abanico de posibilidades.

Pero para poder diseñar paramétricamente es necesario cambiar la manera de pensar. Hay que entender el proyecto bajo la mirada paramétrica, donde el proceso y la generación formal, se encuentran teñidos por la búsqueda de optimización, abandonando la estructura mecanicista y abordando el nuevo lenguaje vinculado a la biología. Es necesario introducir una racionalización constructiva desde que iniciamos el proyecto. Gracias a este sistema paramétrico se pueden detectar y evaluar automáticamente, en tiempo real y mientras se diseña, varias alternativas del proyecto, desacuerdo a los parámetros preestablecidos. Exigiendo que el diseñador incluya las definiciones de las relaciones, es decir de **la lógica que hace coherente su diseño, como fase imprescindible en su proceso de diseño.**

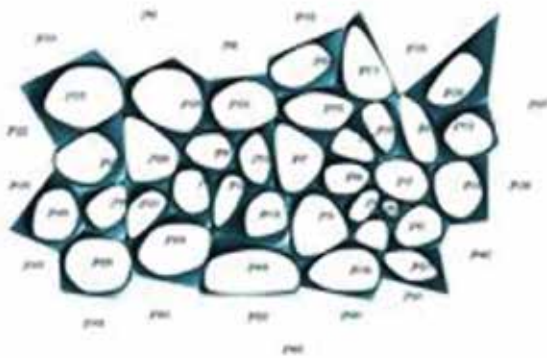
Tradicionalmente se utiliza el método “top down” en el proceso proyectual, que significa tener una



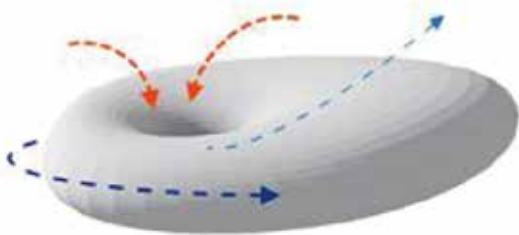
ROSSI, FEDERICO. Láminas de desarrollo de morfología. Concurso de Vivienda. Oman, 2007

“receta” para lo que se va a hacer, es decir, una forma preestablecida, que se somete a una realidad o a un orden. El problema se descompone en una serie de niveles o pasos sucesivos de refinamiento. Esta técnica descendente permite diseñar la solución de un problema con base en la modulación o segmentación dándole un enfoque de arriba hacia abajo. Este se divide en módulos que se estructuran e integran jerárquicamente, como si fuera el organigrama de una empresa. El método “*top down*” inicia por un nivel superior del cual emigran los niveles inferiores, buscando establecer funciones entre las partes del proyecto para finalmente ultimar los detalles. Desde un principio se tienen claras las funcionalidades y se dirige el desarrollo sobre ellas.

Por el contrario el Diseño Paramétrico utiliza el método “*botton up*”, que significa crear una lógica a partir de relaciones específicas, que se pueden ir modificando según los requerimientos sociales y contextuales. Aquí se consideran todas las partes por separado y se diseñan con cuidado, después se enlazan hasta formar un todo completo. Las estrategias de este diseño se basan en un conocimiento detallado de todas las variables que puedan afectar el programa. En el diseño “*botton-up*”, las partes individuales se diseñan con detalle y luego se enlazan para formar componentes más grandes que se conectan hasta formar el sistema completo. No es necesario tener una idea clara del estado final del proyecto, basta con tener una característica particular para ir uniendo las pequeñas piezas que luego formaran un gran todo, formado por los distintos parámetros pre-establecidos.



Desarrollo del algoritmo



Colección de procesos



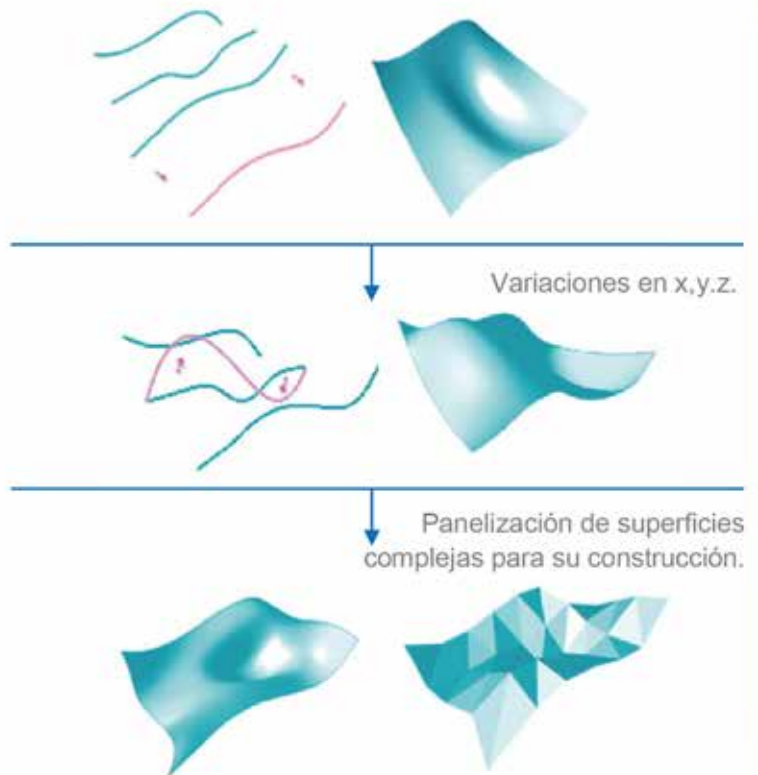
Forma responsiva

Imágenes tomadas de Chido Studio.
 WORKSHOP, Parametric design & digital
 fabrication. Chile, 2012.

Las composiciones paramétricas están tan integradas que no pueden ser fácilmente descompuestas en subsistemas independientes, al igual que los sistemas naturales. Se busca generar nuevas formas de expresión con máxima fidelidad e imparcialidad, sin condicionantes de conceptos y formas que siempre se establecen en el proceso proyectual. Pero es necesario poder conceptualizar el modelo como una descripción topológica²¹ de una forma compleja con un número de variables o dimensiones independientes. Estudiando una serie de diagramas es que se materializaran una infinidad de formas topológicamente idénticas, que dependerán de las cualidades propias que tenga cada diseñador.

²¹ f. ingen. Ciencia cuyo fin es la descripción y representación detallada de cualquier sector de la superficie terrestre, esquematizando en mapas el relieve y los demás caracteres naturales y artificiales.
 Conjunto de particularidades que presenta la superficie de un terreno.
 Definición. Topológica. Diccionario Enciclopédico Vox 1. Larousse Editorial. 2009.

Aplicando este sistema de algoritmo genético nos permite hacer frente a un problema, generar un proceso automático para posibles resultados, buscando los valores más adecuados, la codificación previa del algoritmo genético que utilizamos. De esta manera se elimina la tarea de cálculo y de repetición, y permite trabajar con varias soluciones de manera simultánea. Con el uso de estas técnicas se tiene la oportunidad de explorar nuevas metodologías de diseño, aumentar la complejidad geométrica de los proyectos, optimizar los tiempos y recursos de diseño, vincularnos más directamente con los procesos de materialización, y en definitiva, ampliar significativamente nuestro repertorio creativo.



Imágenes tomadas de
Chido Studio.
*WORKSHOP, Parametric
design & digital fabrication.*
Chile, 2012.

De esta manera podemos tener un sistema complejo secuencial de relaciones que rompe los límites del diseño tradicional. Un código flexible interdisciplinar que establece las conexiones entre diferentes campos de trabajo de manera longitudinal y transversal. Estos códigos se transcriben utilizando el diagrama como medio de expresión gráfica y los software como forma de ordenar los datos, de experimentación de variables, es decir como modo de proyección.

// MATERIALIZACIÓN Y TÉCNICA.

Sistema.

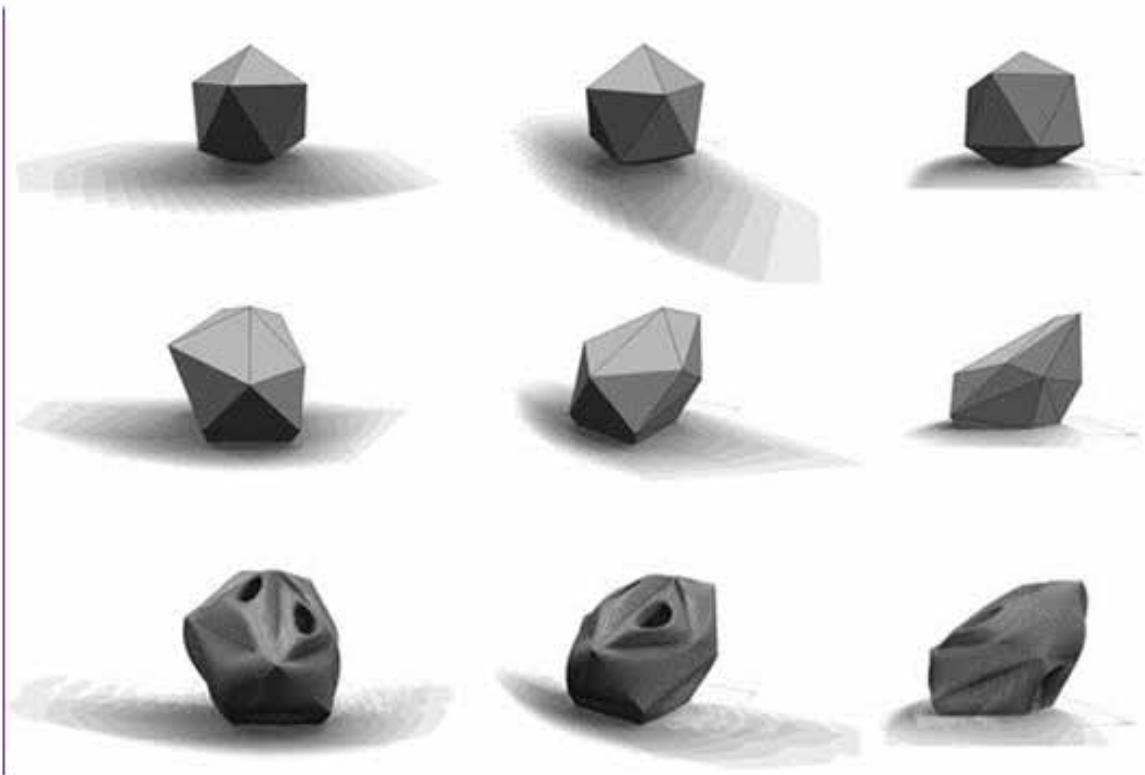
“El diseñador y no el fabricante es el responsable por la creación de la información necesaria no solamente para la manufactura, sino también para el posterior ensamble de los respectivos componentes.”

STACEY (2001), citado en, LYON, EDUARDO. Diseño y Fabricación digital en MARQ 4: Fabricación y tecnología digital. Santiago, Chile. Octubre 2008

Podemos afirmar que el software de diseño paramétrico no es solo una herramienta de dibujo digital, porque además de modelar nuestros diseños en 3D y parametrizar las características constructivas, nos permite diseñar morfologías mucho más eficientes desde cualquier tipo de vista. Además permite modificar cualquier parámetro del modelo durante el proceso de diseño dando flexibilidad a los proyectos y poder así explorar y testear los nuevos diseños de manera mucho más rápida.

Uno de los primeros pasos para comenzar a definir variables para un posible proyecto son: alturas, distancia entre espacios, áreas mínimas, áreas máximas, orientaciones, etc. Este proceso no es significativamente diferente al que ha sido empleado siempre. Tras esos parámetros la tecnología comienza su tarea, el algoritmo o los algoritmos comienzan a trabajar y basado en estas variables desecha toda forma que no cumpla con los parámetros propuestos y en cambio desarrolla formas que encaja en ellos. Para poder explicar estos nuevos lenguajes de programación, aplicables a las estrategias de diseño y producción digital tomaremos como referencia lo que explican los integrantes de Chido Studio, una plataforma de investigación y exploración de diseño paramétrico y generativo. En su WORKSHOP, Parametric design & digital fabrication hablan de cómo aplicar el diseño paramétrico a las estrategias de diseño y producción digital. Para hacerlo propone el siguiente proceso que pasaré a desarrollar.

En primer lugar hay que **definir la idea/concepto** del proyecto para poder traducirlos a una **idea abstracta con condiciones geométricas y matemáticas**, que puedan trasladarse al lenguaje informático. De



MARGEN-LAB . Endesa World Fab Condenser. Pabellón. Barcelona, España 2014.

esta manera estamos generando el proceso de diseño y esto nos permite poder **manipular sus variables y parámetros para su exploración formal y funcional**. Luego es hora de realizar la **programación del proceso**, lo cual significa controlar sus parámetros dimensionales para poder de esta manera intervenir en su morfología y modificarla hasta conseguir el resultado que más se asemeje y cumpla con los conceptos iniciales del proyecto. Es un ida y vuelta interminable, ya que cada variación que se realice cambia los resultados dados, permitiendo infinidad de posibilidades.

De esto podemos sacar las siguientes etapas para su ejecución:

- **Diseñar un proceso y no un resultado concreto**

Es decir desarrollar las relaciones matemáticas y geométricas, generando de esta manera algoritmos, permitiendo esto explorar más de un resultado con los conceptos pre-establecidos para el proyecto.

- **Posibilidad de relacionar variables / parámetros**

Como tenemos un proceso de diseño y no un resultado podemos modificar constantemente sus variables y propiedades, que son probados en tiempo real permitiendo de esta manera explorar varios resultados y seleccionar el más eficiente.

- **Manipulación y recopilación de datos**

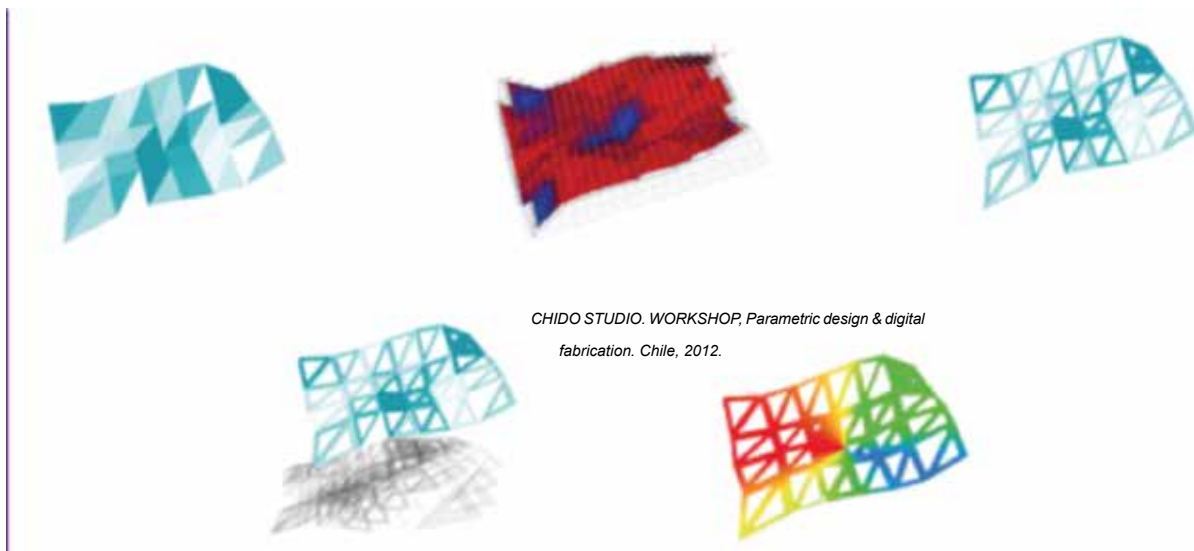
Este tipo de diseño permite relacionar datos de cualquier parte del proceso de diseño e integrar otras disciplinas, de esta manera se pueden relacionar las condiciones climáticas con los conceptos morfológicos del proyectos, así se logra un diseño más integrado.

- **Aplicaciones**

Es decir que gracias al diseño paramétrico se pueden generar diseños inteligentes y/o responsivos estableciendo el proceso de diseño, pudiendo estos adaptarse a cualquier contexto, es decir a cualquier parámetro/variable que se vaya integrando al proceso de diseño.

Los software de modelado paramétrico son muy variables, los más conocidos y utilizados por la mayoría de los Estudios de arquitectura son Revit, Grasshopper, Rhino o Ecotec Analysis.²²

Es necesario incorporar desde el inicio el diseño de procesos constructivos y su integración en el algoritmo generativo para la construcción de cualquier forma emergente, ya que temas básicos como el ensamblaje, generación de patrones para su fabricación, tolerancia de los materiales, pueden ser ingresados en el software. Es la principal diferencia con los sistemas tradicionales constructivos, donde generalmente en principio el diseño se ve desligado de las condicionantes que presenta la construcción del proyecto. Generando esto, que el diseñador deba revisar constantemente y modificar el diseño base a los ajustes demandados por las limitantes constructivas (ensambles, tolerancia de distancias entre componentes, espesores mínimos y máximos, etc.). De esta manera se corre el riesgo de que estos “ajustes” modifiquen la intención o idea del diseño original, generando una ineficiencia en el proceso de diseño, muchas veces sucede esto cuando la morfología es muy compleja y requiere de mucho tiempo, su materialización se vuelve muy difícil de resolver mediante técnicas tradicionales.



CHIDO STUDIO. WORKSHOP, Parametric design & digital fabrication. Chile, 2012.

Imágenes tomadas de Chido Studio.WORKSHOP, Parametric design & digital fabrication. Chile, 2012.

²² CHIDO STUDIO. WORKSHOP, Parametric design & digital fabrication. Chile, 2012.

Gracias a las nuevas tecnologías de fabricación, sumado la incorporación de las lógicas productivas y algoritmos en el proceso creativo de diseño, a partir de sus variables topológicas, facilita la incorporación de lógicas de manufactura en las primeras etapas del diseño y permite la solución de problemas constructivos dentro del proceso y no posteriormente, favoreciendo así la eficiencia constructiva. Tal como formula Eduardo Lyon:

El considerar el conocimiento acerca de la fabricación del artefacto durante el proceso de diseño resulta especialmente importante al explorar tecnologías alternativas a los métodos tradicionales de construcción, donde no está bien definido el espacio de opciones para la fabricación del artefacto.²³

El modelo digital se vuelve el centro productivo, del cual todas las disciplinas intervinientes en el proyecto como constructores, fabricantes de piezas y demás, obtendrán la información necesaria para la realización de sus trabajos, así se puede asegurar la correcta materialización del proyecto en la realidad. De esta manera el modelo digital sirve para el análisis y evaluación del proyecto antes de su construcción física.

La gran ventaja del uso de estas técnicas digitales es que permiten librarnos de las restricciones impuestas por las estandarizaciones y de la producción en masa, que en muchos casos nos limitan a la hora de diseñar un proyecto en base a las modulaciones que no necesariamente sean las más adecuadas para realizarlo. Esto permite separarnos del diseño convencional y estandarizado para convertirnos en nuestros propios diseñadores de sistemas de diseño y construcción, permitiendo así que nuestra producción no se limite a una forma determinada.

Se producen sistemas para el diseño y la manufactura del proyecto, con los cuales se pueden producir modelos de información, estos permiten manipular y organizar dentro del ámbito digital los datos y variables que requiera el proceso productivo. El algoritmo al programarse como una función específica puede ser capaz de dar forma y estructura a datos externos, introducirlos y organizarlos dentro de un proceso de diseño. La generación de sistemas paramétricos, no solo debe comprender la generación de la forma, también debe saber como la forma se ensambla con sus componentes.

Fue el matemático Norbert Wiener en 1942 el que estableció los protocolos que hicieron posible la comunicación entre las computadoras y las máquinas/herramientas, lo que provocó una rápida revolución en el modo de componer y de diseñar los espacios. Es así que nacieron los procesos conocidos como Ingeniería Asistida por Computadora (siglas en ingles: CAE, Computer Aided Engineering) y Manufactura Asistida por Computadora (siglas en ingles: CAM, Computer Aided Manufacturing), estos son capaces de producir la mecanización de las instrucciones enviadas digitalmente por un software.

Luego de esto es que comienzan a desarrollarse las complejas herramientas como las maquinas de corte, sustractivas, aditivas y formativas que utilizamos en la actualidad en la mayoría de nuestros productos cotidianos. Pero las industrias donde más se ven utilizadas estas maquinas es en la industria automotriz. Esto dio lugar al nacimiento de la automatización y la robotización en la producción, además de permitir la realización de piezas prefabricadas pudiendo ser todas diferentes sin que esto signifique un mayor costo de producción. Se genera así una interrelación productiva entre el diseño paramétrico y materialización constructiva. No cabe duda que el diseño paramétrico se presenta como una ágil herramienta generativa a la hora de proyectar de manera flexible, dinámica e integrada, pudiendo producir morfologías complejas, orgánicas y con un gran grado de eficiencia.

Con la utilización en conjunto de la fabricación digital y el diseño paramétrico, el proceso de materialización se hace de manera directa sin intervinientes en el medio dándole así al diseñador un control inmediato sobre el resultado final. De esta manera se produce un nuevo paradigma, en el cual el modelo digital es la base y permite el flujo de toda la información necesaria para la materialización del proyecto, y es el Diseñador quien controla, sintetiza y representa a partir de su sistema de diseño, la información proveniente de las diferentes disciplinas involucradas en la obra. Para que los sistemas productivos sean correctos se necesita un ensamble digital que de la posibilidad de una correcta transición entre el mundo digital y el real, como la lógica de comunicación y la relación entre los componentes generativos. Este

²³ LYON, EDUARDO.

ensamble digital depende en gran parte de la capacidad sintética y diagramática para generar relaciones constructivas entre los componentes, pero sobre todas las cosas existen 3 subtemas a tener en cuenta:

- El método productivo o fabricación digital: se debe conocer sobre que método de fabricación digital se basa el sistema de diseño. Puede ser:

Fabricación bidimensional: Se permite el corte de materiales a partir de un movimiento bidimensional (plano xy) del cabezal de corte de una maquinaria que parte de información numérica. Puede estar basado en tecnología láser, plasma, inyección de agua, etc. Se realizaran cortes de materiales planos, como puede ser planchas de madera, de acero, acrílico, etc., basándose en una planilla de corte que se traducen mediante software específicos, que le da la posición del cabezal de corte. Se debe tener en cuenta el material para ajustar las potencias y velocidades del corte, además de la capacidad dimensional de trabajo que tiene la maquina.

Fabricación sustractiva: Consiste en el desgaste del material mediante un torno controlado a través de un código de control numérico. El torno remueve una cantidad específica del material, este debe ser un bloque de un material solido para poder darle la forma determinada. Este proceso de fabricación surge en base a la evolución del sistema bidimensional de corte y permite incorporar el plano Z en el proceso de sustracción del material, es decir la dimensión 3D. Al igual que la fabricación bidimensional hay que tener en cuenta las dimensiones máximas y mínimas de trabajo que tiene estas maquinas, además que dentro de esta existes maquinas con mas ejes de movimiento que permiten un corte mucho más preciso y complejo.

Fabricación formativa: Esta se basa en la capacidad de deformación de los materiales mediante una técnica determinada, puede ser mediante formas restrictivas, fuerzas mecánicas, aplicación de calor o hasta de vapor.

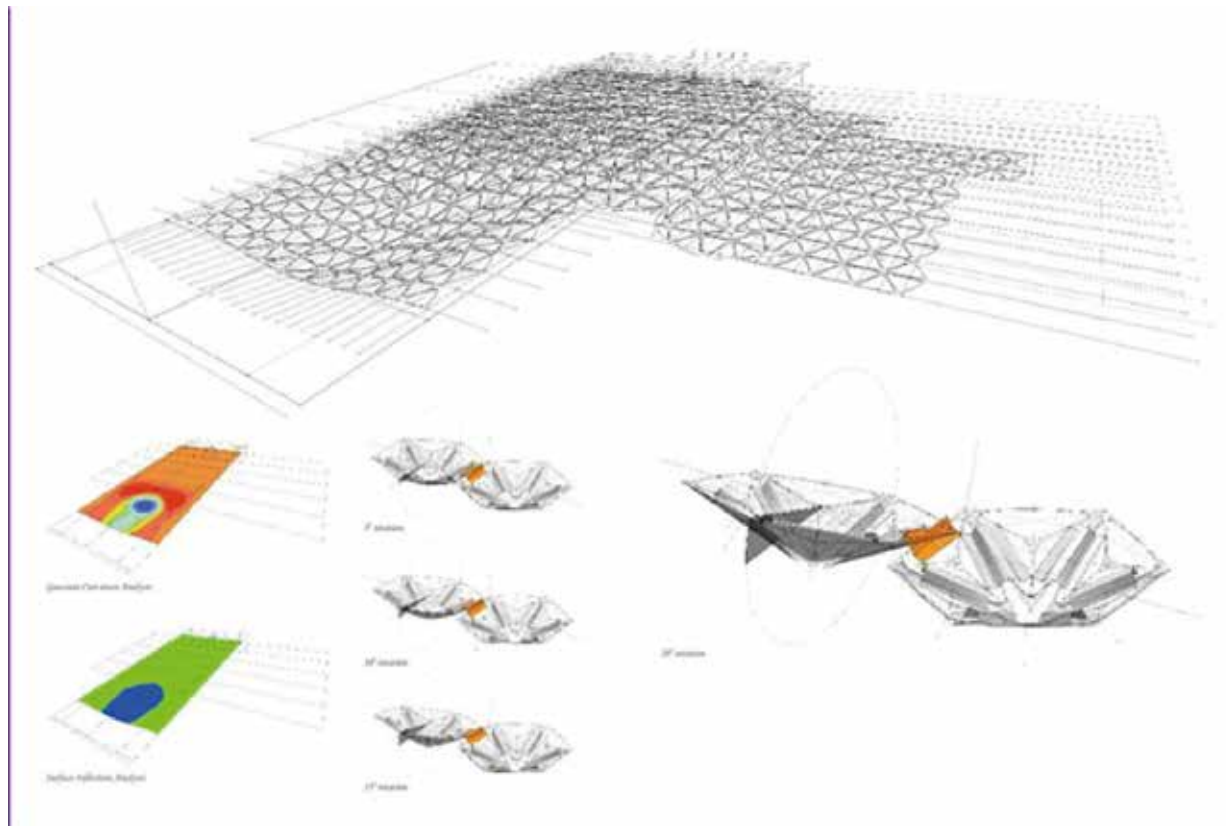
Fabricación aditiva: Se basa en la fabricación de objetos mediante la superposición de capas del material, utilizando generalmente polvo de yeso y resina o en base a plástico. Se utiliza generalmente en las etapas iniciales de fabricación ya que tienen un costo elevado, además que el tamaño disponible para la producción de objetos es reducido.

- La condición material: se debe considerar las características técnicas de los materiales que se utilizarán. Como son su rigidez, resistencias, capacidad de torsión, de pliegue, dilatación, etc.
- El método de armado: se debe considerar la información en cuanto al ensamblaje en fábrica e in situ de los componentes generados si se considerara que la información planimetría bidimensional no alcanza para la comprensión de todos los procesos de ensamblaje.²⁴

En definitiva se necesita considerar toda la información necesaria para la ejecución correcta del proyecto. Es necesario que el Diseñador conozca todas las condiciones que impone el proceso productivo elegido, se deben plantear las relaciones topológicas y las funciones que determinan cada parte teniendo muy en cuenta el proceso y funcionamiento del método de fabricación seleccionado.

²⁴ PINOCHET PUENTES, DIEGO IGNACIO. Tesis Proyectual: *Forma digital/forma construida. Sistemas de diseño orientados a la manufactura y ensamble digital, Métodos de producción digital*. Chile. Abril, 2009.

Como antecedente de esta técnica tenemos el lenguaje de patrones. Si nos remontamos al periodo de posguerra el Arquitecto Christopher Alexander propuso este procedimiento de diseño por parámetro



Belzberg Architects. Conga Room. Los Ángeles, EE.UU. 2008.

pero utilizando la palabra “patrones”. Este lenguaje se utiliza para determinar los valores de decisiones cuya efectividad resulta obvia a través de la experiencia, pero que es difícil de documentar y pasar a los aprendices. El Arq. Christopher Alexander utilizó el término lenguaje de patrón para referirse a los problemas normales del diseño arquitectónico y civil. Esta idea se popularizó con la publicación de su libro *A Pattern Language*, donde Alexander da la siguiente definición de patrón:

Cada patrón describe un problema que ocurre una y otra vez en nuestro entorno, para describir después el núcleo de la solución a ese problema, de tal manera que esa solución pueda ser usada más de un millón de veces sin hacerlo ni siquiera dos veces de la misma forma.²⁵

Durante mucho tiempo se utilizó este sistema de patrones en la enseñanza de la arquitectura a sus aspectos funcionales, lo que llamamos programa de necesidades, para intentar reducir la complejidad de una obra. De esta manera se podía controlar los resultados, a través de grillas con sistemas de relaciones entre las distintas unidades de uso, evitando superposición de áreas, de circulaciones, etc. Los patrones de diseño se deben relacionar unos con otros y así se formará un lenguaje de patrones. Cada patrón debe indicar su relación con otros patrones y con el lenguaje en sí. Siguiendo las enseñanzas de Alexander, cada patrón debe describirse:

Contexto -> Sistema de fuerzas -> Solución

Donde “Contexto” se refiere ¿Bajo qué condiciones esta solución resolverá el problema? “Sistema de fuerzas” se puede considerar como el problema u objetivo. Por último la “solución” será la configuración que pone las fuerzas del equilibrio o resuelve el problema que se presenta.

²⁵ ALEXANDER, CHRISTOPHER. 1964.

Es así que una entrada en un lenguaje de patrón debe tener un nombre sencillo, una descripción concisa del problema, una solución clara, además de suficiente información para ayudar al lector a entender cuando aplicar esta solución. Es por eso que para que un patrón cumpla bien su función debe solucionar un problema con soluciones que ya hayan sido probadas, no son teorías ni especulaciones. Además que esta solución no debe ser obvia los mejores patrones deben generar una solución para un problema indirectamente siendo una aproximación necesaria para los problemas de diseño más complejos. Se debe plantear una relación, describiendo así sistemas, estructuras o mecanismos. Este último punto es la tarea que cumple el software, el es el encargado de probar que las variables surgidas funcionen de manera correcta.

// HIPÓTESIS

“El diseño paramétrico es el nuevo paradigma del diseño contemporáneo” SCHUMACHER, PATRIK. Manifiesto parametricista. The Dark Side Club. 11ª Bienal de Arquitectura de Venecia, 2008.

Tiene bases en lo biológico y lo tecnológico, es una herramienta fundamental para esta nueva generación, donde la eficiencia, adaptabilidad y evolución son de vital importancia. Esta nueva forma de concebir el diseño nos permite generar morfologías complejas, mutables, fluidas, orgánicas y libres de toda limitación dada por las herramientas tradicionales de diseño.

Es la evolución del Diseño en todas sus ramas desde el diseño de interiores, la arquitectura, el diseño de mobiliarios, e incluso el diseño de productos.

// CASOS

“El trabajo del arquitecto es una respuesta al espacio, que demanda, y también una pregunta: cómo transformarlo.”

ALVARO SIZA

// Restaurant // NADAAA
// Boston, E.E.U.U. // 2008



img. 1



img. 2

Esta obra está ubicada en el antiguo Penny Savings Bank y aprovecha las peculiaridades espaciales y funcionales del espacio como inspiración para la especulación e invención. Banq restaurante requirió que el suelo fuera flexible para las actividades cambiantes del espacio, en contraste con el cielorraso que contiene programas fijos (que forman parte de la infraestructura del edificio - la estructura, drenaje, equipo mecánico, sistema de incendios, iluminación, y sistemas acústicos).

Banq se divide en dos sectores: un bar y un restaurante. En el diseño del espacio, se conceptualiza un **paisaje virtual** para cenar y se concreta entre el cielorraso y el suelo siguiendo el eje longitudinal. Para lograrlo se desarrolló un sistema de malla de madera contrachapada de abedul que oculta de la vista las cañerías y los sistemas mecánicos. La geometría de los listones de madera está diseñada como un paisaje ondulante que se ajusta a la estructura de la sala principal.



img. 4

img. 3

Las columnas y el almacenamiento de vinos, ubicado en el centro de la sala, sirven como punto de apoyo para todo el sistema del cielorraso que actúa como un tronco monumental, dando la sensación de estar como suspendido. De frente se percibe como **un espacio continuo que se “derrite” de arriba hacia abajo**. Pero desde una vista lateral, el espacio entre las tablas se hace evidente y aprovecha ese vacío -representado en las sombras- como un recurso estético. Por lo tanto, las vistas laterales ofrecen las visuales parciales del espacio de servicio que se encuentra oculto arriba. El espacio entre las costi-

// NADAAA // BANQ
// Boston, E.E.U.U. // 2008

llas del techo es variable; se comprimen y liberan para mantener los espesores visuales de la superficie general desde diferentes ángulos de visión.

Por debajo, los aspectos funcionales de un espacio de comedor son fabricados con maderas cálidas y bambú laminado, amplificando el efecto de las bandas en el espacio. Las estrías del suelo, los muebles y el ondulante cielorraso transforman el espacio con un efecto total, envolviendo a los comensales.

La historia del edificio se mantiene intacta, ya que las estrías que componen el diseño fueron ajustadas desde la estructura ya existente sin afectar la construcción. En algunos sectores del restaurant se dejaron a la vista partes de las paredes originales, como un homenaje a lo que significó este banco para la ciudad de Boston.



img. 5



img. 6



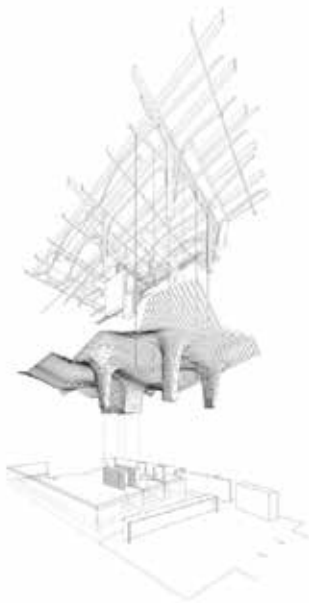
img. 7



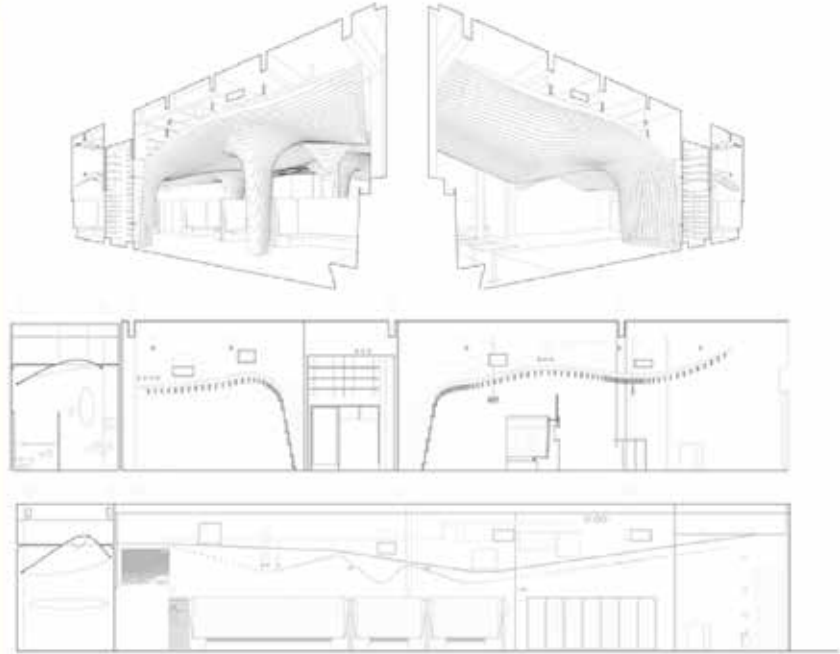
img. 8

La intervención se sitúa lejos de todas las paredes interiores y en suspensión desde arriba. Cada costilla del techo ondulado está hecho de la unión de piezas únicas de tres cuartos de pulgada de contrachapado de abedul adheridas por encastre, como un rompecabezas; cada módulo tiene su propia ubicación, formando un **elemento topográfico continuo**. Para su construcción fue necesario el traspaso al software CNC para realizar los cortes de las piezas que luego se ensamblarían. De manera que fue necesario detallar con precisión la ubicación estratégica de cada pieza. Las piezas se sujetan a la estructura de forma perpendicular, junto con los soportes de acero de la construcción base.

// NADAAA // BANQ
 // Boston, E.E.U.U. // 2008



img. 9



img. 10



img. 12

img. 11

SÍNTESIS

El diseño **paramétrico** de esta transformación espacial ondulante, no solo abarca el **diseño del proceso del proyecto**, sino también el **diseño de su producción**.

Por el material utilizado el diseño del **proceso de producción** se realizó junto con el diseño del proyecto, se debía traducir la información de un software a otro para cortar las piezas y luego ubicar donde se colocaría cada una. Es una **topología híbrida donde lo orgánico y lo maquínico dialogan**. Se basa lo orgánico en las leyes de la biología que generan la forma, y lo maquínico en las herramientas tecnológicas que hacen posible su construcción y llevar a cabo la estructura que transforma el espacio.

Existe **eficiencia y precisión para el proyecto, su gestión y producción**, (en los materiales elegidos, el corte y la ubicación de cada pieza con su encastre).

TANG PALACE //



img. 13



img. 14

En el proyecto Tang Palace el Estudio Atelier FCJZ debió enfrentarse al diseño de un restaurante ubicado dentro de un edificio comercial en Hangzhou, una ciudad histórica de China. Para el diseño debieron contemplar los 9mts de altura del espacio y una importante vista a la ciudad. El desafío era **combinar lo contemporáneo con lo tradicional**, rompiendo los estereotipos para que sea un lugar distinto, que se relacione con la cultura del país.

El Estudio se propuso crear “espacios interiores entre sí a través de los diferentes usos del nuevo material de **bambú**, en respuesta a la cultura local, mientras que la búsqueda de efectos espaciales interesantes.”, dijo el grupo del Atelier FCJZ en su declaración sobre el diseño del proceso. Se eligió como



img. 16

img. 15

material principal tableros compuestos de bambú, un árbol tradicional chino pero con morfología actual. El tejido semitransparente de bambú define las paredes y el techo del comedor de primer nivel, lo utilizan de manera continua y ondulada. De este modo, el visitante se empapa de una sensación lúdica de límite que no genera envolventes planas. El concepto era que **el material y el patrón de tejido hicieran referencia a las prácticas tradicionales chinas**.

// Atelier FCJZ // TANG PALACE
// Hangzhou, Zhejiang, China // 2010

En la sala, para tomar ventaja de la altura, los diseñadores decidieron que algunas de las habitaciones privadas estuvieran suspendidas desde el techo y así lograr un ambiente que interactuara entre los niveles superiores e inferiores, enriqueciendo así el placer visual. Además, se abre un canal de comunicación a través de la luz, ya que en el mismo suelo de las habitaciones privadas suspendidas se colocó la iluminaria para la planta inferior.

El gran reto de los diseñadores fue resolver la cuestión de una columna de hormigón ubicada en el centro de la habitación, como así también varios bloques semi-ovalados que desorganizaban el espacio. Con el fin de superar la fuerte presencia de esta columna, se construyó una caja de luz de bambú alrededor que baña a la habitación con el color brillante del bambú. Con este recurso, los diseñadores encontraron otra manera de dialogar entre **tradición y modernidad** en la zona de comedor.

El cielorraso ondulado es una trama compuesta por tiras de bambú. Suspendido en el aire crea una expresión visual dramática dentro de la sala. Esta "red" hace honor a la altura original del edificio (9 mts) y por lo tanto quien recorra uno de los niveles disfrutará de la vista de todo el espacio desde diferentes ángulos.



ima. 20

img. 19

El hall de entrada perpetúa la calidez del bambú. Sus paredes están cubiertas con este material que continúa el esquema curvo original de la construcción. De esta manera, se hace eco del cielorraso, así como también invita a los clientes a ingresar y brinda una primera noción de cómo se desarrolla el espacio.

En el segundo nivel están los pequeños comedores suspendidos del cielorraso. Estas habitaciones ofrecen un lugar más privado y, al mismo tiempo, aportan sensualidad al ambiente por sus paredes semitransparentes y a los comensales los invita a sumergirse en el un mar imaginario de bambú tejido.

Con respecto al diseño de la red de bambú se encimó una retícula plana sobre la primera planta y se la curvó siguiendo las líneas del espacio, respetando las columnas estructurales y haciéndolas formar parte de la esencia del centro comercial MlxC. Las tiras de bambú forman triángulos isósceles, sus líneas rectas juegan con las curvas del diseño en general. El principal **referente** fueron los **bosques de bambú** típicos de la región.

// Atelier FCJZ // TANG PALACE
// Hangzhou, Zhejiang, China // 2010



img. 21

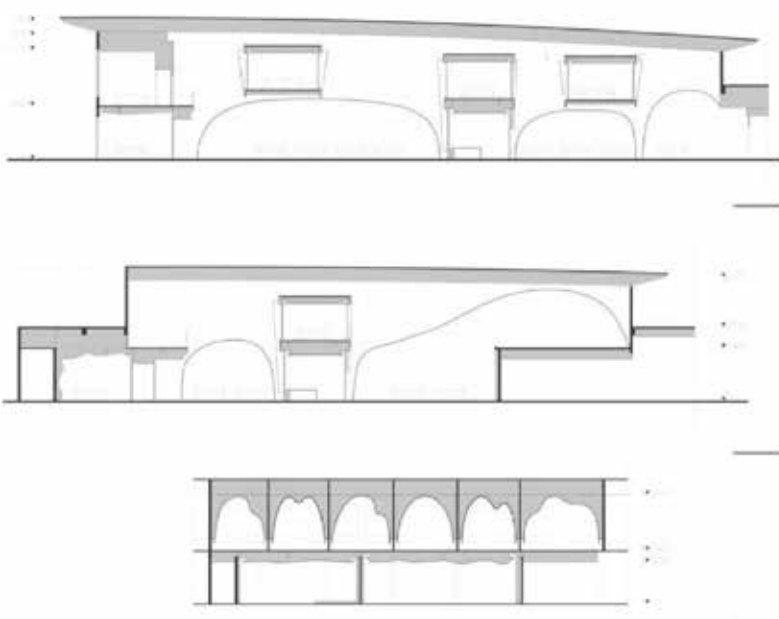


img. 22

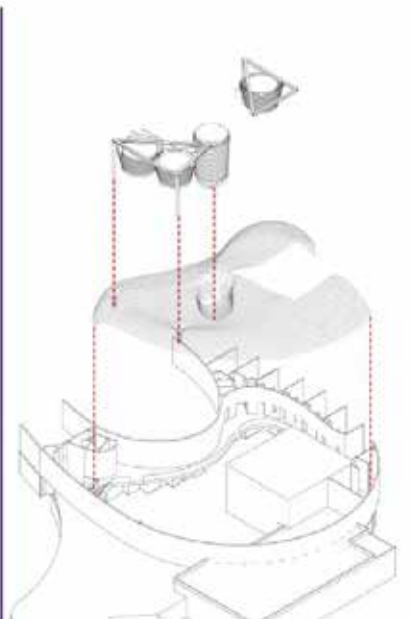


img. 24

img. 23



img. 25



img. 26

// Atelier FCJZ // TANG PALACE
 // Hangzhou, Zhejiang, China // 2010

La retícula paramétrica fue construida con suma meticulosidad. En este caso no se podía pasar al programa CNC, sino que **este híbrido se construyó de manera artesanal, tejiéndolo**. El material **bambú**, se eligió tanto por **su simbolismo del espíritu oriental** como por sus características técnicas, dentro de ellas se destaca su alto grado de **dureza, flexibilidad, baja densidad y resistencia**. Gracias a estas propiedades se logró generar esta estructura curva que recorre todo el espacio y se sostiene a ella misma. Para curvarlo se pudo haber utilizado diferentes técnicas, por ejemplo, humedecer o calentar las piezas y así armar los moldes con la forma deseada. Al enfriarse, el bambú se adaptaría a la forma planificada. Posiblemente, la trama se realizó por partes separadas que luego se unirían. Por eso, para que se lea como un tejido continuo se debió pensar pieza a pieza y en diferentes etapas, para que todo coincida con un encastre perfecto.

En conjunto, la morfología colabora en crear un espacio interior diversificado y al mismo tiempo interrelacionado. Mediante distintos usos del mismo material, el bambú, se respeta la cultura local y se contempla lo actual en la búsqueda de intrigantes efectos espaciales.



img. 28

img. 27

SÍNTESIS

En este proyecto se distingue el **diseño del proceso de producción**, para lograr una estructura totalizadora que transforme el espacio. Un trabajo **artesanal de ensamble** para **tejer una estructura híbrida**, donde la **precisión y la eficacia en la materialización** determinaron el éxito. El resultado es de **generación orgánica** sin aportes maquínicos.



img. 29



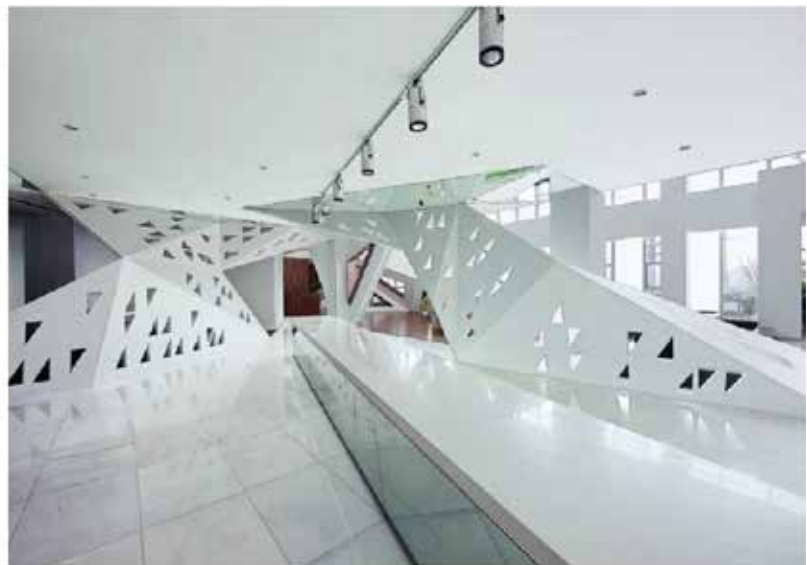
img. 30

En el proyecto Arthouse (“de autor”), diseñado por el arquitecto Joey Ho, se trata de un **espacio** que incorpore a más de un proyecto: las galerías de arte en los dos primeros pisos y una cafetería / bar en el tercero. El **paisaje abstracto** del interior desafía los límites entre los espacios públicos y la zona de exposiciones, esto logra un vínculo más fuerte entre los diferentes espacios y propone una idea novedosa de lo que significa una galería de arte. El **diseñador tiene como objetivo romper el límite, de las obras de arte y fomentar una relación más íntima entre el espacio y la gente.**

La variedad de materiales para su construcción fue lo más sintética posible para que sean las perspectivas lo que **estimulan diferentes sensaciones** en cada visitante. A su vez, la prevalencia del blanco resalta las obras de arte y permite un respiro visual para apreciarlas mejor.



img. 31



img. 32



img. 33



img. 34

El diseñador aplicó cuatro formatos cruciales para que el concepto esté presente en todos los niveles y funciones. En primer lugar, se dispusieron **instalaciones verticales en los vacíos**, lo cual no sólo contribuye a la conexión entre las tres plantas, sino que también crea un **ambiente unificado y animado** con luz natural que se filtra a través de los ventanales del edificio. Sobre estos límites también hay algunas aberturas triangulares contenidas dentro de marcos de madera con distintos espesores. Luego se crearon **fragmentaciones** de pequeños triángulos alrededor de las exposiciones. Esta es una de las estrategias del diseñador para romper el límite de las piezas de arte, fomentando así una relación íntima entre el espacio y el público. Mientras que en la **cafetería** mantiene los **vanos triangulares** contenidos en un marco de madera sobre **paredes facetadas**, combinado con sillas y mesas monocromáticas para no sobrecargar el espacio. Por último, el espacio donde se sitúa la **alfombra** continúa la idea de quiebre pero de forma más suavizada para no quitarle protagonismo a su entorno.



img. 36

img. 35

El diseñador desarrolló una **forma dinámica** para el espacio interior, **desdibujando los límites espaciales y corporales entre el café y los usuarios**.

El Arthouse Café busca romper con el armado de las cafeterías habituales y **sorprender** a cualquiera que ingrese en este establecimiento con una experiencia nueva y agradable. A diferencia de las tiendas de cadena, ésta ofrece una **nueva atmósfera** en cuanto a la relajación y a los eventos sociales. Esta cafetería pretende ser un lugar ideal para mezclarse con los demás en un espacio público de diseño innovador.

Para el diseño de este proyecto Joey Ho se inspiró en la geometría y especialmente en el **concepto de “triángulos en movimiento”** para la generación morfológica. Como principio se tomó conciencia del programa de necesidades para trazar una circulación fluida en el espacio.

En principio, los límites parten del **techo como si se derramaran sobre el piso** para generar límites semi-abiertos y permitir la comunicación con lo que sucede del otro lado, arriba y abajo. La **traslación y el reflejo, junto con la intercepción y substracción** son parámetros fuertemente utilizados en este espacio.

Para las ventanas de la planta alta se utilizó se implementó el redimensionamiento de los triángulos y luego la substracción para perforar el límite. En este proyecto **lo maquínico es el eje central** y deja de lado todo lo orgánico, ya que las leyes que lo rigen provienen del campo maquínico. Fue creado con una cantidad mínima de materiales para confundir aún más los límites espaciales, mármol para el piso, corian para los límites, cristal para las aberturas, y madera para pisos y marcos.

Para su construcción se prestó especial atención al **diseño de proceso de producción**. Éste es otro caso en el cual la morfología no pudo ser traducida a un CNC para el corte de sus piezas y luego ensamblarlas, aquí se debió hacer el **corte pieza por pieza**. Al estar hechas en corian, se necesitó tener claro las dimensiones de cada fragmento, la posición en que se colocaría y su ubicación en el espacio. En primer lugar, se cortaron cada una de las piezas y luego se realizaron los detalles: para las piezas de planta baja se utilizó un corte de triángulos para romper el límite y en el caso de las de planta alta se debió hacer el corte de las ventanas. Fue necesario pensar la manera de encastrarlo para que sea firme y sus juntas no se vean.

Para lograrlo, pudo utilizarse como manera de anclaje cortes a 45° o dependiendo el ángulo en que se ubique la pieza respecto de la otra, y algún sistema macho-hembra para reforzar el anclaje y evitar el movimiento de las piezas. El gran límite que recorre las tres plantas debió dividirse en partes transportables para su armado *in situ*.

SÍNTESIS

El diseño **paramétrico** no solo abarca el **diseño del proceso**, sino también el **diseño de su producción** para que este pueda expresarse en la realidad de igualo manera que en los render. Se ve como el diseño del proceso de producción toma mayor importancia ya que debe ser meticulosamente realizado, pieza a pieza, generar moldes, hacer cortes con maquinas especiales. Si bien su terminación se ve más tecnológica podemos hablar que por el uso del material corian los cortes se debieron hacer de manera manual, con lo cual las **técnicas** para la realización son **artesanales**.

Toma al proyecto de **transformación espacial** como **obra de arte** y lo trabaja como un **paisaje abstracto. Rompe los límites** para generar una relación fuerte entre el visitante y las obras expuestas, entre el espacio y los usuarios en el café. El diseño es **maquínico** con operatorias de reflejo, traslación, intercepción y sustracción.



img. 37

img. 38

CONGA ROOM AT LA LIVE //



img. 39



img. 40

El proyecto de Conga Room fue realizado por los arquitectos Belzberg y está situado en Los Angeles. Está inspirado en el baile de la cultura latina, la intención del diseño es ser fiel a la energía de esta comunidad y rendir homenaje a sus raíces y a la historia, mientras que se fusiona con el estilo de vida de Los Ángeles. El programa para este proyecto incluye: un espacio para música y danza en vivo, un restaurante, tres bares diferentes, un estar en el patio, un salón VIP y una sala privada. También fue necesario un espacio de oficinas para las negociaciones con los artistas. Este proyecto debía prestar mucha atención tanto a los detalles como a las funcionalidades, ya que convivirían múltiples programas en simultáneo.

Este nuevo espacio para la cultura latina de 1,900 metros cuadrados incluye múltiples sectores, cada uno con su propia atmósfera. Los arquitectos contaron con la colaboración del artista cubano Jorge Pardo y el muralista mexicano Sergio Arau.



img. 41

Por la variedad de programas que se desarrollan en este espacio, el proceso de diseño comenzó a partir de tres factores principales. **La música es el corazón del Conga Room**, por eso, se pensó todo en base a ella. Se tuvo en cuenta el efecto de las vibraciones, por ejemplo, el espacio de oficinas debía estar aislado acústicamente del resto del edificio. Otro factor importante era que este establecimiento recibiría diariamente un flujo considerable de personas, de modo que el diseño proyectado debería ser diagramado estratégicamente para que no estorbase el paso. La solución fue desarrollar el **diseño sobre el cielorraso**. Finalmente, el club no se ubica en la planta baja del edificio, es por esto que se debió crear **un diseño que cautive y seduzca a los visitantes**, con el fin de atraerlos y direccionarlos hacia el bar. Con este propósito, se creó una imponente escalera para el acceso, que sería el inicio de la cautivadora experiencia que comienza en el siguiente nivel.

La base de este proyecto era **despertar la curiosidad en el público** a través de la estructura creada y al mismo tiempo que ésta organice todo el espacio, teniendo siempre presente **la vitalidad y el dinamismo de la cultura latina**. Se relacionó la idea de **movimiento, ritmo, sinuosidad y sensualidad**, y se tradujo en una estructura que refleje este ánimo característico. Como atractivo principal en planta baja, un gran tronco traspasa la losa y permite visualizar parte del diseño, anticipando lo que ocurrirá en el siguiente nivel. De este tronco nace la superficie sinuosa que se desarrolla a lo largo de todo el cielorraso, que va desde el hall de acceso hasta la pista de baile. Esta estructura en forma de rombos comienza a asomarse sobre los escalones, atrapando al espectador para que se sumerja en este nuevo clima. La estructura se separa, se divide en triángulos de puntas redondeadas. Esta trama hace de guía para los clientes, invitándolos al escenario.



img. 42

img. 43

// Belzberg Architects // CONGA ROOM
 // Los Ángeles, EE.UU. // 2008



img. 44

img. 45

A medida que el diseño avanza hacia el escenario comienza a tener mayor movimiento y se replica en las paredes del hall de ingreso en forma estampada. El juego visual en el techo, su reflejo en las paredes y las luces que van variando su color envuelven al visitante en un **clima didáctico y en continuo movimiento**.

En el cielorraso se ubican la aislación acústica, el sistema de calefacción y refrigeración, las luces y la infraestructura necesaria para la sala de conciertos. A todo esto se suma la estructura que sostiene estas piezas complejas, por lo que se tuvo que bajar la altura del techo de manera considerable para generar mayor espacio disponible. **El techo** no es una superficie delgada que se extiende por todo el espacio, sino que es **una superficie profunda de capas que contiene múltiples funciones**, cada panel de madera contrachapada se mueve para reflejar y absorber el sonido según sea necesario. Se debió recoger datos de diversos software de análisis acústico, ya que era parte fundamental del proyecto, no solo el cielorraso proporcionaría un entorno visual dinámico, sino también la acústica del espacio debería ser perfecta para escuchar música.



img. 47



img. 48

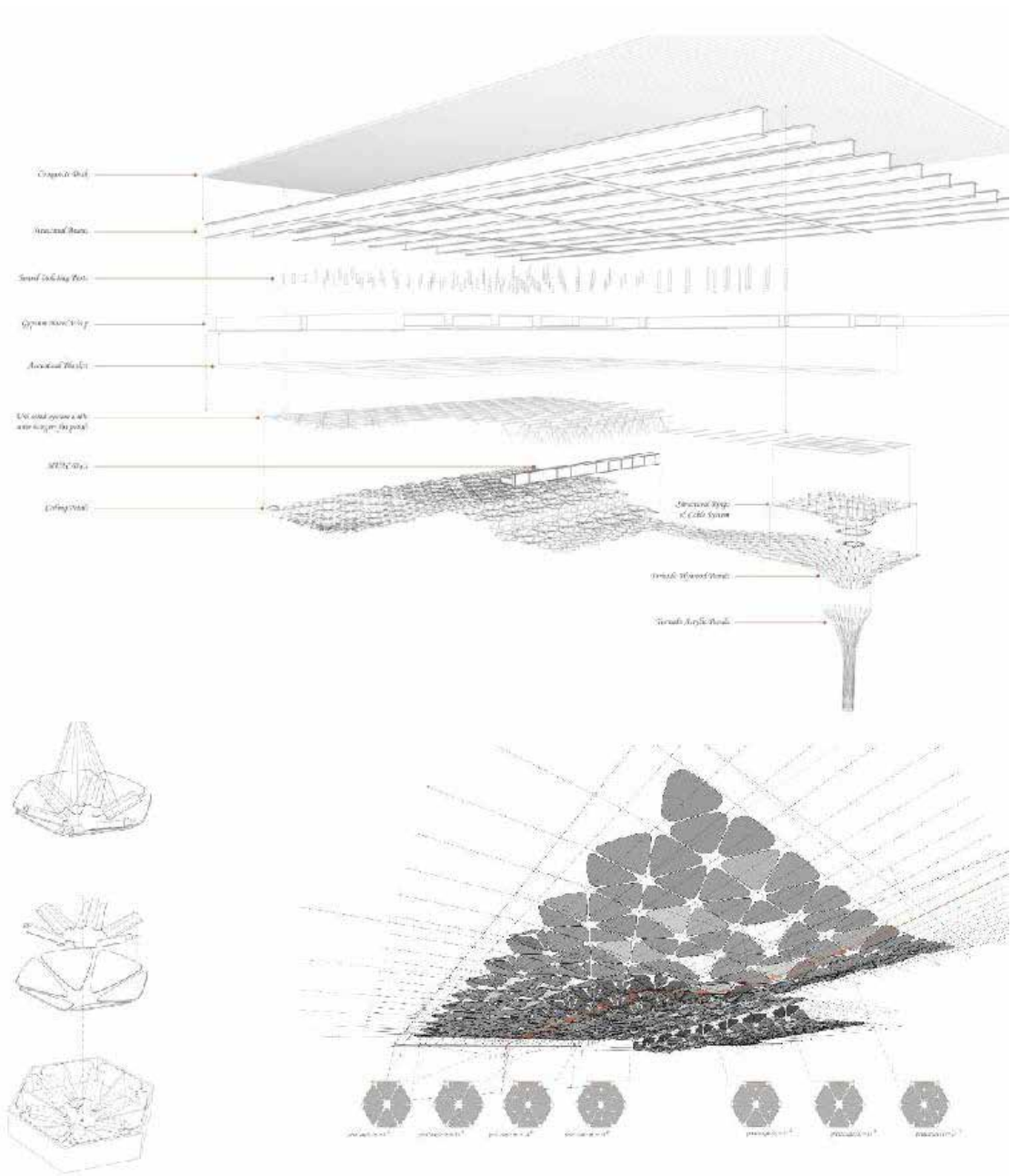


img. 46

// Belzberg Architects // CONGA ROOM
// Los Angeles, EE.UU. // 2008

Como intensificador de este sistema se usó un juego de luces que acompaña y enriquece al diseño. Consiste en iluminar toda la estructura que pasa por el cielorraso variando su intensidad y color al compás de la música, aportando una mayor sensación de movimiento y mutación, el ritmo pasa a ser el protagonista de la escena.

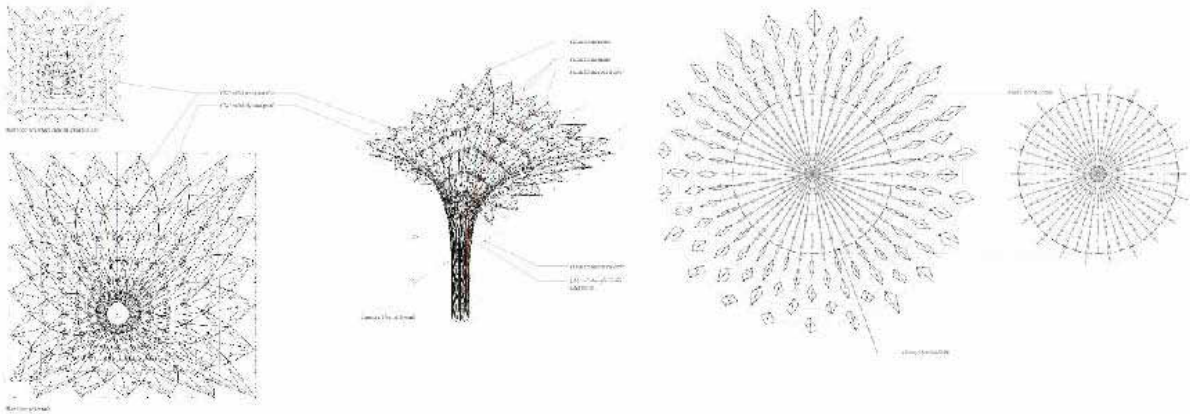
La trama se propuso desde el uso de la **flor como generadora morfológica** de todo el espacio, no sólo se la imitó visualmente sino que se hizo **uso de su patrón de crecimiento**. El núcleo donde nace la estructura es el tronco que conecta la planta baja con el siguiente nivel, se usó la idea de **un árbol que crece y muta en el interior del espacio**. En principio se presenta como un **patrón de diamantes que nace del clásico paso de baile de rumba cubana**, pero a medida que avanza crece su configuración y complejidad. La trama fue realizada a partir de la fragmentación de pétalos. Estas piezas en forma de rombos se separan y dividen en triángulos, que se redondean en sus puntas, también se redimensionan y se agrupan de a seis formando así una flor. En conjunto, forman la estructura compleja que recorre cada ambiente, avanzan y se amoldan a cada instancia del local.



img. 49

El parámetro que se utilizó para la generación de esta superficie fue la **proliferación de las flores** en una superficie unificada, aquí **lo orgánico y lo maquínico trabajan de la mano**. Este proyecto tiene sus bases en la naturaleza y la tecnología ayuda a imitarla **basándose en las reglas de crecimiento y desarrollo, y así generar vida en el espacio**. Como material principal se eligió la madera contrachapada pintada.

El Estudio Belzberg Architects es un fiel representante del diseño paramétrico, desde hace años exploran esta técnica para la proyección de sus diseños, de esta manera **mejoran la productividad y la eficiencia de la construcción y la manufactura**. En la búsqueda de satisfacer los deseos del cliente se creó la superficie del techo a partir de una serie de Computer Numerically Controlled (CNC) de paneles de madera contrachapada pintada, a partir de un conjunto de patrones de diamantes derivados del paso de baile de rumba, como se dijo anteriormente. Para esta obra **se necesitó una gran cantidad de documentación detallada por sector y por rubro. Se debía tener en cuenta la infraestructura de la sala de conciertos, la iluminación, la calefacción y la refrigeración, así como los estudios acústicos y la mecánica de los pétalos que se moverían para reflejar y absorber el sonido**. No sólo el proyecto debió ser eficiente y preciso, sino que también lo debía ser la documentación. **Fue clave un constante diálogo entre los diferentes software para la construcción del proyecto**.



img. 50

SÍNTESIS

Se realiza un **diseño de proceso generativo abierto**, para crear un planteo escultórico, de gran sensibilidad, **basado en estéticas biológicas. Se diseña el proceso de producción para lograr una eficiencia en el proyecto, la gestión y la materialización**. Se concreta **lo orgánico en la generación y lo maquínico en la producción y gran despliegue tecnológico**.



El local Indigo Deli es un proyecto realizado por el grupo de arquitectos SP+A y está ubicado en el Palladium Mall, un conocido centro comercial de la ciudad de Mumbai. Es un restaurant gourmet y cafetería pero, a su vez, cuenta con una tienda de venta de alimentos envasados, productos de bazar y libros de cocina. El proyecto debía contemplar esta variedad de programas. A pesar de ser una cadena, cada sucursal es **única**, esto cambia la forma habitual de establecer la identidad de marca. Muchas cadenas utilizan la misma morfología para todos sus locales, lo que termina siendo un poco monótono. En el caso de Indigo Deli lo que los une es su clima cálido y a la vez la originalidad de sus espacios.

Para el diseño del Indigo Deli los diseñadores se centraron en irrumpir el ostentoso contexto comercial en el que se sitúa y quebrar la idea de la expresión repetitiva como arquitectura comercial de marca. Este debía ser un ambiente que combinara **la intimidad y la calidez de las bodegas tradicionales** con



img. 52

img. 53

el programa de estanterías para la **exhibición de productos**. Frente a la necesidad de crear espacios para la distribución de los productos para la venta y para las diferentes actividades que se realizan en el lugar, los arquitectos fusionaron los límites con las estanterías.

El diseño es una inserción en el espacio y deja de lado las geometrías rígidas del centro comercial. La combinación de las cualidades de la cúpula y de la superficie curva paramétrica, rechaza la estructura formal de ambos modelos como un **híbrido que crece entre las redes** de las capacidades estructurales

// SP+A // INDIGO DELI // 2010
 // Palladium, Mumbai, India.

de ambos. La **calidez y textura rugosa de la armadura de madera** contrachapada genera un contraste con los elegantes accesorios de iluminación de cobre y detalles finos en las secciones de venta. Sin embargo, la idea es que el diseño intervenga como un fondo y que sirva para exponer la variedad de productos y genere espacios para los eventos que se realizan. Por lo tanto, se prefirió una **estructura ondulada y una instalación** que se proyectara por encima de las vigas dentro de la zona del comedor.

Esta intervención en el cielorraso **busca generar dinamismo**, ya que permite bajar la altura del techo y de esta manera el usuario se siente más **contenido en el espacio**, y por otro lado, oculta las instalaciones de luz, de refrigeración y de calefacción. La **mallla de madera** utilizada de manera reticular en las divisiones sufre una transformación en el cielorraso, pasa a ser curva y cambia el ángulo acompañando la ondulación. De ser una malla totalmente abierta se transforma en una semiabierta que oculta las instalaciones y no fue necesario agregar elementos, como una rejilla de ventilación, que interrumpían con la continuidad y estética del espacio.



img. 54

img. 55



img. 56



img. 57

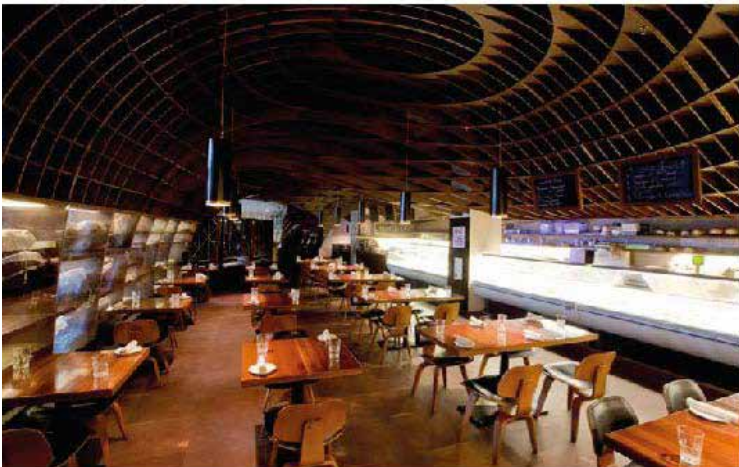
Las estanterías y las bodegas sobre la vidriera aíslan al espacio del contexto del centro comercial, logrando que al entrar, el visitante se sumerja en esta **nueva atmósfera** que proponen los arquitectos de SP+A. **Es una malla que nace de las estanterías y se extiende hasta el cielorraso abarcando todo el espacio**. Las vidrieras quedan intervenidas y así despiertan la curiosidad de quienes pasen por allí, ya que desde el exterior no se puede observar el espacio en su totalidad.

La elección de **límites semiabiertos** logra **generar un clima privado** pero sin cerrar el espacio. Éstos **cumplen la doble función** de guiar al espacio y de exponer los productos a la venta. Esta malla crece desde el suelo, sube y se expande en todo el cielorraso. Al integrar el espacio como un todo genera un **ambiente acogedor**, y además, esta sensación se enriquece por la **madera**, un material noble y cálido.

Para crear esta malla, primero se generó una retícula, es decir, el espacio era una gran estantería. Luego fue interceptada por un plano paralelo al piso con determinado espesor. A este plano se lo modificó generando una ondulación en el cielorraso que baja hasta el suelo en determinados sectores y de esta



img. 58



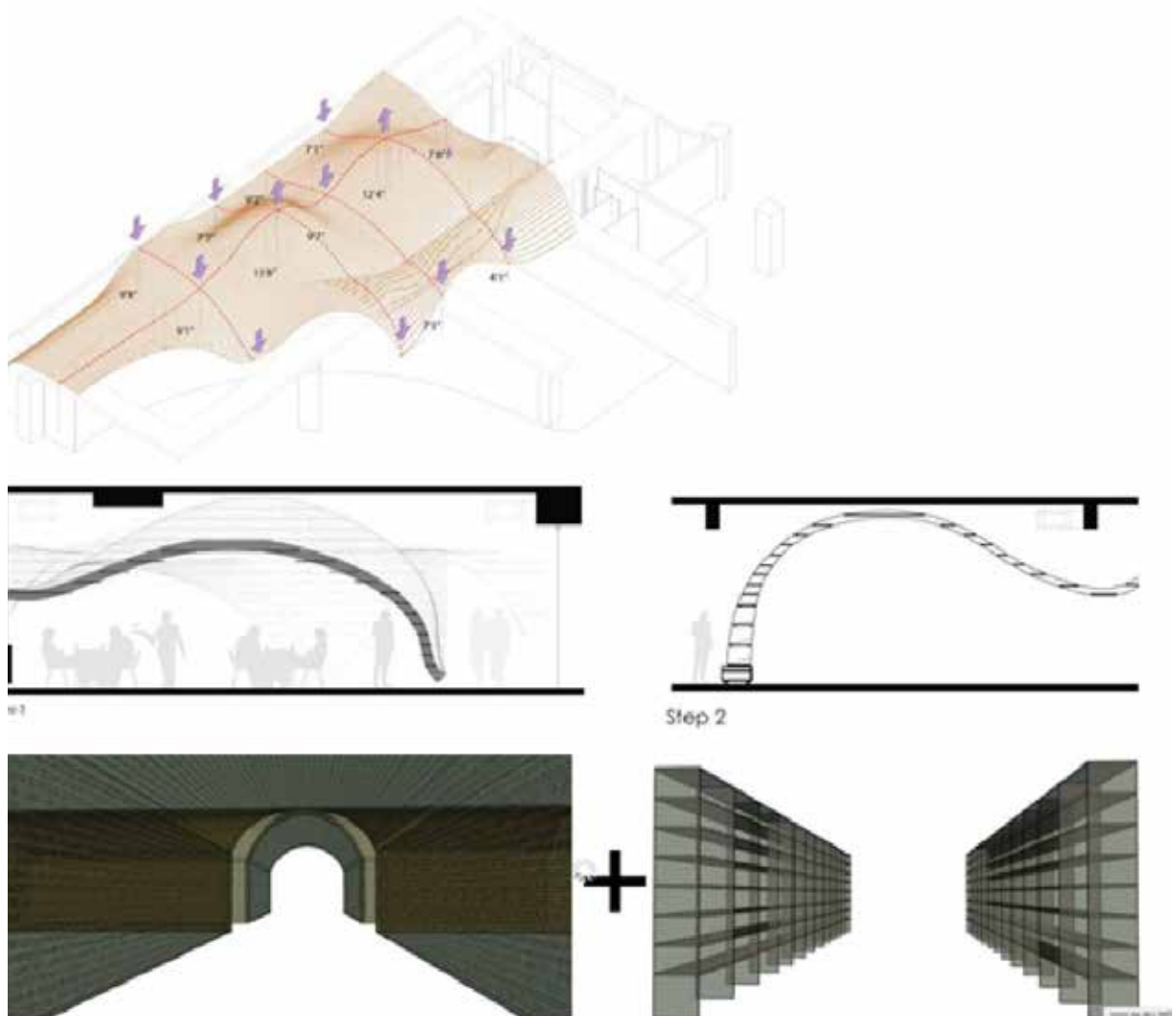
img. 59

img. 60

forma genera los distintos límites que indican la circulación. De este proceso donde se genera la intercepción entre la retícula espacial y el plano ondulado nace la morfología final del espacio, donde las líneas verticales son paralelas a los límites de las paredes y las líneas horizontales son paralelas al piso y al cielorraso. La trama tiene una **fuerte determinación estructural** que la sostiene y que envuelve el espacio. Es una **estructura topológica** que nace del plano en relieve y abarca todo el espacio definiendo las distintas situaciones, como capas que se interceptan.

El proyecto de diseño y construcción **comenzó como una exploración paramétrica. Las herramientas paramétricas de diseño se utilizaron en el proceso de construcción, en la documentación, en el enrutamiento y en el montaje.** Cada pieza que compone esta malla es única, la fabricación de las secciones comenzó con el enrutamiento CNC y el **ensamblaje sistemático**. Una vez conectado, el elemento fue guiado a la plataforma RCC (a partir de varillas de acero roscadas fijadas a un panel vertical de doble espesor de la placa de madera contrachapada vertical) que permite nivelar toda la armadura a través de la longitud del espacio. Para su montaje se debió generar un nombramiento de cada pieza y un plano específico donde se especificara el lugar exacto de cada pieza para su correcta construcción. Al ser un espacio integrado fue necesaria la **absoluta precisión** al momento de preparar las piezas, ya que una pieza mal cortada no encastraría en ningún sector y modificaría toda la estructura. **Estos software de parametrización optimizan el trabajo, disminuyendo las probabilidades de error y agilizando los procesos de producción y ensamblaje.**

// SP+A // INDIGO DELI
 // Palladium, Mumbai, India. // 2010



img. 61

En este proyecto fue fundamental la **eficiencia y la precisión**, sin ellas las piezas no tendrían ningún orden. El diseñador es el personaje principal, es quien tiene las ideas germinales, sólo a partir de su intervención se puede construir y, en consecuencia, todo se realiza tal cual como fue proyectado sin modificaciones in situ.

SÍNTESIS

Para la realización del proyecto se debió **diseñar el proceso** para llegar a concretar la idea. Por el material utilizado el diseño del **proceso de producción** se realizó junto con el diseño del proyecto, se debía traducir la información de un software a otro para cortar las piezas y luego ubicar donde se colocaría cada pieza. Es una **topología híbrida donde lo orgánico y lo maquínico dialogan**, basada en las leyes de la biología que son las generadoras de la forma, y las herramientas tecnológicas para la construcción están presente para poder llevar a cabo la estructura que define al espacio íntegramente.

Existe **eficiencia y precisión para el proyecto, su gestión y producción**, en los materiales elegidos, su encastre, la ubicación de cada pieza.

// REFLEXIÓN

El **Diseño Paramétrico** es la base fundamental para esta nueva generación de diseñadores y arquitectos. La evolución la tecnología implica que el diseño tiene que estar a la altura de las circunstancias y no permanecer estanco. Se requiere un cambio en la manera de pensar, de concebir el diseño. Como todo cambio, al principio se toma una actitud hostil porque se lo percibe como una amenaza, pero se debe comprender que esta herramienta se concibió para enriquecer las propuestas y la creatividad.

Creo que es sumamente importante acercarnos a este nuevo instrumento, porque abre los campos de la creación a morfologías complejas que muchas veces son descartadas por su alto grado de dificultad, tiempos y costos que implicaría. Con el Diseño Paramétrico la imaginación no tiene límites, es una herramienta capaz de brindar resultados e información precisa para lograr diseños reales y concretos. Permite la simbiosis entre distintas disciplinas de la construcción y, de esta manera, se unen criterios estructurales, morfológicos, funcionales, sociales, de circulación, etc. Todas estas cuestiones se integran en el diseño del proceso, tal como reflejan los casos tomados como referencia.

La idea de “diseñar el proceso” es fundamental, de esta manera el proceso se vuelve reversible, es decir, que si alguna variable no funciona o no da el resultado esperado, se puede revertir, sin tener que modificar todo el proyecto ni empezar de cero. Esto nos permite un constante diálogo entre los aspectos creativos y los funcionales, sin tener que dejar uno de lado para desarrollar el otro. Otro punto importante es el diseño de la producción, es decir, cómo se va a realizar este proyecto, qué piezas va a tener, los cortes, moldes, ensamblajes, estructura, materialidad, espesores y demás cuestiones se ven en tiempo real mientras se desarrolla el diseño y forman parte de los parámetros.

El **Diseño Paramétrico** une el mundo orgánico con el maquínico. Puede que uno predomine sobre el otro pero siempre ambos están presentes. A lo largo de la historia, el hombre se ha esforzado por imitar a la Naturaleza. Con la paramétrica se logra entenderla y usar sus leyes para la generación morfológica, así el diseño evoluciona como lo hace ella. Es entonces de la mano de la tecnología que se logra traducir su genética y así usarla como principal generadora de la concreción de nuestras ideas.

No debemos dejar de lado esta nueva propuesta, el **Diseño Paramétrico** nos abre un campo de infinitas posibilidades, basadas en las leyes de la biología. Esta evolución en el pensamiento es esencial para afrontar este nuevo mundo, donde la tecnología, la innovación, la eficacia y la precisión dominan en búsqueda de un diseño responsable social y ecológicamente hablando, el Diseño de Interiores no es ajeno a este cambio de mentalidad y debe hacer frente al mismo.

// AGRADECIMIENTOS

“El Diseño no es un asunto intelectual ni material, sino sencillamente una parte integral de la sustancia de la vida”.

WALTER GROPIUS

Agradezco en estas líneas, especialmente a las personas que me acompañaron a lo largo de toda la carrera.

A la arquitecta Laura Raffaglio, por haberme aceptado para realizar esta tesina bajo su tutela, como así también por las enseñanzas a lo largo de la carrera universitaria.

A mi madre, por ser mi guía. Sus consejos, amor y paciencia han sido de gran apoyo. Su ejemplo de esfuerzo, perseverancia y responsabilidad ha sido primordial para mi formación.

A mi hermano, por su aliento en todo momento y su afecto.

A Matías, por siempre tolerar mis largas jornadas nocturnas, su apoyo incondicional en este camino y por su amor.

A ellas, que recorrieron conmigo el camino universitario, llenando mis tardes de alegría y amistad, Paola y Roxana.

A mi familia, los que están y los que partieron, que no pudieron hoy compartir mi alegría, para vos papá.

Y por último, a mi madrina de profesión, arquitecta Mirta Magri, por su esmero en enseñarme lo hermosa que es esta profesión.

A todos ellos, GRACIAS!

Melina L. Takvorian

// BIBLIOGRAFÍA Y SITOGRAFIA.

- ALEXANDER, CHRISTOPHER. (1964) - *Notes on the synthesis of forms* - Harvard University Press, Enero 1964.
- BALMOND, CECIL. *The Unit and the Multiplier*. CB, 2008
- BRAYER, MARIE-ANGE. *Después de la arquitectura, ambientes maquínicos. Sistemas vivientes*. BIACS'08. Sevilla, 2008.
- ERIOLI, ALESSIO. *Oltre la simulazione Beyond Simulation*. DISEGNARECON. Vol. 3, n. 5. Junio, 2010.
- KOZA, JOHN R. *Genetic Programming. On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. Cambridge. The MIT Press. 1992.
- SCHUMACHER, PATRIK. *Manifiesto parametricista*. The Dark Side Club. 11ª Bienal de Arquitectura de Venecia, 2008
- PINOCHET PUENTES, DIEGO IGNACIO. *Tesis Proyectual: Forma digital/forma construida. Sistemas de diseño orientados a la manufactura y ensamble digital, Métodos de producción digital*. Chile. Abril, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Being Fluent with Information Technology*. Consejo Nacional de Investigación de EEUU. Washington, D.C. 2004, traducido.
- LÓPEZ GARCÍA, Juan Carlos (2007). *Algoritmos Guía de Algoritmos y Programación para Docentes*. Fundación Gabriel Piedrahita Uribe. Segunda edición 2009.
 - o www.eduteka.org/GuiaAlgoritmos.php
- Parametric Camp. *¿Qué es el diseño paramétrico?*
 - o www.parametriccamp.com/%C2%BFque-es-el-diseno-parametrico/
- TRIMAKER. *¿Qué es el diseño paramétrico?* - The 3D Crafters, 7 agosto 2014
 - o www.trimaker.com/que-es-el-diseno-parametrico/#.VOO7X9KG-So
- AVILA, MARTA. *En Construcción: Diseño paramétrico*. Plataforma Arquitectura, 03 Jun 2014
 - o [/www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-363331/en-construccion-diseno-parametrico](http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-363331/en-construccion-diseno-parametrico)
- MOLINARE, ALEXANDRA. *¿Qué es el diseño paramétrico?* Plataforma Arquitectura, 29 May 2014
 - o www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-118243/que-es-el-diseno-parametrico
- CECCATO, CRISTIANO. *Cómo construir arquitectura paramétrica*. Revista Detail N° 6/2010, p. 620-642, España.
 - o blogs.salleurl.edu/building-and-modeling/2010/12/08/como-construir-arquitectura-parametrica/
- Fab Lab Argentina. *¿Qué es la fabricación digital?*
 - o [/www.fablabargentina.com.ar/#!/que-es-la-fabricacion-digital](http://www.fablabargentina.com.ar/#!/que-es-la-fabricacion-digital)
- ÁLVAREZ, GABRIELA - AYALA, ALEXANDER - SALDÍA, NICOLE – BURGOS, CAMILA. *Diseño paramétrico, geometría avanzada*. lineARQ, 9 Nov 2013.
 - o linearq.blogspot.com.ar/2013/11/diseno-parametrico-geometria-avanzada.html
- Arquitectura paramétrica. Wikipedia, 28 Noviembre 2014.
 - o es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_param%C3%A9trica

- ARNOU, KARINE - MEYER, BERTRAND. *From Design Patterns to Reusable Components: The Factory Library* - Chair of Software Engineering - Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zürich, Switzerland.
 - o citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.132.7376&rep=rep1&type=pdf
- ACOSTA, MARTIN. *Arquitectura diagramática*. 03 Mayo 2013.
 - o es.scribd.com/doc/139162705/Arquitectura-diagramatica
- NAVARRETE, SANDRA. *Diseño paramétrico. El gran desafío del siglo XXI*. Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación N°49 – Universidad de Palermo, Septiembre 2014.
 - o fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_articulo=9406&id_libro=470
- FERRER, MARTÍN. *La Historia de la Historia de AutoCAD*. Arquitectura.com.
 - o [/www.arquitectura.com/](http://www.arquitectura.com/)
- *Introducción al CAD-CAM* - Lenguaje de ingeniería, Febrero 2013.
 - o lenguajedeingenieria.files.wordpress.com/2013/02/introduccion3b3n-al-cad-cam.pdf
- Generalidades de los algoritmos y el pseudocódigo – Algoritmos y programación, Febrero 2013.
 - o lenguajedeingenieria.files.wordpress.com/2012/08/generalidades-de-los-algoritmos-y-el-pseudocodigo3b3digo.pdf
- CASTRO, CARLOS. *Parámetro Como Herramienta de Diseño (2010/11)*. Sistemas arquitectónicos adaptativos y autogenerativos . ELISAVA. Master en Diseño Avanzado y Arquitectura digital
 - o carloscastroarquitecto.wordpress.com/investigaciones-2/investigaciones/
- MIRET, SANTIAGO. *Habitar paramétrico. Posturas de las plataformas digitales*.
 - o www.academia.edu/4472129/HABITAR_PARAMETRICO_SANTIAGO_MIRET
- GEORGIAV. *Emergent Form. Emergent Form-definition and purpose*. Diciembre, 2007.
 - o iaac-digitalarchitecture.blogspot.com.ar/2007/12/emergent-form.html
- FRAILE, MARCELO. *El nuevo paradigma contemporáneo. Del diseño paramétrico a la morfogénesis digital*. Proyecto UBACyT (056) 2011-2014.
- DARTNELL, LEWIS. Matrix: Simulating the world Part II: cellular automata. +Plus Magazine.
 - o plus.maths.org/content/matrix-simulating-worldpart-ii-cellular-automata
- FREIBERGER, MARIANNE. *Perfect buildings: the maths of modern architecture*. +Plus Magazine.
 - o plus.maths.org/content/perfect-buildings-maths-modern-architecture
- ACOSTA, MARTIN. *Arquitectura diagramática*. Mayo, 2013.
 - o es.scribd.com/doc/139162705/Arquitectura-diagramatica
- **Chido Studio** - chidostudio.com/
- **Camet** - www.camet.com.ar/
- **SP+A** – www.sp-arc.net/
- **NADAAA** – www.nadaaa.com/
- **Atelier FCJZ** - www.fcjz.com/
- **Belzberg architets** - belzbergarchitects.com/
- **Joey Ho** - www.joeyhodesign.com/