



## ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y CONCRECIÓN DE LA ARQUITECTURA COMPLEJA

Eje 1: Innovación en sistemas constructivos/estructurales

**Prof. Arq. Susana Toscano**

Centro de Matemática y Diseño, FADU-UBA, Argentina, susanatoscano811@gmail.com

### RESUMEN

Tradicionalmente se había considerado a la geometría como ordenadora del diseño; a partir del siglo XIX, será el cálculo matemático el encargado de ocupar un importante proptagonismo, en lo constructivo estructural, en pos de la materialidad.

Con de la crisis del racionalismo y de la implementación de la informática surgen nuevas geometrías que intentan un mayor acercamiento a os modelos biológicos; se toma en cuenta, además, la aleatoriedad y la indeterminación. Estas geometrías ya no resultan, per se, ordenadoras del diseño o determinantes para el cálculo estructural, pero permiten nuevas soluciones espaciales y constructivas. Es así como la obra de arquitectura se liberó de estéticas preestablecidas y en gran parte de lógicas newtonianas, utilizando geometrías impensadas con anterioridad, factibilizadas por los nuevos métodos de producción y cálculo.

Dentro del proceso de diseño y concreción, se comienza a considerar la intervención e interrelación, de más de dos variables descriptivas de la realidad; de esta forma se abrió un abanico de posibilidades que amplió los límites de las posibilidades espaciales y estructurales.

En este contexto se produjo una arquitectura conceptualmente distinta, para lo cual se debió pensar el espacio arquitectónico como la interacción de vectores convergentes hacia él, concebidos desde una ideología basada en los modelos científicos vigentes, donde los modelos biológicos y las geometrías colaborativas proponen nuevas formas estructurales. La estructura resistente deja de tener una única función, conducir las cargas verticalmente.

En la ponencia se desarrollarán algunas de las estrategias utilizadas en los procesos de diseño de arquitecturas complejas, introduciendo el tema de fabricación digital.

**PALABRAS CLAVES: ESTRATEGIAS – OPTIMIZACIÓN – FABRICACIÓN DIGITAL**

### 1. INTRODUCCIÓN

Hablar de complejidad de la obra de arquitectura, implica la consideración de multiplicidad de variables e intervinientes en su generación, fabricación y construcción con sus respectivas interrelaciones. A mayor cantidad de agentes e interrelaciones, mayor complejidad.

Esta definición independiza a la complejidad arquitectónica de geometrías no euclidianas, tipologías pre-establecidas y posturas estéticas determinantes de la morfología; es así como la



forma surge, de los requerimientos programáticos, los condicionantes del entorno y las necesidades intrínsecas de la materialización de la forma, tanto constructiva como estructural.

En el esquema descripto, es la informática quien permite establecer las interrelaciones entre lo programático, el entorno y la forma.

“En la arquitectura contemporánea el cambio sustancial ha sido la utilización de herramientas digitales, que han pasado de ser elementos de representación gráfica, a herramientas de generación y transformación de la geometría de la forma arquitectónica”<sup>1</sup>.

Hablar de complejidad implica dejar de lado los procesos y la seriación, para hablar de estrategias de diseño y fabricación. En ellas será fundamental los mecanismos implementados para la exportación de la información de programas de diseño a programas de fabricación y viceversa, con alto grado de fidelidad.

La morfología del espacio ya no responderá, exclusivamente, a una geometría tridimensional euclidiana, concepción ideal de la naturaleza; tampoco será determinada únicamente, por una lógica estructural newtoniana. Para el abordaje del proyecto se requerirán estrategias que permitan acceder a variadas soluciones.

Son estrategias de diseño digital, los diagramas, los algoritmos genéticos y generativos y el diseño paramétrico.

Todas ellas asociadas a la fabricación digital en un proceso no lineal.

Analizaremos brevemente cada una de ellas para concluir brevemente con el concepto de fabricación digital.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1 DIAGRAMAS**

Los diagramas se basan en las teorías de Leibniz referidas a su búsqueda de un lenguaje universal que pudiese expresar tanto la filosofía como la matemática, la teoría matemática de grafos de Euler y la Topología.

Para Stan Allan, “El diagrama se introduce como un instrumento de pensamiento, que busca resultados operativos, capaz de formular estrategias”; mientras que para el Diccionario Metápolis de Arquitectura Avanzada, “el diagrama es la representación gráfica del curso de un proceso dinámico sintetizado mediante comprensión, abstracción y simulación. Juega un doble papel: es un modo de notación (de análisis, de reconocimiento, de reflexión) pero también es una máquina de acción (generativa, sintética, productiva)”.

Víctor M. Martínez López y Juan Puebla Pons, realizan una clasificación de los diagramas según la forma en que se los utiliza en arquitectura:

---

<sup>1</sup> Kolarevic, Branco, Architecture in the Digital Age, Taylor & Francis, 2003



### 2.1.a El diagrama como Forma de Notación:

El diagrama puede constituir una técnica a partir de la cual se genera un léxico diagramático de investigación y experimentación.

Peter Eisenman desarrolla un léxico de relaciones formales y estructurales morfogenéticas que le permiten manipular la forma



Fig. 1: Casa de la Cultura. P. Eisenman

### 2.1.b Utilización de la Capacidad Organizativa del diagrama

Los diagramas permiten visualizar problemáticas complejas y plantear soluciones.

Greg Lynn, mediante los diagramas busca la estructura bajo las formas externas y las relaciones entre las mismas.

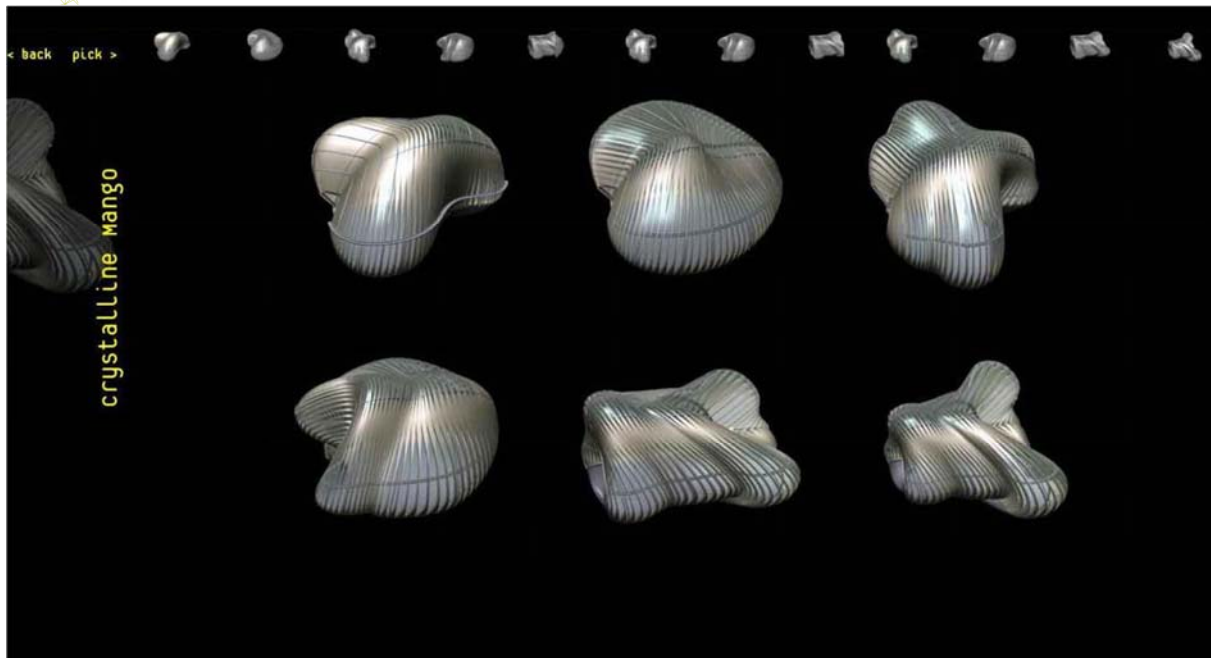


Fig. 2: Greg Lynn

Para Van Berkel, los diagramas le permiten seleccionar nuevas técnicas para dar solución a cada problema de diseño.

### **2.1.c El diagrama como Modelo pragmático: el diagrama se convierte en la expresión formal del proyecto**

Sejima trata el diagrama literalmente como un modelo del espacio; ordena los condicionantes funcionales y lo convierte en realida

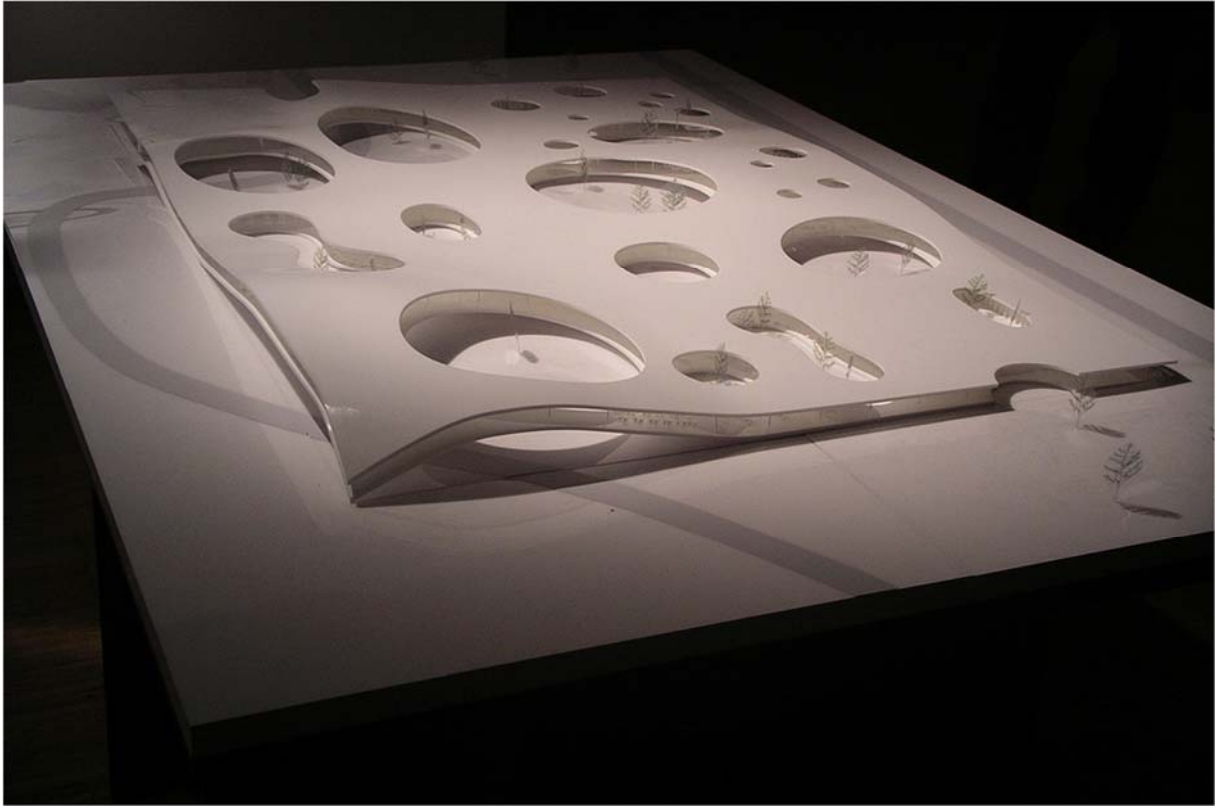


Fig. 4: Rolex Learning Center. K. Sejima

Para FOA, los diagramas se utilizan como instrumentos y modelos para evaluar la evolución de su práctica proyectual.

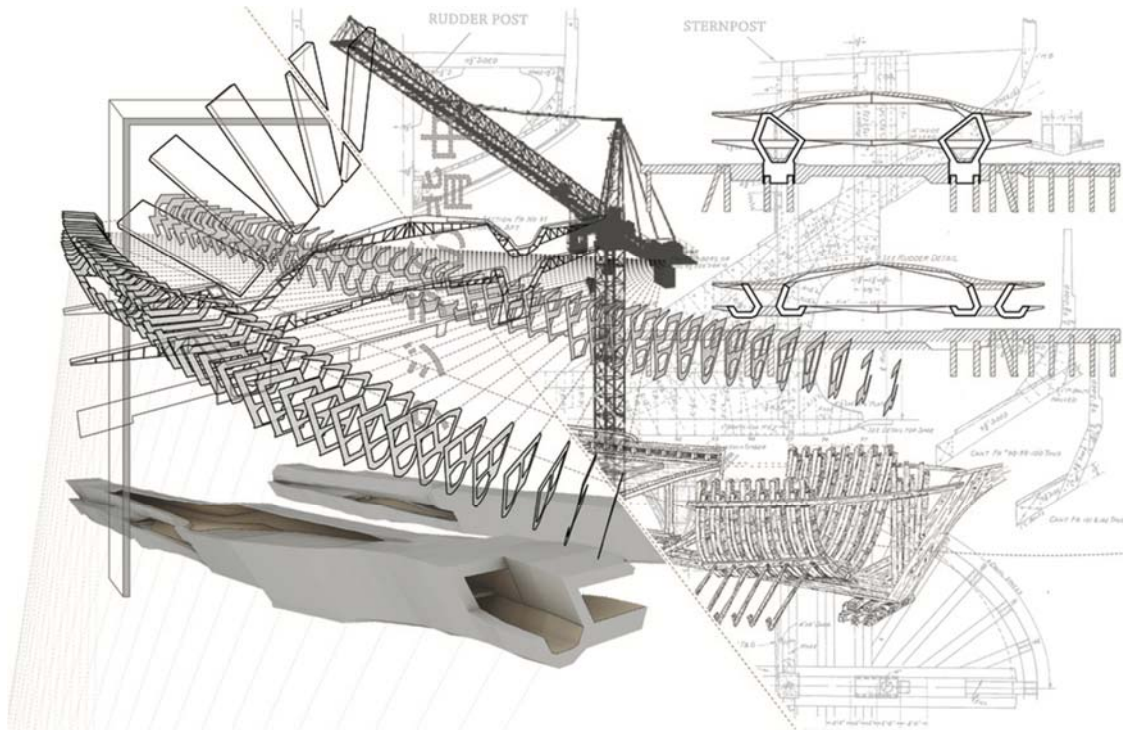


Fig. 5: Terminal de Pasajeros de Yokohama. FOA

Concretamente, los diagramas permiten conceptualizar una problemática determinada en la que intervienen múltiples variables, tomando en cuenta las interrelaciones de las mismas.



## 2.2 ALGORITMOS

Un algoritmo consiste en un grupo finito de operaciones organizadas de manera lógica y ordenada que permite solucionar un determinado problema. En arquitectura se utiliza lo que se ha dado en llamar algoritmos generativos y algoritmos genéticos.

Desde el punto de vista matemático, son transformaciones en el plano y el espacio y/o relaciones y funciones.

### 2.2.a Algoritmo generativo:

Es la recombinación de elementos arquitectónicos y su transformación recursiva, dada una o varias formas iniciales y un conjunto de reglas de transformación preestablecidas.

### 2.2.b Algoritmo genético:

Constituyen métodos para la resolución de problemas en búsqueda de la optimización. Toma como modelo a la naturaleza.

La forma surge de las variables intrínsecas del diseño en interacción con el medio y/o necesidades programáticas.

## 2.3 DISEÑO PARAMÉTRICO

Se denomina diseño paramétrico a un proceso de diseño basado en un esquema algorítmico que permite expresar parámetros y reglas que definen, codifican y aclaran la relación entre los requerimientos del diseño y el diseño resultante.

Consiste en la generación de un árbol de relaciones geométrico-matemáticas, partiendo de una familia de parámetros iniciales, con el fin de brindar la totalidad de soluciones posibles, según el dominio de definición. El diseño paramétrico permite disponer de todas las posibles variaciones de una propuesta en un dominio determinado, estableciendo conexiones entre diferentes campos de trabajo.

El diseño paramétrico permite explorar, en tiempo real, las posibles soluciones de una problemática determinada.

## 2.4 FABRICACIÓN DIGITAL

La fabricación digital es el conjunto de técnicas y procesos que permiten producir objetos físicos a partir de diseños computacionales.

“Los sistemas de fabricación digital se encuentran contextualizados en la revolución tecnológica y social de la información”<sup>2</sup>

La sociedad industrializada necesitaba de la producción en serie a efectos de masificar el acceso al producto disminuyendo costos. “La entrada en la era digital a finales del siglo XX supuso un cambio radical en la aproximación al concepto de fabricación... El desarrollo de software para fabricación asistida por ordenador y la parametrización algorítmica de las formas libres (NURBS)

---

<sup>2</sup> Matías García del Valle, Diseño para fabricación digital: Definición unívoca entre geometría y fabricación en arquitectura, pág. 36, 2015



posibilitó la fabricación a bajo coste de elementos personalizados y de geometrías tan complejas como requiera el diseño”<sup>3</sup>.

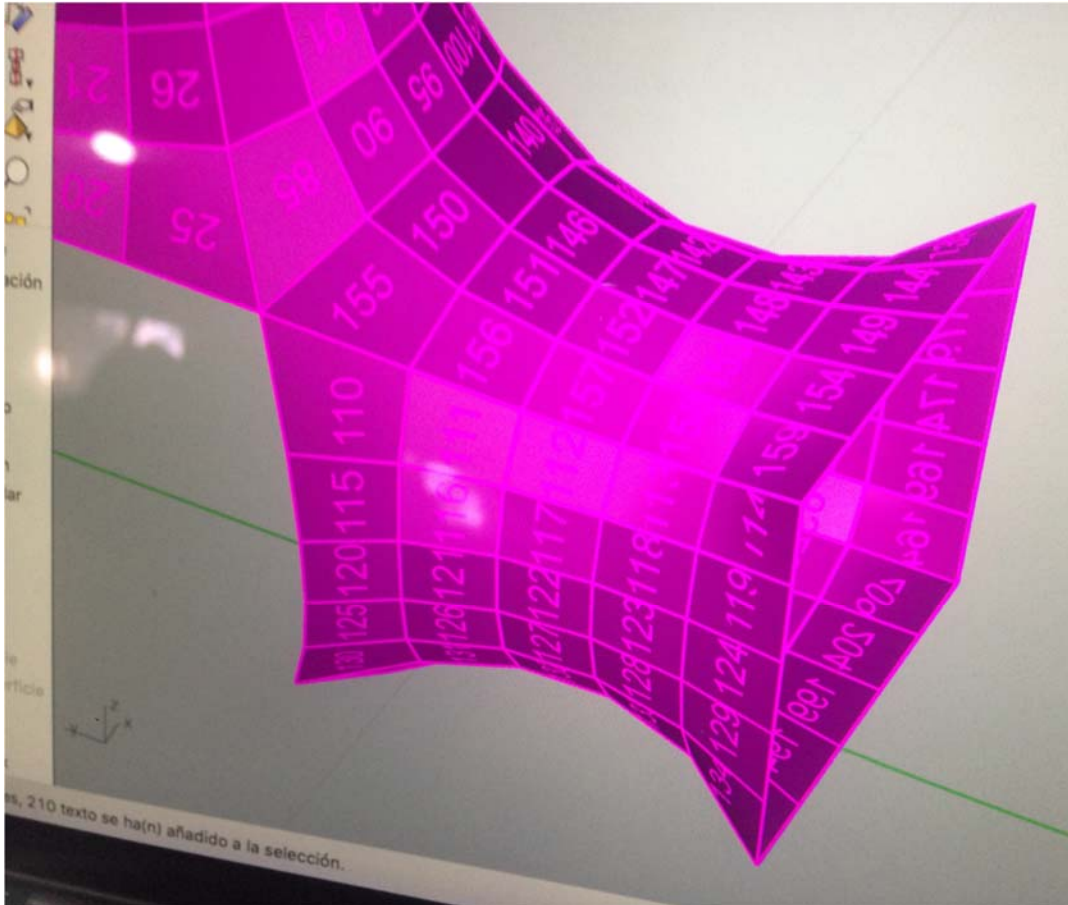


Fig.9: Informática y fabricación

El proceso de fabricación digital requiere de una información inequívoca y precisa que determine la geometría, el patrón de fabricación, los pasos y útiles de producción.<sup>4</sup>

Resulta fundamental en la fabricación digital la definición matemática de la geometría de la obra y la capacidad informática para exportar algoritmos de los programas de diseño a los de fabricación.

### 3. CONCLUSIONES

Por más de 2.500 años, la geometría euclidiana fue la encargada de ordenar el diseño y la matemática tradicional la encargaba del cálculo, por lo tanto la tecnología dependía de la geometría de regla y compás y de la linealidad matemática.

La irrupción de la informática abrió nuevos caminos permitiendo la exploración de geometrías complejas y la intervención de más de dos variables en los desarrollos matemáticos, con el

<sup>3</sup> Idem anterior

<sup>4</sup> Matías García del Valle, Diseño para fabricación digital: Definición unívoca entre geometría y fabricación en arquitectura, pág. 33, 2015





correspondiente estudio de sus interrelaciones; la fabricación de los nuevos diseños, se factibilizó por la exportación de información de los software de diseño a los de fabricación.

En el contexto enunciado, no encuadran las tipologías con pretensiones estéticas, el proyecto dependerá de la optimización y de los medios de generación y fabricación.

No sólo se han abierto nuevos métodos de gestación y concreción del proyecto, sino que se ha ampliado el horizonte de la creatividad.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Chiarella, M. *Tesis Doctoral: Comunicación Visual en Arquitectura y diseño*. En [www.tesisnexus.net](http://www.tesisnexus.net)

García del Valle Lajas. M. (2015). *Tesis doctoral: Diseño para fabricación digital: Definición unívoca entre geometría y fabricación en arquitectura*. Universidad Politécnica de Madrid

Montaner, J. M., (2012) *Del diagrama a las experiencias, hacia una arquitectura de acción*. Ed. GG

Puebla Pons, J. y Martínez López, V. (2010) *El diagrama como estrategia del diseño arquitectónico contemporáneo*. Universidad Autónoma de Puebla. La diferencia entre el parametricismo y la modelación por algoritmos generativos, MetaArquitectura en <https://metaarquitectura.wordpress.com/2012/11/11/la-diferencia-entre-el-parametricismo-y-la-modelacion-por-algoritmos-generativos/>