



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

DESAFIOS EN EL PRESENTE Y FUTURO DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES. LO GENERATIVO UN
PARADIGMA EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTOR EN ARQUITECTURA

PRESENTA:
M. EN ARQ. XAVIER EDUARDO BURNEO VALDIVIESO

DIRECTOR DE TESIS:
DRA. GENEVIEVE LUCET LAGRIFFOUL- Instituto de Investigaciones Estéticas

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:
DR. MANUEL AGUIRRE OSETE - Facultad de Arquitectura
DR. PEDRO ROCHA REYES - Facultad de Contaduría y Administración
DR. CARLOS DANIEL SOTO CUERIEL - CIDI-UNAM.
M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GOMEZ - Facultad de Arquitectura

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX, AGOSTO 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

4

DESAFIOS EN EL PRESENTE Y FUTURO DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES.

Lo generativo un paradigma en el diseño arquitectónico.



Directora de Tesis

DRA. GENEVIEVE LUCET LAGRIFFOUL

Sinodales

DR. MANUEL AGUIRRE OSETE

DR. PEDRO ROCHA REYES

DR. CARLOS DANIEL SOTO CUERIEL

M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GÓMEZ

Agradecimientos

A la Universidad Técnica Particular de Loja y estudiantes de la carrera de Arquitectura porque sin su apoyo no hubiera sido posible la realización de esta investigación. A la UNAM, por brindare los espacios y conocimientos necesarios para completar la investigación. En especial a la Dra Genevieve Lucet por su apoyo incondicional, por guiarme y por impulsarme a buscar objetivos mas ambiciosos. A los doctores Manuel Aguirre Osete, Pedro Rocha, Carlos Daniel Soto, y al Maestro Francisco Reyna por su disposición, apoyo y guía en todo momento.

Dedicatoria

Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento, dedicarle mi Trabajo de Grado, a mi Esposa Andrea por su amor, permanente cariño y comprensión. A mis tres hijos Eduarda, Juan José y Francisco Javier, a mis padres Juan Ignacio y Patricia, quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

INDICE

Introducción	7
<hr/> <hr/>	
1. Marco teórico	
<hr/> <hr/>	
PARTE 1	19
<i>Los sistemas generativos en la historia</i>	
PARTE 2	57
<i>Clasificación de los sistemas generativos</i>	
PARTE 3	71
<i>Diseño Paramétrico & Arquitectura evolutiva</i>	
2. EXPERIENCIAS EN LA EDUCACIÓN	
<hr/> <hr/>	
PARTE 4	91
<i>Experiencias en Talleres de Diseño Básico</i>	
PARTE 5	133
<i>Pautas de diseño como material educativo para talleres de diseño básico en arquitectura a partir del uso de sistemas generativos y tecnologías digitales (paramétrico avanzadas)</i>	
CONCLUSIONES	181
<hr/> <hr/>	
BIBLIOGRAFÍA	183
<hr/> <hr/>	



A. Consideraciones iniciales

En las últimas décadas las tecnologías digitales han extendido su presencia a casi todos los ámbitos de nuestra existencia, transformado nuestros hábitos, ya sea en lo cotidiano, en lo laboral o en la educación. Por ello esta tesis nace de dos aspectos importantes, primero la arquitectura y su relación con métodos alternativos de diseño y por otro lado la enseñanza de la arquitectura (diseño) conjuntamente con las TICS.

Por una parte esta la arquitectura-TICS, desde finales de los años sesenta se empezaron a desarrollar los primeros sistemas gráficos computarizados CAD (diseño asistido por ordenador) y desde aquí los arquitectos se han apoyado en la informática, la inteligencia artificial y las estrategias de resolución de problemas, basados en la optimización del diseño, automatización de las tareas de diseño y generación creativa en todos los campos del diseño, sea profesional o en la académica. Tal como afirma Dennis Dollens,: las tecnologías «han vuelto a entrar por la puerta grande en la arquitectura contemporánea y son revoluciones no declaradas fruto de una voluntad tenaz, conseguidas gracias a la electrónica y a la capacidad de trabajar globalmente».

(Dollens, D, 2002, p.33)

Y por otra parte esta la situación que se presenta en las perspectivas y desarrollos tecnológicos como la educación online, la educación híbrida, los modelos colaborativos, la apertura a conceptos abiertos, los medios sociales, la innovación, el emprendimiento, las tecnologías como impresoras 3D, CNC, realidad aumentada, entre otros, que están transformando rápidamente y apoyando la enseñanza, el aprendizaje y la investigación creativa en universidades y carreras en el campo de la arquitectura y afines

Antes de introducirme es importante enunciar los conceptos básicos que ayuden acercarse a los lectores de esta tesis, su significado y el desarrollo del mismo:

Sistema:

“Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizadas y relacionadas que interactúan entre sí para lograr un objetivo...” (Diccionario de informática y tecnología, 2004)

Generativo:

“Que es capaz de generar, producir o crear una cosa nueva” (The free Dictionary by Farlex, 2004).

Si unimos estos dos conceptos enunciados anteriormente, estamos hablando de que los S.G. son un conjunto de partes o elementos organizados que pueden ser materiales o conceptuales y que se pueden relacionar entre sí para producir, generar o crear algo nuevo.

Pero para entenderlo más a profundidad me voy a referenciar en algunos conceptos emitidos por algunos autores sobre los S.G. y/o diseño generativo, para comprender ¿Qué es?, y hacia dónde se dirige esta forma de proyectar:

Según Galenter (2000) “se entiende un proceso que utiliza alguna dinámica natural o artificial, orgánica o inorgánica, química o mecánica que sea capaz de generar automáticamente alguna forma estructura o de orden estético” (Roncoroni, U., 2007, p.6).

El Diseño generativo puede ser ampliamente definido como algorítmica de diseño o proceso basado en reglas a través del cual el diseño puede crear diversas posibilidades de soluciones. (Gänshirt, C., 2007, p.165)

Se entiende el diseño generativo (D.G) como el método en donde se crean formas a partir de la modificación de variables asignadas. El potencial de este sistema de trabajo se encuentra principalmente en permitir cambiar rápidamente el diseño (la forma) de un producto, acelerando así el proceso de Diseño. Dicho cambio en el diseño da como resultante la generación de diversas variaciones a partir de una solución inicial. Dichas variantes se generan a partir de los algoritmos, entendiendo a estos como la secuencia de instrucciones que permiten llevar a cabo una actividad determinada” (Quezada, M, 2010, p.1).

“La metodología generativa consiste sencillamente en la recombinación de elementos arquitectónicos y su transformación recursiva: dada una o varias formas iniciales y un conjunto de reglas de transformación preestablecidas, nuevas formas pueden generarse por la aplicación de las reglas iniciales, y pueden aplicarse estas u otras reglas a cada una de las formas intermedias sucesivamente, hasta alcanzar los finales. Esta máquina generativa es lo que se denomina como un sistema formal” (Mendel, 2004, p.1).

Lars Hesellgren: “Generative Design is not about designing the building – Its’ about designing the system that builds a building.” (Martín S., 2011,p.2)

“Lo correcto sería empezar diciendo que es una herramienta de innovación, un nuevo paradigma alrededor de sectores como la ingeniería, la arquitectura o el diseño de productos” (Martín S., 2011, p.2).

Se puede decir luego de lo acotado en las líneas anteriores que los S.G.: Son un método (proceso) para generar formas automáticamente a partir de la modificación de las variables que las definen. Detrás de esta modificación se esconden definiciones algorítmicas (en muchos casos muy complejas) que permiten acceder de un modo inteligente a un sin fin de resultados (formas) con tan solo indicar las nuevas necesidades, de donde:

- Se pueden utilizar elementos iniciales: naturales o artificiales, orgánicos o inorgánicos, químicos o mecánicos, conceptuales.
- El diseñador no interacciona con los materiales y productos en una obra directa, pero sí a través del sistema creado.
- Se parte de una o varias formas iniciales.
- Se crean formas a partir de un conjunto de reglas y variables de transformación preestablecidas y su modificación de estas variables asignadas.
- Son capaces de generar automáticamente alguna forma, especialmente de orden estético, por lo que se los conoce como sistema formal.

Por lo tanto, analizando estos conceptos y a los antecedentes voy a referirme de ahora en adelante a los Sistemas Generativos (S.G) como un sistema formal, que está conformado por un conjunto de partes o elementos que pueden ser naturales o artificiales, orgánicos o inorgánicos, químicos o mecánicos, conceptuales, los cuales pueden trabajar individualmente o relacionarse entre sí. Y que a través de un sistema creado sea manual o digital y, a partir de una o varios elementos o formas iniciales de composición y un conjunto de reglas de transformación preestablecidas automáticas, se pueden generar una multiplicidad de nuevas respuestas (en especial de orden estético) y de donde el diseñador pueda seleccionar dentro de sus soluciones la más adecuada a su contexto. En este sistema el diseñador no va interactuar con el objeto diseñado directamente, pero sí a través del sistema creado

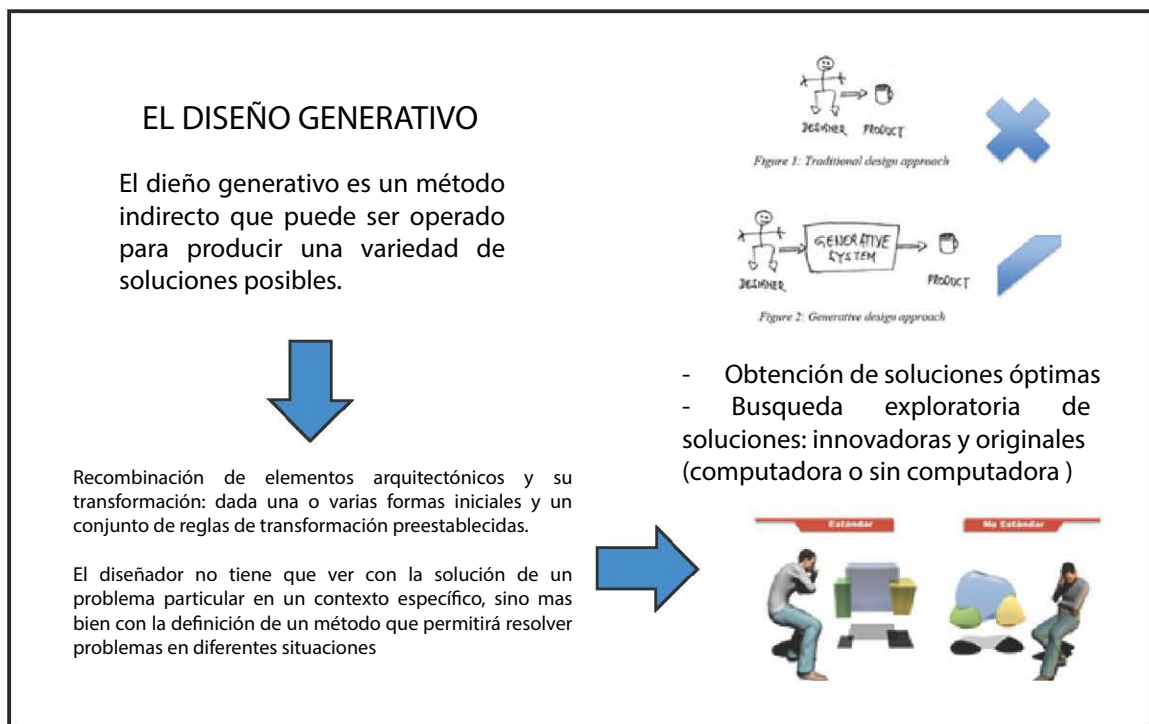


Fig. 1. Enfoque de proyecto a través de un sistema generativo.
Fuente: De Godoi, G., 2008, p.26-27, basado en Fischer e Herr (2001)

B. Planteamiento del problema.

Una nueva función asignada actualmente a los arquitectos es la de desarrollar proyectos arquitectónicos que conjuguen herramientas de diseño y métodos de diseño basados en la productividad, variedad e innovación en los aspectos tradicionales de la arquitectura como son: formales, funciones y tecnológicos constructivos.

Así mismo parece haber culminado el debate sobre la representación digital en arquitectura aceptando dibujar los planos por ordenador al final del proyecto, pero reservando la ideación inicial a los bosquejos manuales y maquetas de trabajo. Sin embargo varios arquitectos contemporáneos están demostrando que se pueden concebir obras singulares y relevantes a través de modelos digitales. Estos modelos digitales asumen distintos papeles en el proceso, algunos similares a los medios tradicionales, pero también abren nuevas vías de concepción y expresión arquitectónica.

Por otro lado esta las perspectivas tecnológicas, los conceptos como datos y recursos abiertos, educación online, la educación híbrida y los modelos colaborativos y nuevos paradigmas de enseñanza están cambiando para ser aplicados a nivel académico y que apuntan a la enseñanza , el aprendizaje y la investigación creativa en las universidades, y en especial en las carreras de arquitectura. Los cambios basados en estas perspectivas tecnológicas en la enseñanza universitaria inducen a la mayoría de las universidades a situar la capacitación de los docentes, investigadores y estudiante como un elemento estratégico en la calidad académica.

Como consecuencia de los avances tecnológicos y el uso de los métodos alterativos (S.G), a los profesionales, docentes, investigadores, estudiantes de arquitectura y carreras afines esta provocando:

1. Cambios en los patrones tradicionales y pensamiento de los arquitectos frente al quehacer arquitectónico: mas creativo e innovador.
2. Cambios en la representación y materialización.

3. Cambios en el aprendizaje y la enseñanza, de manera diferente enfatizados en la innovación e investigación.

Frente a esta problemática detectada se realizan las siguientes preguntas de investigación que son la base fundamental para el desarrollo, por una parte, ¿Los sistemas generativos junto a las tecnologías digitales pueden mejorar la creatividad e imaginación de los diseñadores? y por otra parte ¿Puede mejorar la tecnología la enseñanza y aprendizaje del diseño en arquitectura?.

C. Motivo de la tesis, hipótesis y objetivos.

La presente investigación parte de la premisa de la incorporación de las herramientas digitales junto a los conceptos de diseño generativo y su incidencia hacia una renovación en los procesos de concepción, diseño, representación, enseñanza y aprendizaje del diseño en arquitectura . De este modo, el conjunto de transformaciones que las nuevas tecnologías suponen para la arquitectura contemporánea se entiende aquí como un factor clave. Que siendo inevitable, se debe abordar.

Se entiende entonces el marco de la tesis como un espacio sobre el que trabajar, sobre el cual se puede proceder al análisis para trazar las líneas bases en el que podamos leer las implicaciones de lo digital junto a lo generativo en la arquitectura. Esto significa que, por un lado, se tratará de señalar los aspectos relevantes (nuevos conceptos, procesos y medios a partir del análisis de la historia y lo actual, de arquitectos y proyectos concretos); y por otro se busca facilitar una visión de conjunto que permita observar el fenómeno con la suficiente perspectiva, y permita pensar a los arquitectos y futuros profesionales que se puede concebir, desarrollar y construir cualquier objeto arquitectónico de diferente manera y obtener múltiples soluciones a un problema concreto.

La investigación presentada tiene un contexto histórico como geográfico. Se trata de generar una propuesta que apunte las implicaciones más relevantes de las tecnologías digitales relacionados con conceptos de sistemas generativo aplicados a la academia en arquitectura, más

allá de la fascinación inicial que pueden provocar formas desarrolladas por tal o cual arquitecto o software utilizado, sino de manera crítica, reflexiva y, en lo posible, sistemática de cómo utilizar estos conceptos conjuntamente con lo digital.

De aquí nace la propuesta de esta tesis, que se ha basado en las siguientes hipótesis:

- Los métodos de diseño alternativos Sistemas Generativos (S.G.) y la inclusión de las tecnologías digitales están desatando verdaderamente la creatividad, innovación e imaginación de los arquitectos.
- Esta progresiva incorporación de herramientas digitales determinada por una multiplicidad de recursos esta potencializado la enseñanza, el aprendizaje y la investigación creativa en la carrera de arquitectura (Talleres de Diseño Básico).

Para confirmar o desechar estas suposiciones me planteé como objetivo principal:

- Proponer los S.G. y las tecnologías digitales como verdaderos potencializadores en la enseñanza, aprendizaje, investigación, creatividad, innovación e imaginación para los docentes y estudiantes de arquitectura en los Talleres de Diseño Básico.

Dicho objetivo se alcanzó al concretar los siguientes objetivos secundarios:

- Identificar el pensamiento del arquitecto en relación a la inclusión de nuevos conceptos y herramientas en la era digital.
- Analizar las perspectivas tecnológicas y su aplicación en la educación superior, Escuelas de Arquitectura.
- Analizar los nuevos paradigmas, metodología y procesos de diseño arquitectónico basado en los sistemas generativos y tecnologías digitales, a través de experimentación y ensayo para determinar su grado de inferencia en la creatividad, imaginación e

innovación en el diseñador y en el proceso de diseño.

- Proponer pautas de diseño arquitectónico como material educativo para taller de diseño básico y arquitectónico a partir de la utilización de sistemas generativos y el uso de las tecnologías digitales como aportación en el proceso de diseño arquitectónico.
- Mostrar a los arquitectos y a los estudiantes reflexiones de conceptos, metodología y procesos de diseño sobre los sistemas generativos y los medios digitales que inciden en el campo de la arquitectura.

E. Procedimiento metodológico

El procedimiento metodológico de la presente tesis parte de una selección de propuestas de diferentes autores sobre el tema de las tecnologías digitales y el manejo de procesos de diseño basados en conceptos de diseño generativo en el contexto arquitectónico. Una vez decididas cuales son estas propuestas y su clasificación se recaba información sobre sus procesos de trabajo. A partir de aquí, el interés se centra en sus aplicación en los diferentes talleres de diseño básico, el proceso de ideación del objeto arquitectónico y, también, ver como se insertan las nuevas tecnologías en este proceso de diseño, enseñanza- aprendizaje y su fin ultimo la materialización.

Con este proceso que maneja una base teórica conceptual, una experiencia de desarrollo de metodologías en los talleres mencionados se plantea la propuesta de pautas de diseño arquitectónico que conjuguen tecnologías digitales con conceptos de diseño generativo como alternativas a los procesos de diseño tradicionales.

E. Contenido temático y estructura del trabajo

La primera Parte: **Marco Teórico**, esta subdividido en 3 puntos: 1) Los sistemas generativos

en la historia, se ha precisado dividir esta primera parte del documento en una cronología que a su vez estará dividida en tres grandes etapas asumiendo dos aspectos: a) la incorporación de las diferentes tecnologías y b) la inclusión de estas en la sociedad y cultura. 2) Clasificación de los sistemas generativos, aquí podemos encontrar a los principales autores de los sistemas generativos como sus propuesta en como utilizar los sistemas propuestos por ellos. 3) El Diseño Paramétrico & Arquitectura evolutiva, como la propuesta de donde se afianzara el desarrollo de las experiencias en los talleres de diseño.

El segunda parte: **Experiencias en la educación**, esta dividido en 2 puntos, 4) Las experiencias desarrolladas en varios talleres donde se exploran los conceptos teóricos de la primera parte y las tecnologías digitales, mostrando las ventajas y desventajas de estas metodologías aplicados ya el en el proceso de diseño y construcción y su posible utilización frente a las tradicionales. 5) Está dedicada a mostrar pautas de diseño como material para talleres de Diseño Básico en arquitectura a partir del uso de los sistemas generativos juntamente con las tecnologías digitales y aspectos académicos de uso práctico.

Luego se presentan las conclusiones comparativas y sintetizadoras de los trabajos analizados que intentan expresar un devenir de la tecnologías digitales conjuntamente con los sistemas generativos como un paradigma de pensamiento y producción arquitectónica.

Finalmente la Bibliografía reúne las fuentes consultadas para desarrollar la presente investigación.

1. MARCO TEÓRICO

PARTE I

LOS SISTEMAS GENERATIVOS EN LA HISTORIA

Durante la historia de la arquitectura y el desarrollo de la humanidad han influido muchos aspectos sociales y económicos, pero en arquitectura también hemos tenido un sin número de métodos y herramientas para poder desarrollar proyectos urbanos, arquitectónicos o de diseño, entre ellos los llamados SG (sistemas generativos), sobre todo los de base en el uso de algoritmos, parametricismo enfocados a las destrezas morfológicas y constructivas urbano – arquitectónicas, así como el uso eficiente de tecnologías colaborativas. Pero si hablamos de S.G ¿A qué nos estamos refiriendo?, ¿A qué nos estamos enfrentado?, ¿Qué es un sistema?, ¿Qué es generativo?, ¿Cómo se aplica en arquitectura?, ¿Cuál es su uso?.

Junto a estas interrogantes y a ejemplos de arquitectura que se pueden encontrar desde el objeto construido hasta las revistas, se evidencia un nuevo manejo formal, nuevas maneras de concebir y construir, ejemplos que demuestran claramente conceptos que no son netamente arquitectónicos, sino están relacionados con otras ciencias como: la biología, matemáticas, filosofía, electrónica, programación entre otras, y ahora fortalecidos por el uso y aplicación de las tecnologías digitales que proporcionan un nuevo enfoque y cambios en nuestras actividades tanto educativas, profesionales y del diario vivir.

Frente a estos cuestionamientos y poder entender aun mas el desarrollo de este método he precisado dividir esta primera parte del documento en una cronología que a su vez estará dividida en tres grandes etapas asumiendo dos aspectos: a) la incorporación de las diferentes tecnologías y b) la inclusión de estas en la sociedad y cultura. En este propósito la primera etapa será anterior a la llegada de la computadora digital desde el siglo XV hasta los años 40; la segunda etapa se tomará como referencia la estructura del ADN, los orígenes de la realidad basada en la computadora en los años 50 pasando por los orígenes del CAD hasta finales de los años 80 que fue el inicio del deconstructivismo; y, la tercera etapa estará determinada desde los años 90 desde la inclusión de la internet y las nuevas herramientas digitales hasta nuestros días.

1RA- ETAPA: LOS SISTEMAS GENERATIVOS SIN LA COMPUTADORA:

Inicio de los Sistemas Generativos en arquitectura

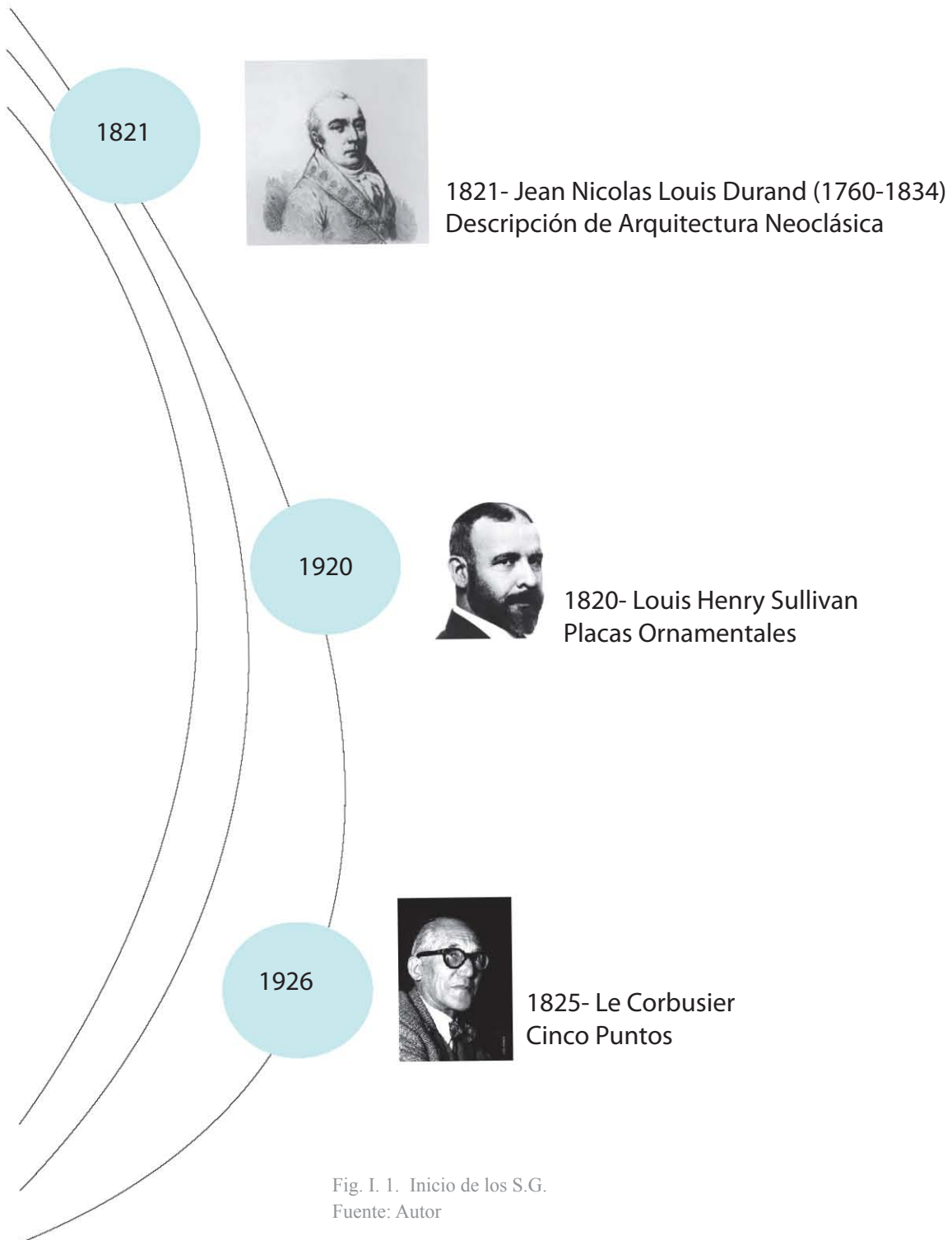


Fig. I. 1. Inicio de los S.G.
Fuente: Autor

Siglo. XV-XVI (renacimiento)

Antes de involucrarme en el siglo XV, donde tiene su apogeo las S.G. voy hacer referencia a la historia, y por lo tanto daré un breve vistazo a la arquitectura clásica como base fundamental para la proyectación y su desarrollo. En este periodo clásico el pensamiento vitruviano conocido como el método canónico es donde se genera la base teórica con conceptos de proporción, el ornamento, la estructura, impulsando a la arquitectura a ser creada y desarrollada de una manera ordenada, pero a pesar de ser muy estricta en su configuración transmite una gran belleza y creatividad, siendo esta la base para las subsiguientes arquitecturas especialmente en el renacimiento. Según lo indicado se puede enunciar que la arquitectura clásica va a ser la base para la configuración de una gran parte de los S.G., como son los geométricos, matemáticos y sobre todo la gramática de la forma a través de un vocabulario de elementos y formas básicas de las cuales se puede realizar varias configuraciones a los problemas planteados.

De regreso a nuestro primera etapa de exploración y reconociendo que el periodo clásico se lo puede considerar como en una de las bases de los S.G., a través del pensamiento vitruviano, voy a introducirme en la época del humanismo enfatizado por la llamada triada (pintura, arquitectura y escultura) y el manejo de los nuevos principios intelectuales.

En este periodo se sigue manteniendo el sistema clásico con sus principios enteramente canónicos, pero una de las grandes diferencias radica en que el arquitecto y el artista enfoca sus reglas en la naturaleza de las cosas y mantiene la unidad del lenguaje, además en los prototipos ideales y no reales (en este punto nos ayuda a comprender desde donde ya se inicia la arquitectura virtual que se utiliza en la actualidad con modelos idealísticos y/o modelos virtuales). A pesar de un avance significativo para la época se sigue manteniendo en poca medida la espontaneidad y creatividad de los artistas, así que su libertad creativa queda transferida a este mundo de reglas y parámetros muy estrechos en donde explotar las ideas.

Toda esta restricción manifestada hasta el momento se van desquebrajando paulatinamente

por la incorporación de un lenguaje formal diferente que se perfila en el aprovechamiento de elementos y conceptos del clasicismo, ajustándose a las necesidades de las nuevas formas de vida y dando inicio a un juego formal (a un vocabulario gramatical) a través de la generación automática de formas y geometrías desarrolladas especialmente por uno de los mayores tratadistas de la época como es Andrea Palladio.

El sistema Palladiano se presenta como punto de partida y uno de los más representativos en el uso de los S.G., a través de la aplicación de la geometría y la gramática de la forma, éste se sustenta en una idea de modularidad y de composición que parte de un conjunto de piezas preestablecidas como si se tratase de un repertorio que puede combinarse para conseguir una arquitectura plasmada de conceptos formalmente bien definidos. Pero no toda su obra se referencia a la composición por elementos, así su personalidad vanguardista intervino en gran medida en el intenso cambio de ideales que tuvo lugar en el renacimiento, enfatizando siempre la relación cliente, contexto y economía.

Todo esto nos hace considerar que esta época y sobre todo el método propuesto por Andrea Palladio se conforme en uno de los puntos más importantes de partida y desarrollo de los S.G., y su influencia sobre los subsiguientes, especialmente los que están dentro de esta categoría: S.G: simetría, S.G: gramáticas generativas y S.G: paramétricos.

Siglo XVII



Reconociendo que el método canónico cada vez más va perdiendo poder, en este siglo aparecen tratadistas como Francois Blondel (1705 – 1774) o Charles d'Aviler (1653-1701), quienes manifiestan que este juego de proporciones y orden no se podían encapsular en un único juego de fórmulas, sino que más bien se debe centrar en una formalización cultural de los sentidos y en especial la visión, una dimensión virtual que se convierta en una constante circulación de imágenes, metáforas y expresiones vinculadas entre los arquitectos y científicos.

Después de estos periodos de austeridad y fría grandiosidad impuesta, la arquitectura clásica se vuelca a un movimiento artístico basado en la ondulación y la curvatura conocido como Barroco, el mismo que rompe todos los esquemas preestablecidos anteriormente dando un giro hacia la imaginación del diseñador e innovación sobre todo en la forma exterior de los edificios con una ornamentación floral y/o escultórica.

Con estos antecedentes se puede decir que estamos frente a otro punto importante dentro de los S.G., el cambio en la manera de proyectar de la rigidez desde las formas y función a un formalismo de geometrías redondeadas y orgánicas, la idea de la arquitectura rígida y estricta que se llevaba anteriormente. Como consecuencia de lo expresado y por el juego formal desarrollado hasta el momento los S.G son reconocidos como sistemas formales, convirtiendo el barroco en una parte importante y base para las futuras exploraciones arquitectónicas como se los puede evidenciar en la actualidad gracias a los entornos virtuales.

Un aspecto importante que se pueden mencionar dentro de este periodo son los aportes que el filosofo Leibniz realiza, entre los cuales podemos mencionar: la creación del sistema binario el cual se convierte posteriormente en la base de la arquitectura de las computadoras en la actualidad además, de sus contribuciones importantes a la tecnología y a otras ramas, las que van a ser fuente de interés para filósofos de los siglos posteriores como Gilles Deleuze quien a su vez es de gran influencia para los arquitectos de su época.

Siglo. XVIII

Ya en la primera mitad del siglo XVIII se puede advertir una nueva alineación enfocada hacia el ilusionismo, la abstracción formal y la geometría extrema, a pesar de que se sigue hasta finales del siglo XVIII utilizando este hilo histórico que habíamos visto en las épocas pasadas de imposiciones formales y geometrías a utilizar. En la segunda mitad de este siglo en Europa se va definiendo un nuevo grupo de tratadistas como Etienne-Louis Boullée (1728-1799), Claude-

Nicolas Ledoux (1736-1799) o Jean-Nicolas-Louis Durand (1760-1834), quienes son parte del punto de quiebre sacudiendo al clasicismo y dando inicio a la denominada revolución francesa separando la edad del humanismo de la edad contemporánea.

El aspecto demográfico y urbano, así como social, cultural y científico difundidos por los pensadores del siglo, conjuntamente con la enciclopedia y la ilustración llevan a replantear los fundamentos de las ciencias cuestionando todo lo que se daba por supuesto. La arquitectura no queda fuera de este espíritu y propone una revisión de las formas ondulantes en las cuales trabaja el barroco, buscando una propia naturaleza de las obras arquitectónicas, como de los programas edilicios y los nuevos sistemas constructivos. La arquitectura, en apariencia no cambia nada porque se sigue utilizando las mismas formas, pero el mayor aporte se da en los fundamentos del lenguaje de expresión arquitectónica basados en el lugar y el tiempo apoyados en instrumentos de comunicación, reglas prácticas y técnicas, así, como en las actitudes que el arquitecto utiliza frente a su ejercicio profesional.

De esta manera se da prioridad a la imaginación sobre las otras cualidades intelectuales como la razón pura, tal como lo menciona el mismo Boullée a finales del siglo: “el diseño consistía en la producción de una imagen mental.” (Ortega LI., 2009, p.127), en tal sentido la imaginación se convierte en el elemento más importante para la creatividad del arquitecto resaltando la preocupación del aspecto social, siendo este último la base del movimiento moderno. A partir de lo acotado empiezan los orígenes del pensamiento racionalista y la arquitectura moderna con cambios radicales tanto en lo técnico, social y cultural, así como las consecuencias que se pudieron evidenciar en la revolución industrial.

Siglo XIX (1800-1890)

Los efectos sociales, culturales, políticos, científicos e industriales que se producen en esta época se reflejan en la arquitectura acelerando cambios en la forma de pensar y proyectar

de los arquitectos. Se pasa del mito de la cabaña desarrollada por Laugier en el siglo anterior a una por el culto de la geometría como configuradora de la arquitectura, alentando la innovación de las formas claras, puras y racionalmente constructivas.

Todo este conjunto denominado modernismo se presenta como una expresión estética, innovadora y renovadora, determinada por un juego formal brillante para la época por el uso de formas epidérmicas, una ornamentación con un vocabulario de elementos fantásticos que se van conjugando para formar en su totalidad el edificio. Todos estos elementos y conceptos mencionados podríamos decir que cumplen con los parámetros de los S.G. no solo por el sistema formal sino también en la configuración de variaciones a través de los elementos predeterminados como ejemplo los S.G. paramétricos.

Los progresos científicos e inventos que se van manifestando se van reflejando en la arquitectura, sobre todo en el estudio de nuevos materiales como el hierro y el acero convirtiéndose en una verdadera transición de lo industrial a la contemporaneidad multiplicando todo los objetos y logrando conseguir múltiples respuestas y en corto plazo. Este avance podríamos relacionarlo en la actualidad con la fabricación digital y diseño paramétrico donde el desarrollo del modelo y el estudio de los materiales se convierten en múltiples soluciones a un solo problema en arquitectura.

Se da inicio a muchas subteorías arquitectónicas durante el siglo XIX: teorías de materiales, de simetría, las nuevas matemáticas y ciencias de la biología, haciendo que los arquitectos desarrollen sus propuestas arquitectónicas basadas en la génesis de la forma, alegorías visuales, verbales, táctiles logrando un dialogo entre hombre y el entorno, ejemplo el surrealismo vegetal en la obra de Antonio Gaudí quien se ha convertido en uno de los referentes de los S.G., por el manejo conceptual y práctico que desarrolla.

A más de lo mencionado anteriormente se dan dos aspectos en relación de los S.G. y las tecnologías digitales: La primera, la arquitectura comienza a acoplarse con otras ramas, especialmente con las ciencias biológicas permitiendo el desarrollo de las S.G. evolutivos a través del componente principal: lo natural. Y el segundo aspecto son las llamadas nuevas matemáticas

conocidas como informática, que son propuestos por el matemático George Bernhard Rieman, que han permitiendo a la arquitectura salir de este espacio cartesiano a superficies dobladas como cuanto sea imaginado, abriendo una perspectiva a la escala, a nuevos tiempos de trabajo y al aumento en la cantidad de producción de diseño, edilicia y urbana.

Siglo XX (1900-1910)

Frente a la crisis de las geometrías euclidianas, a los cambios culturales y científicos, la arquitectura va dejando el juego dialéctico para pasar a la llamada tecnociencia, donde se conjuga la lógica, la matemática y la experimentación desarrolladas por los llamados maestros de la arquitectura como Frank Lloyd Wright, Le Corbusier, entre otros.

Hay que mencionar en este periodo a Lewis Mumford, quien por 1934 bosqueja a grandes rasgos tres periodos importantes en el desarrollo de la tecnología: el periodo eotécnico, el paleotécnico comprendido en la era industrial y el periodo neotécnico en el cual estamos enmarcados en el siglo XX. “Este último periodo apporto la técnica de las aleaciones, los metales ligeros, los compuestos ligeros, los compuestos sintéticos, los misterios invisibles de los proceso químicos y, en especial, la energía eléctrica.” (Ortega Ll.,2009,p.147), además el mismo Mumford señala que: “aunque solo de pasada, el advenimiento de lo que llamo “el periodo biotécnico”, ya visible al borde del horizonte” (Ortega Ll.,2009,p.147).

En este periodo se pueden definir tres grupos relacionados a la arquitectura para su composición y desarrollo: El primero, el valor simbólico formal: lo verbal, visual y el táctil continúan en esta época, así como la relación con el entorno y la maduración del surrealismo vegetal de Antonio Gaudí, la aparición del crecimiento y la forma de D´Arcy W. Thompson, un biólogo matemático, quien ha sido llamado “el primer biomatemático” vinculando el proceso de crecimiento, desarrollo y la estructura en un sinónimo de programa.

El segundo grupo: generado especialmente por el aspecto funcional sobre todo la idea

básica de que “el arte de proyectar es el arte de colocar al hombre en el espacio y organizar sus medidas en él” (Pereira J.,2005,p.239). Aquí se establece una de series de elementos arquitectónicos a través de un lenguaje abstracto basado en los elementos geométricos: el punto, la línea, el plano y el volumen. Se vuelve a plantear la geometría como base de la arquitectura apareciendo el cubismo, el neoplasticismo afirmando una verdadera revolución lingüística que sienta las bases del lenguaje arquitectónico moderno.

Y tercero, las nuevas matemáticas, una estructura de pensamiento lógico matemático que hace que la geometría euclidiana vaya en declive y se cambie hacia la revolución de las formas como lo afirma Bruno Zevi:

Sin la convergencia declarada por los matemáticos modernos de las dos entidades espacio y tiempo, y sin la contribución de las dos entidades espacio y tiempo, y sin la contribución de Einstein al concepto de simultaneidad, no habrían podido surgir ni el cubismo ni el Neoplasticismo. Y sin la cuarta dimensión cubista, Le Corbusier nunca habría colocado la villa Savoye sobre pilotis, ni habría hecho similares sus cuatro fachadas, rompiendo con la distinción entre la fachada principal, laterales y posterior, general desde la aparición de la perspectiva en el renacimiento (Pereira J.,2005,p.235).

Ya en esta época antes que las computadoras tengan su apogeo, se comienzan a identificar características notables de la era digital relacionadas con flujos, estructuras, diseños dinámicos con geometrías no euclidianas e integración de modelos naturales, “ejemplo, los diagramas de movimientos de Luis I. Kahn, los proyectos informes de Friedrich Kiesler o los trabajos indéxicos de Charles y Ray Eames” (Ortega Ll.,2009,p.0).

2DA ETAPA: SISTEMAS GENERATIVO CONCEPTUALIZACIONES, METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DISEÑO- FRENTE A LA INCLUSIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES.

Madurez de los sistemas generativos en arquitectura

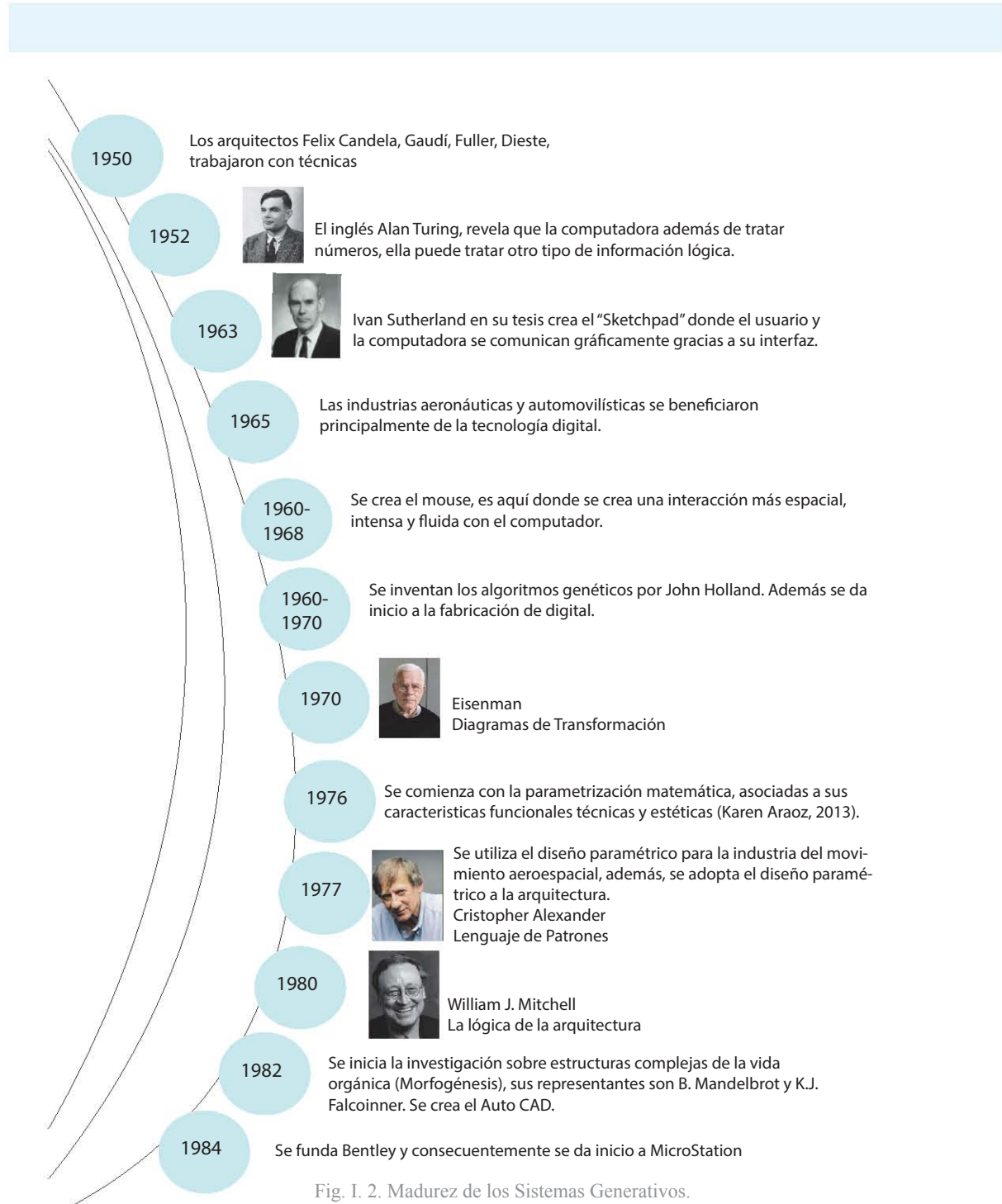


Fig. I. 2. Madurez de los Sistemas Generativos.
Fuente: Autor.

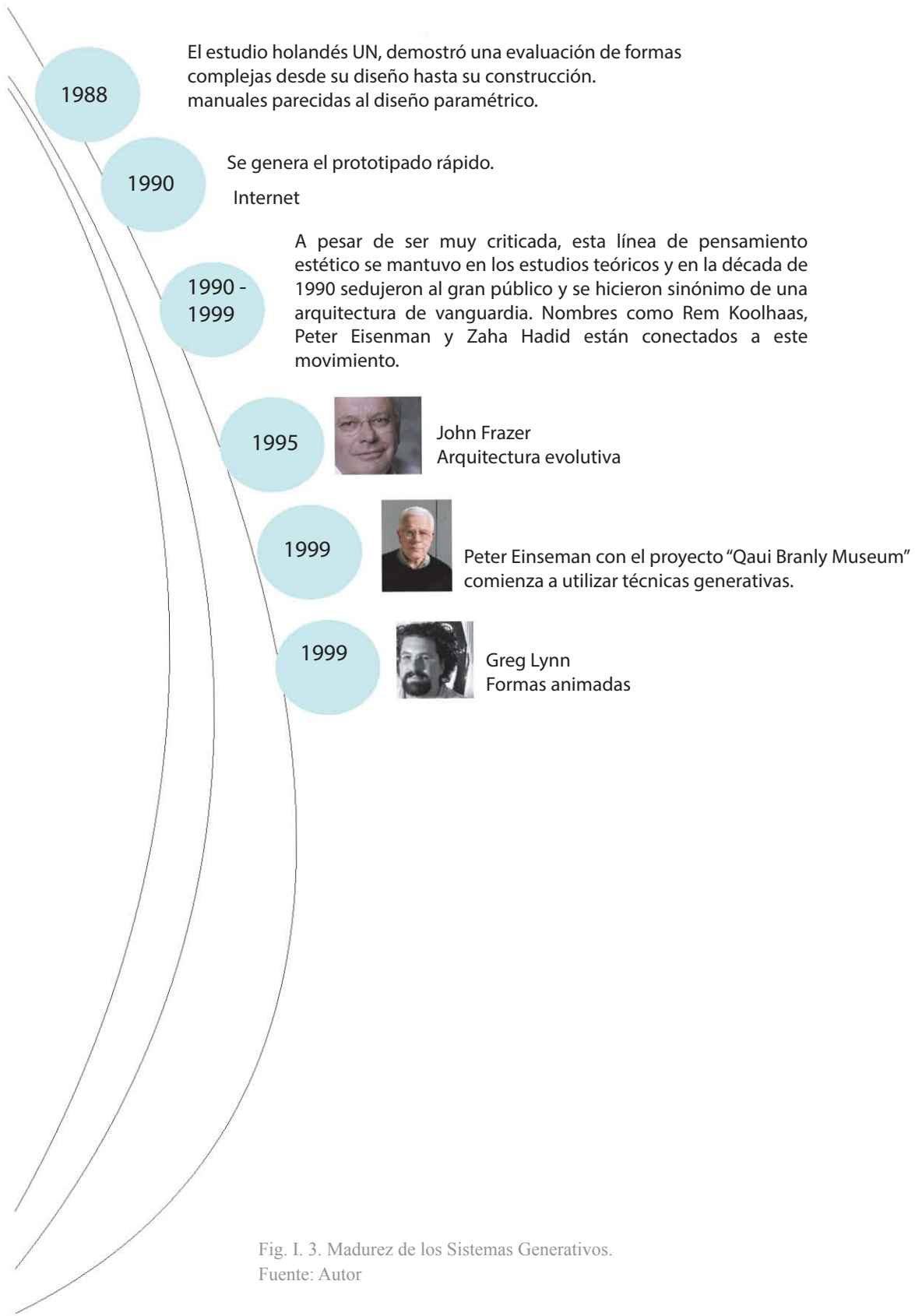


Fig. I. 3. Madurez de los Sistemas Generativos.
Fuente: Autor

Cada época tiene su lógica. Pero la nuestra no es la que creíamos. La lógica formal de la imagen es la de la pintura, del grabado, de la arquitectura que se termina en el siglo XVIII. La era de la lógica dialéctica es la de la fotografía, de la cinematografía, el fotograma del siglo XIX. La era de la lógica paradójica de la imagen es la que empieza con la invención de la videografía, la holografía y la infografía.

Paul Virilo

Siguiendo la cronología de estudio voy a llegar a una nueva etapa social, cultural y arquitectónica que se desarrolla a partir de los años cincuenta, época a la cual se la considera el punto de inflexión más importante para la investigación: La aparición del primer computador digital en 1951, los orígenes del CAD (Dibujo Asistido por Computador: Aided Computer Desing) y el descubrimiento del ADN.

Frente a los temas antes mencionados y conjuntamente con los que se van a dar desde los finales de la segunda guerra mundial entre 1939 -1945, como el declive del movimiento moderno a partir de 1950 por la aceleración económica en 1960, la muerte de uno de los grandes arquitectos de la historia como es Le Corbusier en 1970, se presentan nuevas oportunidades como la computadora, las nuevas matemáticas, filosofía y la biología, que van a dar la característica y fundamento a la arquitectura por mucho tiempo y los que se van a considerar fuente de inspiración para el futuro de la arquitectura en relación frente a los S.G, y las tecnologías digitales.

La computadora, su inicio

La aparición de la computadora acarrea a la arquitectura un cambio radical en tres aspectos: el espacio, lugar y tiempo. Estos espacios tradicionales que ahora son confinados a una pantalla y a su virtualidad dan como consecuencia una nueva forma de verla y manejarla rompiendo el marco de pensamiento de los arquitectos y llevándolos a través de nuevos problemas epistemológicos, culturales, sociales y sobre todo a una nueva relación entre el hombre y la máquina.

La inclusión de la tecnología y los programas de diseño dan una oportunidad para tener

una mayor exactitud en los aspectos formales, funcionales como constructivos, con ello se evidencia ya los primeros rasgos de una extensión de la mente humana con las posibilidades que ofrece la computadora, así tenemos un ejemplo claro el desarrollado por Sutherland y su alumno Bob Sproull quienes implementaron el primer sistema de realidad virtual en 1966, con el cual podrán ingresar a una habitación y mirar todo el espacio interior .

Estos mapas, diagramas, flujos y programación que solo pueden ser visualizados ahora en la pantallas de las computadoras se van acuñando poco a poco en las diferentes teorías y grupos como el ya mencionado ARCHIGRAM, dando un giro desde la industrialización hacia el campo tecnológico y la personalización, además que la arquitectura comienza a tener mayor relación con las matemáticas permitiendo desarrollar diferentes operaciones que anteriormente era más difícil hacer de manera tradicional.

A pesar de que no hemos sido testigos presenciales de los variados cambios que la computadora ocasionó en el mundo en todos los campos y actividades cotidianas de la humanidad, sí podemos hacer referencia a múltiples experiencias y escritos que existen, y se puede decir que desde sus inicios la computadora revolucionó completamente el pensamiento y producción de la arquitectura evidenciándose en la utilización de otros conceptos que no son necesariamente arquitectónicos: biología-filosofía-arquitectura-computadora alentando nuevos procesos de diseño y los cuales se los ha vuelto a evidenciar mucho más en estos últimos tiempos.

Matemáticas, arquitectura e informática



Las nuevas matemáticas conocidas ahora como la informática, se presentan en esta época a manera de una herramienta más productiva debido a su gran accesibilidad, potencia, velocidad de cálculo y sobre todo a las exigencias que la misma contemporaneidad requiere. Van a ir apareciendo múltiples teorías aplicadas al diseño, entre ellas el racionalismo informá-

tico, cuyos expositores son: Asimov, Archer, Alger, Hays, Alexander, Gugelot, Burdeck, Jones, quienes proponen:

Una tendencia que buscaba la manera de utilizar ordenadores en el proceso de diseño, a partir de la racionalización de las fases del proceso de diseño. Históricamente impulsado por el desarrollo tecnológico y el prestigio social creciente de la informática (Cuberos R., 2007, p. 17).

La informática se va a convertir en una herramienta para explicar este nuevo lenguaje y el problema de arquitectura, a través de la topología y sus diferentes operaciones como “el de estirarse sin romperse y doblarse sin pegarse” (Ortega Ll., 2009. p.157), variantes que ya no pueden ser medidas y trabajadas mediante un sistema métrico, por lo tanto el arquitecto tiene que cambiar su pensamiento a diagramas abstractos, operaciones embriológicas y a una estructura métrica diferente.

De todo esto se desprenden métodos de diseño que tuvieron gran importancia en esta época: La geometría, los grafos y la teoría de los algoritmos, así como las teorías propuestas por Christopher Alexander (1936), convertido en uno de los padres de la metodología del diseño, y quien despertó mucho interés por el manejo hacia la problemática de la forma y el contexto; además es uno de los primeros en utilizar la teoría de los grafos, a pesar de que este fue ya propuesto por Euler en el s. XVIII, como el lenguaje de patrón, el lenguaje cibernético y el cálculo por ordenadores. A sí mismo a través de sus estudios matemáticos describe un sistema práctico para la arquitectura al cual la denomina gramática generativa.

Dicha teoría se manifiesta en términos matemáticos, en donde el diseñador podrá a través de una serie de operaciones llegar a una solución nueva. No obstante, la euforia de trabajar en la estructuración de los problemas por medio del proceso electrónico de datos se apaciguaría rápidamente a causa del dispendio considerable que implicaba en aquel tiempo, y como dice el mismo Alexander “este método es demasiado lento y costoso” (Broadbent G., 1976, p.265). Pero a pesar de los problemas complejos que se presentan este aporte es fundamental para resolver muchos problemas de una forma deductiva y obtener de ella múltiples alternativas.

La introducción de la computación alentó a muchos estudios a proponer una arquitectura experimental y futurista con alternativas analógicas, utópicas y efímera, propuestas representadas por Peter Cook, Dennis Crompton, Ron Herron, Warren Chalk, David Greene y Michael Webb, quienes se sintieron fascinados ante las posibilidades que permite, proponiendo nuevos parámetros y conceptos como dinamismo, movimiento y la llamada inteligencia artificial que en nuestros días es muy común su utilización sobre todo en aparatos electrónicos.

Esta cabaña tecnológica es el camino a seguir para muchos arquitectos como: Frank Gehry, Peter Eisenman, Zaha Hadid, entre otros, dando un verdadero salto entre el dibujo asistido por computadora al diseño con estas mismas herramientas, obteniendo con ello un mayor provecho de su trabajo, ejemplo los proyectos desarrollados por el deconstructivismo. Estas aproximaciones nos ayudan a determinar que los sistemas generativos = sistemas formales han estado presente en todas las épocas y ahora mucho más gracias al avance de la informática. Pero a pesar de ser muy revolucionario y de gran aporte a la arquitectura se han quedado en un ámbito utópico, especialmente porque son demasiado costosas; sus estructuras y diseños son difíciles de construir, además de que desperdician muchos recursos de los cuales cada vez más preciosos.

"La arquitectura, como una forma práctica de arte, ha requerido la ayuda de la computación y de sus procesos desde tiempos antiguos"

(Kalay, 2004, p. 63).

Filosofía, matemáticas, arquitectura y tecnología

El segundo elemento y no menos importante que revoluciona a la arquitectura en este periodo es la filosofía, componente muy significativo por sus aportaciones hacia los conceptos

que manejan los S.G., un libre juego gramatical expresado en las formas arquitectónicas ya no solo por lo que puede ofrecer la computadora, sino ahora con un sustento proveniente de las concepciones filosóficas, semióticas y lingüísticas de diferentes intelectuales en los 70, como Levi-Strauss, Saussure, Eco, Jacques Derrida, Jean Baudrillard, Gilles Deleuze, Frnacois Lytard.

En esta época los filósofos y arquitectos empiezan a trabajar conjuntamente hacia una arquitectura donde cualquier cosa sirve, con formas y conceptos como los desarrollados por Peter Eisenman a partir de los años 70's, derivados de la cibernética. Una arquitectura manifestada en un proceso de fragmentar, combinar y superponer, como ejemplo la basada en la teoría del lenguaje de Noan Chomsky, que propone una gramática generativa como la desarrollada por Alexander.

Biología (genética), matemáticas, arquitectura y tecnología

Durante los 50', 60', 70', se siguen dando los avances científicos y tecnológicos: de robótica, ingeniería genética (o bioingeniería) y telecomunicaciones. El tercer elemento a considerar en el estudio tiene que ver con la biología fundada en la genética y que gracias al descubrimiento del código genético y el desarrollo de los sistemas informáticos, la arquitectura toma un rumbo muy distinto en su forma de trabajar pasando a una producción de analogías basada en proceso de desarrollo de los seres vivos.

Analogías que son fuente de modelos teóricos matemáticos traducidos en proyectos arquitectónicos abstractos con altos grados de isomorfismos, convirtiéndose en ejemplos paradigmáticos para la ciencia de la época y de las futuras generaciones, como las exploraciones y aportaciones en la utilización de la biología en la arquitectura empleadas por el gran maestro y arquitecto Antonio Gaudí en sus obras, ejemplo: la sagrada familia, el parque Guell.

Este periodo se convierte en el inicio del siglo de la biotecnología, gracias a uno de

los inventos más maravillosos denominado MÁQUINA TURING en 1936, diseñada por Alan Turing con su principal interés de desarrollar la morfología a través de simulaciones y procesos matemáticos e informáticos.

Así la biología empieza a involucrarse con la tecnología, arquitectura y experimentación con diferentes programas de modelado, emulando morfológicas naturales y procesos genéticos, generando un tratamiento paramétrico de la forma y su manipulación para obtener múltiples soluciones, desembocando la creatividad de los arquitectos, quienes se sienten incentivados por el desarrollo de nuevas formas y soluciones arquitectónicas.

De la misma manera existen muchos arquitectos con distintas concepciones relacionadas con el término “orgánico” y que tienen una conexión lógica con los seres vivos, ejemplo las ideas del gran filósofo Gilles Deleuze, quien a pesar de no inventarlos ya trata los conocidos algoritmos genéticos (A.G.) y de los cuales son parte de los S.G y su clasificación. Deleuze ya nos habla de los A.G. que, para que se desarrollen, necesitan de algunas condiciones las cuales están relacionadas con el pensamiento filosófico: lo poblacional, lo intensivo y lo topológico; cambiando con ello la forma de pensar y desarrollar los proyectos basados en conceptos de la génesis de la forma.

A pesar de la diferencia y de los métodos empleados por los distintos investigadores y de las estrategias de aceleración del proceso creativo, podemos mencionar también a uno de los arquitectos más reconocidos y estudiosos sobre las métodos de diseño, Geoffrey Broadbent, el cual recurre a varios métodos de diseño cuando tiene que proyectar, agrupando en cuatro métodos. Pero el método que interesa en este aspecto es el relacionado con lo biológico, al cual lo denomina método analógico, tomando prestadas formas externas al mundo de la arquitectura y convirtiéndolas en formas inequívocamente arquitectónicas.

Muchos de los estudios realizados no solo estuvieron dirigidos al aspecto formal y funcional, sino que uno de los grandes logros es el maridaje entre la biología con el aspecto técnico-constructivos, de nuevos materiales, de ligereza, resistencia y sobre todo movilidad y flexibilidad.

Esta incursión de conceptos hacen que se vaya dando una nueva relación entre hombre-máquina en la era de la tecnocultura, en particular en esta compleja relación entre los mundos simbólicos y fenomenológicos que son construidos por el mismo ser humano y basados en los intentos de hacer algo nuevo, ya sea real o virtual. Las ideas y conceptos que se encuentran en esta área, convergen en un pensamiento de la complejidad que va dejando huellas para los tiempos venideros, dejando de ser simplemente una enunciación para ser materializados en pequeña y/o gran escala en la arquitectura.

Relación hombre-máquina

El cine, la literatura y el progreso científico están trazando el camino de una tendencia donde la ciencia ficción ya no solo están en las películas, sino que a partir de estas investigaciones realizadas desde la década de 1960 se comienzan a generar intereses sobre las mutaciones entre inteligencia humana y/o de sus hibridaciones con las máquinas generando una super capacidad en el ser humano. En este sentido, Alejandro Piscitelli nos menciona en su libro ciberculturas 2.0 tres aspectos principales que pueden convergen a la mutación hombre-máquina: primero la automatización de tareas hombre-maquinas, segundo la simbiosis humano-conceptual y la tercera la Internet como herramienta máquina-hombre.

Como hemos mencionado ya en algún momento las innovaciones, la imprenta como las computadoras, han causado un profundo impacto en cuanto a la forma de vida del hombre, en lo que somos y qué hacemos. En nuestra sociedad donde rigen las leyes del mercado y la fuerza del dinero, además donde se exige el perfeccionamiento en todo lo que se hace, se puede mencionar las palabras del sociólogo Christian Ferrer:

Ideas y conceptos provenientes de la biología, la teoría de la computación, la ecología industrial y la microeconomía van convergiendo en dirección a un pensamiento de la complejidad que por fin dejó el terreno de las enunciaciones y se vuelca en materializaciones y diseños (Piscitello A., 2002, p.23).

Es evidente, entonces, que la sociedad está ingresando a una era posthumana y a un transhumanismo, donde el hombre ya introduce elementos de la máquina no solo en su organismo para funcionar mejor, sino para experimentar o compensar los espacios que habían quedado rezagados antiguamente por la oralidad y la escritura; estas creaciones en efecto han acabado en convertirse en una necesidad donde se pueda expandir y del cual pueda mutarse hasta obtener lo mejor de lo mejor.

Con esta relación los hombres tienden a desafiar los límites en las investigaciones y proyectos determinando una nueva configuración y definiciones de la naturaleza, de la vida y del ser humano pretendiendo generar profundas implicaciones, a pesar de que la máquina realiza tareas idénticas, pero su gran diferencia radica en el tiempo de ejecución y a un costo significativamente menor, sin ser todavía una tecnología que piense y actúe sola.

Los aspectos que se han tratado en estas líneas pretenden ir posicionando el uso de las tecnologías y los procesos de diseño a través de esta retrospectiva, mostrando y reflejando el impacto de las nuevas tecnologías y los S.G. en la arquitectura desde las diferentes posiciones como para quienes la explosión de la tecnología ha permitido explorar sus diseños con nuevas herramientas y conceptos, hasta quienes han reaccionado frente a la aparición de la computadora y la han aceptado como mero instrumento de dibujo, pero sí podemos decir que esta técnica informática desde su aparición y conjuntamente con conceptos provenientes de la filosofía y de la biología se han convertido sin lugar a duda en medios de tratar nuevos conocimientos sobre todo de orden innovador de ideas de diseño.

“el nuevo mundo cibernético no le importa la gente sino los “sistemas”, el hombre se vuelve “reemplazable” y “gastable”, por ello para los nuevos autopistas de la ingeniería de sistemas es el “elemento humano” el componente inconfiable de sus creaciones o bien se elimina del todo, sustituyéndolo por el hardware de computadoras, maquinaria autorregulada y así y simplemente hacer al ser humano tan confiable como se pueda:

mecanizado, conformista, controlado y estandarizado.”(Ruesch,1967)

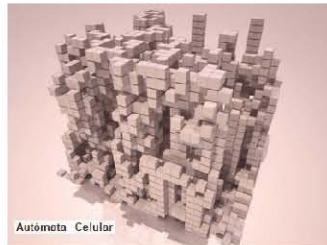
Cronología de los sistemas generativos computacionales

1930s Máquina de Turing



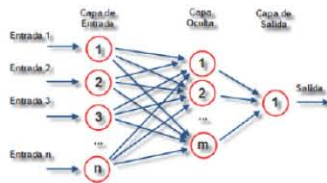
La máquina de Turing es un dispositivo que manipula símbolos sobre una tira de cinta de acuerdo a una tabla de reglas. A pesar de su simplicidad, una máquina de Turing puede ser adaptada para simular la lógica de cualquier algoritmo de computador y es particularmente útil en la explicación de las funciones de un CPU dentro de un computador. La máquina de Turing no está diseñada como una tecnología de computación práctica, sino como un dispositivo hipotético que representa una máquina de computación.

1940s Autómatas Celulares



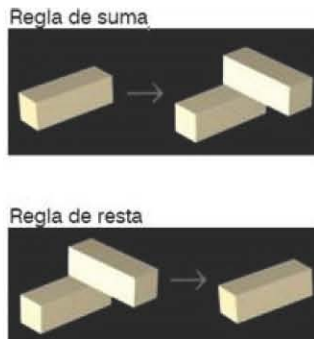
Autómata celular es un sistema matemático y computacional desarrollado por John von Neumann, Stanislaw Ulam, y Nils Barricello. Este sistema propone modelos matemáticos de auto organización, incluyendo los sistemas complejos en la naturaleza, como los copos de nieve, los patrones de flujo turbulentos, y sistemas biológicos

1943s Redes Neurales



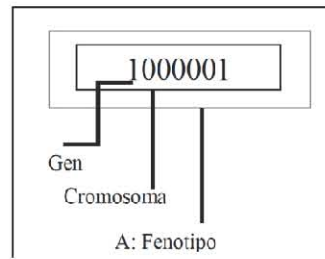
Es un modelo computacional para el procesamiento de información que se ha inspirado en el comportamiento funcional de las redes neurales biológicas, compuestas por un conjunto de neuronas artificiales interconectadas, las cuales resuelve problema de procesamiento de información simultánea. Redes neurales biológicas consisten en las sinapsis, los axones, dendritas y cuerpos celulares, mientras que las redes neurales artificiales imitan su proceso de nivel de multi - conexión y umbral de activación en forma de neurona simuladas con multiplicadores, sumadores y umbrales.

1955s Gramáticas Formales



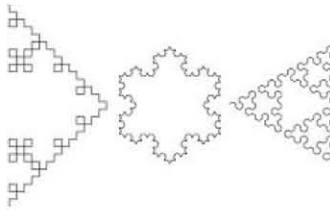
Una gramática formal consiste en un conjunto de reglas que se aplican de forma recursiva a partir de la forma inicial. Reglas para especificar la forma particular que será reemplazada y la manera en que se sustituye. Las normas se basan en transformaciones espaciales, escala, rotación y reflexión que permiten una forma a ser parte de otro. Con un número finito de reglas de formas gramáticas que generan un indefinido número de diseños.

1960s Algoritmos Genéticos



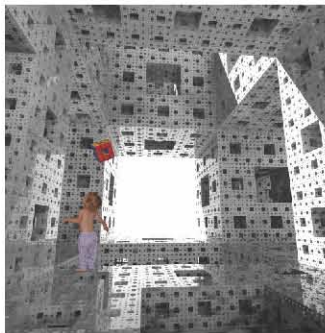
Algoritmos Genéticos (AG) es un procedimiento de cálculo, inspirado en la evolución natural, que representa conceptos comparables a los individuos, el apareamiento, el cromosoma de cruce, mutación genética, codificación física, y la selección natural. En la década de 1960, John Holland propuso la idea de algoritmo genético, por primera vez.

1968 Sistemas -L



Aristid Lindenmayer ideó Lindenmayer-sistemas, también conocidos como sistemas-L, en 1968 como un método para simular el crecimiento de las plantas. L-sistemas se componen de cuatro elementos: una partida configuración o cadena inicial, un conjunto de reglas, restricciones y variables. El concepto básico detrás de sistemas-L es escribir y reescribir el código reemplazando, las letras que componen la cadena inicial por otros basados en las normas prescritas que se aplican en paralelo.

1975 Fractales



Benoit B. Mandelbrot Fractal originó el término en 1975 para definir las reglas matemáticas que rigen los objetos naturales, como las líneas de costa, las nubes y los copos de nieve. Los fractales son ampliamente formas geométricas que se pueden subdividir en partes y su característica geométrica es la auto-similitud es decir, cada una de las partes son, copias reducidas similares del conjunto.

1986 Vida Artificial



La vida artificial (A-Life) es una disciplina que se aprovecha de los conceptos de simulación por ordenador y de información para el estudio y simulación de sistemas de vida. A-Life fue acuñado por el científico de la computación. Christopher Langton, en 1986. Langton caracteriza la vida artificial como la localización de la vida como que sabe lo en el cuadro más grande de la vida-como-que-podría-ser. Al describir esto con más detalle Langton dice: Una vida complementa el enfoque analítico de la biología tradicional con un enfoque sintético: en lugar de estudiar los fenómenos biológicos mediante la adopción de los organismos vivos, aparte de ver cómo trabajan, tratamos de armar sistemas que se comportan como organismos vivos.



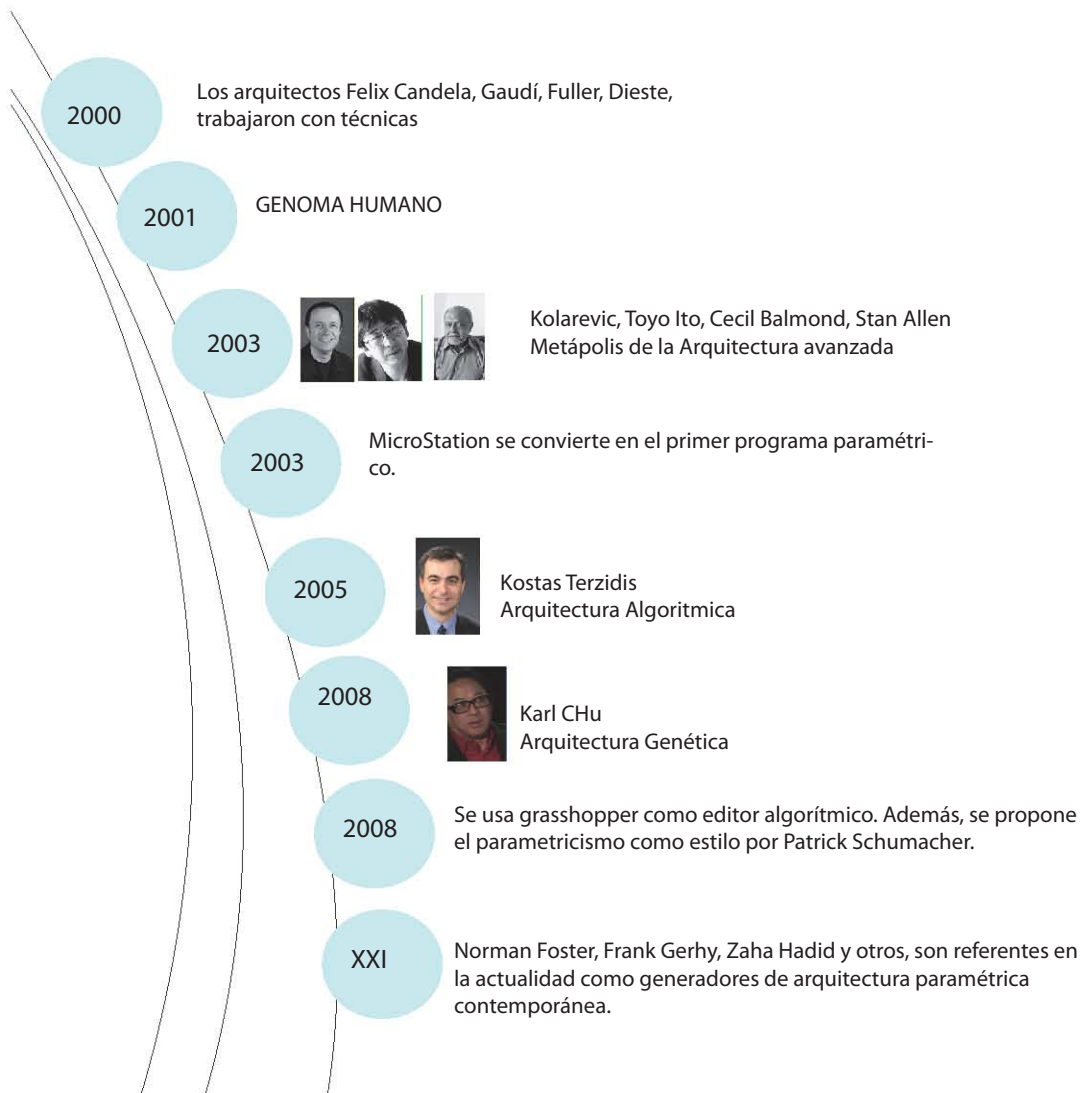
Enjambre de Inteligencia se define como la inteligencia colectiva emergente de grupos de agentes simples que tienen comportamientos descentralizados y colectivos. El concepto ha sido denominado por Gerardo Beni y Jing Wang en 1981. La inteligencia de enjambre se ha inspirado en los insectos sociales y los animales como las hormigas, abejas, avispas, termitas y aves. El principio de la inteligencia de enjambre se basa en la autonomía, la emergencia y el funcionamiento distribuido en lugar de control, la programación previa y la centralización. La aplicación de este método oscila entre el encaminamiento del tráfico en las redes de telecomunicaciones para el diseño de algoritmos de control para un grupo de robots autónomos.

“De la capacidad con la que el arquitecto se adapte a esta nueva manera de pensar dependerá sus aptitudes para materializar una nueva visión del mundo. No obstante, esto también supone que el arquitecto tenga una actitud crítica ante los nuevos productos, tanto más cuanto tienen como finalidad transferir una idea a una información reglamentada”

(Pellegrino P.,1999,p.26)

3ra Etapa: Nuevas Exploraciones generativas- era digital

Cronología de las nuevas exploraciones generativas- era digital



“Estas nuevas formas: han vuelto a entrar por la puerta grande en la arquitectura contemporánea y son revoluciones no declaradas fruto de una voluntad tenaz, conseguidas gracias a la electrónica y a la capacidad de trabajar globalmente”.

Dennis Dollens

(Dollens. D., 2002, p.33)

Esta retrospectiva histórica asienta una fuerte base conceptual y de procesos que conducen finalmente a la tercera y última etapa, a la cual voy a considerar como un segundo punto de quiebre en el estudio por encontrarse en su mayor apogeo por el desarrollo tecnológico digital, biológico y matemático, el cual se ha mantenido hasta nuestros días y sigue avanzando sin tregua a una verdadera revolución de diseño y fabricación digital.

En cada tiempo, lo urbano, lo arquitectónico y el diseño han estado íntimamente ligados a distintas ciencias y en especial a la complejidad, las matemáticas, biología, la geometría, así como los diferentes temas relacionados con el impacto ambiental, la sostenibilidad, a esto hay que sumarle el advenimiento de la Internet, la globalización, como las nuevas tecnologías de comunicación aplicados a la arquitectura y el diseño hacia una especialización y personalización.

Al introducirnos en este periodo, el movimiento teórico-literario arquitectónico denominado de-constructivismo retoman su inspiración en el aspecto formal del constructivismo ruso que existió durante la década de 1902. Arquitectura representada por los :

Volúmenes rotos, torsionados e inestables de Eisenman; en las mezclas minerales y hundidas de Libeskind; en las diagonales fugaces de Hadid; en las estructuras torturadas de Enric Miralles; en los paisajes artificiales de Koolhaas, en los tentáculos deformes de Gehry. Colosales y locuaces unos, modestos y silenciosos, todos de ellos ejemplos emblemáticos de la deconstrucción en sus distintas escalas arquitectónicas. (Pereira J., 2005, p.299).

Seguramente a estos conceptos los podemos relacionar con lo que se dio en el barroco ya se por el cambio de pensamiento como por las formas desarrolladas con su base principal: el juego formal ondulante y geométrico, con un significado simbólico y metafórico pero ahora

generando un nuevo espacio conocido como el no lugar dado por la computadora y las nuevas herramientas.

Esta arquitectura ha traído muchos aportes y a su vez varios problemas encontrados en varios proyectos, además que estos solo han quedado para algunos arquitectos con renombre, sumándole los problemas que se dan en su construcción ya sea por sus costos o formas muy complejas de realizarlas, quedando muchos de ellos en un ámbito efímero como: exposiciones, libros, revistas, en encargos personales y de manera preferente en este nuevo espacio artificial generado por la computadora. **“Es justamente este universo el que ha convertido a arquitectos como Peter Eisenman, Daniel Libeskind, Bernard Tschumi y Lebbeus Woods en una suerte de estrellas del pop cuyas afirmaciones suscitan tremenda expectación”** (Iblelings H.,1998,p.26).

La llegada de la tan mencionada globalización ha cubierto toda nuestra realidad a través de temas como el simbolismo, metáforas, movilidad y a un acceso ilimitado a la información. Hecha la observación anterior podemos decir que si el renacimiento y la revolución industrial entró en diferentes umbrales de conocimiento, la contemporaneidad con la globalización se conforma en el nuevo umbral del siglo XXI, y que está ejerciendo una gran influencia a través de una tupida gama de terminologías, la misma que está en constante transformación y que no logra subsistir más allá de un tiempo fugaz impuesto especialmente por la tecnología, Internet, los medios de comunicación, la creciente movilidad y las modas, afectando en el ámbito arquitectónico y urbano.

En los últimos años se sigue potencializando los aspectos sobre todo formales y constructivos del saber arquitectónico influenciados por posiciones teóricas formalistas y de evolución natural enfatizados en la creación de formas orgánicas generando un dominio de la morfología y un juego gramatical con mucha libertad a través de un catálogo de geometrías, texturas, conceptos y que junto a las tecnologías digitales se han conformado en las tendencias estéticas.

Este apogeo y desarrollo mediático hace que los arquitectos se sumerjan hacia una arquitectura con características que proporciona este cyber espacio y los programas de última

generación reivindicando el no lugar, rompiendo esquemas y llegando en muchos de los casos a un desenfreno de propuestas como si se tratase de unos organismos invertebrados (ejemplo los S.G.: evolutivos agrupados en los algoritmos genéticos y autómatas celulares que permiten llevar a la arquitectura a través de lenguajes de programación a proyectos extremos).

Pero hay que ser muy claros porque estas propuestas no son innovadoras en estética ni en función, y que no aparecen de la nada, sino que ya tienen un trayecto muy amplio como hemos visto en épocas pasadas, pero sí podemos decir que estos conceptos y proyectos desarrollados se han ido fortaleciendo por el uso y aplicación de nuevas herramientas digitales aplicadas al diseño.

Este nuevo proyectar enfatizado en lo cibernético, virtual y digital va mucho más allá de quienes lo utilizaban solo para dibujar mejor y más rápido que si se lo desarrollara a mano, sino que más bien como nos lo menciona Branko Kolaveric este ha ido “modificando profundamente los procesos de diseño y construcción. Mediante la integración de diseño, análisis, fabricación y montaje de los edificios alrededor de las tecnologías digitales” (Kolaveric, B, año, p.123).

Llegando a este punto en el siglo XXI, era de la comunicación y del desarrollo tecnológico digital, a la arquitectura se la ha denominado digital no solo por la vinculación de las tecnologías de la información como lo he mencionado anteriormente, sino por el fortalecimiento de los nuevos procesos en beneficio de las ideas, de la creatividad a través de modelos intangibles (virtualidad), además del que se puede producir una personalización de los diseños buscando optimizar tiempo, recursos, sistematizando procesos, además de mejorar la visualización y hoy la producción.

De este modo lo digital se ha convertido en un espacio en donde responder los problemas de diseño, donde empezar a experimentar y construir el objeto diseñado. A partir de estos datos la arquitectura vuelca su visión a un particular interés nuevamente por el valor de la forma en sí, como su construcción, a través de un repertorio de curvas y deformaciones, de volúmenes rotos, torcidos e inestables.

La omnipresencia de la informática ha salpicado a todo los estilos y métodos de diseño

entre los cuales están los S.G, básicamente porque va a proporcionar a través de los programas de diseño una gama de herramientas que permitan generar y producir de una manera autónoma, a través de algoritmos y cálculos, un abanico de posibles soluciones arquitectónicas.

La informática recupera el concepto de la personalización y la producción (no en serie ni de la configuración manual que se venía viendo en la modernidad) sino la singularidad que permiten los sistemas digitales hacia los procesos de diseño, por lo que en esta época “ya no se piensa en función de serie o repeticiones, sino en versiones y variaciones”(Ortega Ll.,2009, p. Introducción). Todo esto se debe a que están vinculados a través del modelado informático con nuevas entidades perceptivas a través de sus tres características : “1) movilidad; 2) parámetros; y 3) topología, tres características que permiten a los arquitectos enfrentarse al diseño de forma radicalmente distinta” (Ortega Ll.,2009, p.108), desplazando los conceptos de la modernidad poligonal y rectilínea hacia curvas suaves y continuas, las mismas que pueden generarse, retroalimentarse y adaptarse a partir de la evaluación constante y en tiempo real sin más ataduras que las que puede tener el programa informático y la imaginación del diseñador.

Arquitectos como Enric Miralles, Rem Koolhaas, el mismo Ghery, Zaha Hadid, Tome Mayne, Karl Chu; Marcos Novak y muchos otros, han demostrando a través de sus obras la capacidad que tiene esta nueva arquitectura, cuya base teórica conceptual se sustenta en otras ciencias, ensanchando así ese imaginario que necesita el arquitecto, reivindicando su propio trabajo durante el proceso de diseño hasta la materialización de su obra.

Uno de los arquitectos más representativos que se puede mencionar es Greg Lyn, discípulo de Peter Eisenman, quien es un defensor de este cambio y es quien ha influenciado a la nueva generación de arquitectos a seguir potencializando estos conceptos. Greg Lyn propone cambiar el pensamiento del arquitecto hacia una aproximación de la investigación del software y plantear un reto formal arquitectónico basado en la experimentación de geometría a través del cálculo por computador.

Para muchos uno de los aspectos más importantes de esta arquitectura es el uso de la computadora. Las posibilidades de este nuevo espacio permiten reconocer una nueva realidad

que posibilita mirar las cosas desde otro punto de vista, en este sentido podemos mencionar lo que Ortega Ll. expresa sobre este nuevo universo mundo fascinante de la arquitectura y lo digital lo siguiente:

No nos interesa la arquitectura virtual, sino lo virtual en la arquitectura. La materialidad es finalmente la condición necesaria de la arquitectura; y el diagrama, el instrumento que nos permite construir nuevos compuestos materiales..... El potencial de los diagramas y los medios informáticos no es la capacidad de producir mundos virtuales, inmateriales, sino la posibilidad de sintetizar nuevos materiales y trabajar con ellos con un rigor que no era posible antes de la aparición de estas herramientas. Lo que tratamos de explotar con estos medios no es la posibilidad de poder generar un mundo paralelo inmaterial, sino la posibilidad de poner en un mismo plano materiales distintos de manera que puedan producir un ensamblaje híbrido entre ellos. Se trata de poder trabajar con una nueva materia que ya no está únicamente formada de madera, cerámica o acero, sino que, por ejemplo, podría componerse de hormigón, vidrio, usos y cantidades de flujo. (Ortega, Ll., 2009, p.121-122)

A estas consideraciones que la potencia de la computadora está proporcionando a la ideación y diseño hay que sumarle la influencia que tiene la biología, filosofía y los escritos matemáticos de Leibniz (1646-1716) y Gilles Deleuze (1925-1995) sobre los pliegues, rellenos, superficies que han forjando una clase diferente en el saber arquitectónico desde el dominio de la morfología, los sistemas de generación y producción, redefiniendo la concepción y la producción arquitectónica.

Arquitectura que ya no queda en un espacio utópico como ocurría con el grupo Archigram, sino que las ideas desarrolladas a través de la programación y diagramas en la computadora pueden ser ahora construidas a través de fabricación digital, además el arquitecto ya no solo piensa en construir con materiales tradicionales sino con múltiples materiales con diferentes características; ejemplo, la nanotecnología, biomateriales ampliando con ello los aspectos formales.

A manera de resumen final puedo decir esta incorporación del diseño paramétrico, evolutivo y la fabricación digital está revolucionando el enfoque de la geometría topológica como ciencia de auto-deformación, permitiendo a los diseñadores romper ese paradigma tradicional y explotar nuevas acciones como lo demuestra otro de los grandes representantes como es Greg Lynn.

El diseñador en los S.G - digitales

Hoy en día las tecnologías con sus estrategias de diseño y ejecución ya son parte de nuestra realidad que conducen a nuevas cualidades de la arquitectura y del diseño haciendo que el arquitecto traslade su papel de creadores de estilos individualizados para convertirse en un innovador y colaborativo.

Esta función generativa que se lleva a cabo simultáneamente entre el diseñador, la manipulación del cálculo a través de la programación y cualquiera de los métodos que conforman los S.G. se convierte en el discurso para configurar el proceso y el pensamiento del diseñador abordando la arquitectura y el proceso de diseño de una manera diferente.

Estas experiencias son generalmente determinadas por las características, habilidades y el conjunto de conocimientos que tiene el diseñador, las cuales podrán ser a nivel de personas con alto grado de experiencia como también con menos experimentados, ya que su proceso intuitivo de concebir el espacio a través de los últimos programas es mucho más fácil por los entornos amigables que estos mantienen.

En esencia, con los métodos del diseño generativo el diseñador está rompiendo el esquema de hacer de manera directa el diseño a realizarlo de una manera controlada a través de la definición de los algoritmos y los patrones de diseño. El desafío fundamental aquí es entender la curva de aprendizaje que podría permitir a los diseñadores explorar progresivamente las múltiples posibilidades que la informática tiene que ofrecer en este nuevo universo de

desarrollo arquitectónico. Sin embargo, el diseñador debe estar dispuesto a liberarse de los esquemas de diseño tradicionales previamente establecidos y reconstruir su conocimiento y pensamiento hacia la comprensión fundamentada en la abstracción geométrica como en la lógica paramétrica y evolutiva.

Esta opción se convierte en una posibilidad para aquellos diseñadores creativos, para los que la lógica, la geometría son elementos fundamentales y esenciales de diseño; además, para quienes disfrutan trabajando entre lo abstracto, lo práctico, y en algunos de los casos en lo irreal y además para quienes están abiertos hacia el potencial que genera la computación no solo como medio de expresión sino como un medio que ejerce toda su influencia en el proceso de diseño.

El diseñador en este proceso se centra en gran parte en la fase inicial del proceso de diseño, donde el desarrollo de las ideas se conciben como un proceso evolutivo y con una condición de cambiar nuestra mente a nociones de control y composición, porque el diseñador no tiene control sobre el objeto, sino más bien pasa por cultivar los sistemas que crean los diseños (algoritmos); por lo tanto, se necesita de un compromiso para la utilización de los métodos que plantean los S.G. para abrir el potencial generativo que brindan estas nuevas dimensiones en la arquitectura, pero gran parte del proceso depende también de las capacidades perceptivas y cognitivas del diseñador.

Las herramientas digitales

Con la llegada de la globalización a la escena mundial y el advenimiento de las nuevas tecnologías, la industria de la computación se ha ido acentuando en todos los campos del diseño, sobre todo en los últimos años donde hemos sido testigos de un sorprendente cambio en la arquitectura, donde las herramientas principales en las mesas de trabajo ahora son las computadoras e impresoras (inclusive en 3d), las mismas que sin darnos cuenta han ido empujando y dejando de lado los antiguos tableros de dibujo e instrumentos utilizados para el

dibujo y modelización.

Esta conjugación de conceptos y herramientas a los arquitectos nos ha llevado a una continua exploración de términos y temas que están relacionados al desarrollo del ornamento, tectónica, materialidad y estética, aspectos que han ido ganando espacio en el discurso de la evolución en el diseño y la fabricación digital; por ello el arquitecto requiere de conceptos y estrategias de diseño que le proporcionen una manipulación dinámica de los diseños con grados de complejidad y de personalización.

Pero para entender el punto en el que nos encontramos voy a referirme al argumento propuesto por la artista húngara Vera Molner sobre el uso de las computadoras en la generación del diseño en tres etapas (específicamente en el campo de las artes) y que puede ser aplicado al ámbito arquitectónico sin ningún problema; estas son:

La primera etapa en la que ésta revela sus posibilidades en el medio artístico; una segunda en la que la computadora rompe las formas tradicionales y abre nuevas formas de hacer; y una tercera en la que la computadora se revela como impulsora de la mente para trabajar con formas radicalmente nuevas. (Puebla J., p. 36).

En tal sentido podemos decir que nos enfrentamos a la etapa donde el trabajar de una nueva manera diferente se está convirtiendo en el nuevo desafío del presente y posiblemente en el futuro de las tecnologías digitales. Esto se ve reflejado en la mente desde los primeros años en las aulas universitarias como de los arquitectos más representativos, entre los que se puede mencionar a Kolarevic y sus ideas de la utilización de las herramientas digitales en el proceso de ideación:

Las herramientas digitales permiten llevar a cabo exploraciones mediante las que generar espacio geométrico no euclidiano, sistemas cinéticos y dinámicos, algoritmos genéticos. Las formas generadas digitalmente son expresión de una aproximación renovada a la arquitectura, en la que convenciones estéticas o de estilo son ignoradas a favor de una experimentación constante basada en la generación digital y la transformación de formas que respondan a contextos complejos e influencias funcionales.

Se trata de arquitecturas no-tipológicas, discontinuas, amorfas, no-perspectivas, ahistóricas. (Puebla, J., p. 23)

La aproximación a esas máquinas de cálculo debe ser barroca en espíritu por dos razones principales. En primer lugar, el barroco fue el momento artístico en el que los procesos de movilidad y dinamismo se experimentaron con mayor rigor en el diseño y en la construcción de las forma arquitectónica. En segundo lugar, se trata de último momento de resistencia antes de que la mayor parte de las disciplinas intelectuales se proveyeran con el reduccionismo cartesiano y la matematización. (Ortega Ll.,2009,p.109)

En este mismo sentido Fredy Massad y Alicia Guerrero Yeste, nos mencionan:

...esta revolución en la arquitectura no es un acto de reacción contra modelos establecidos sino la materialización de una nueva sensibilidad formal e intelectual... Tal vez por eso es posible sostener que estamos frente a una revolución que operará cambios fundamentales sobre los parámetros y conceptos de la arquitectura tal cual actualmente es reconocida y definida. (Puebla, J., p. 34)

Estas palabras nos hacen reflexionar que hoy en día el avance en la era de la información parece haber alcanzado ya un nivel de viabilidad gracias al cálculo y simulación virtual que permiten los programas de diseño; por ello el nuevo mensaje de diseño y de fabricación se establece ya no en su utilización como simples herramientas de visualización y representación, sino en verdaderas herramientas con las que podemos crear, practicar, así como ofrecer mayores posibilidades más ingeniosas hasta llegar al límite que uno se proponga .

Esto hace que un arquitecto deberá tener en su mano dos aspectos: el teórico, como base fundamental que permita descubrir los conceptos y poderlos aplicar de mejor manera en el diseño y, por otro lado, el punto de vista técnico, sobre las posibilidades que nos permiten estas herramientas frente al problema de diseño.

Estas arquitecturas digitales basadas en la organización de la forma, con base en conceptos de espacios topológicos, superficies isomórficas, dinámicas, basados sobre todo en parámetros o genéticos, además de sus posibles transformaciones requieren de ciertas estrategias de diseño

para proporcionar una manipulación dinámica en sus diseños; por ello es indispensable que el arquitecto de hoy empiece a trabajar de una manera diferente, de imaginar el espacio y sobre todo abrir su mente a nuevas posibilidades que la sociedad actual cada vez más compleja y dinámica lo solicita.

Herramientas que no solo afectan al concepto de diseño, sino también su verificación durante todo el proceso de diseño y su construcción por el número y características de los servicios que suministra, también a su capacidad de mutarse y cambiarse en tiempo real sin que este afecte a su resultado final. Por lo tanto, este cambio supone una mezcla de creación y de nuevas oportunidades a través de la tecnología.

A esto se suma la animación que ha permitido dar atención a las posibilidades formales arquitectónicas como en la misma enseñanza, como ejemplo tenemos las realizadas por el arquitecto Marcos Novak, a comienzos de la década de los años noventa, quien planteó el concepto de arquitectura líquida; así mismo, Greg Lynn (1999) realizó una ambiciosa propuesta teórica y diversas animaciones de formas digitales para inspirar proyectos arquitectónicos. Junto a ellos se puede mencionar la oficina holandesa UNStudio integrada por el arquitecto Ben Van Berkel y la historiadora Caroline Bos quienes han utilizado modelos digitales animados para fundamentar configuraciones arquitectónicas innovadoras.

Por lo tanto, el pensar y desarrollar la arquitectura a través de los S.G, y junto a las herramientas digitales, el diseñador debe pensar en la capacidad que le pueda ofrecer la computadora para desarrollar su trabajo, la manipulación que pueda tener en este entorno, la velocidad con la que le permita ensayar las posibilidades y soluciones, así como verificar el comportamiento del diseño en tiempo real (este punto es fundamental para el desarrollo de los sistemas generativos), además de estrechar lazos con el interfaz durante todo el proceso para ir detectando el camino correcto y dar las soluciones más óptimas a las necesidades y problemas propuestos.

Un arquitecto que quiere involucrarse en el desarrollo de proyectos a través de los S.G. y de herramientas digitales debe tener un interés por la informática, y sobre todo en la

programación, además de poseer una serie de herramientas que le permitan generar, manejar y controlar cualquier transformación que quiera desarrollar en su proyecto; por ejemplo, el estiramiento, torsión, color, textura, entre otros, haciendo que el arquitecto cambie su léxico hacia el manejo de nurbs, scripting o cualquier tipo de lenguaje de programación que muchos de los software en la actualidad lo necesitan, ejemplo: CATIA, Generative Componente, Rhinoceros con su plugin Grasshopper.

El arquitecto después de su conceptualización y aplicación a través de los programas y la revisión de las diferentes soluciones, mantiene el mismo proceso realizando los prototipos, pero ahora gracias a los avances del proceso de fabricación digital con corte láser, impresoras 3D, routers, entre otros que han permitido la exploración arquitectónica, interacción y personalización de los objetos arquitectónicos realizados en el mundo virtual.

Estos procesos han añadido nuevas posibilidades de explorar el espacio a través de sistemas inteligentes, logrando fusionar hombre-máquina. De este modo el proceso de diseño no se convierte en una actividad aburrida y repetida, sino que anima a explorar mucho más allá de los aspectos formales, afectando la competitividad y dinámica. Esta nueva realidad sugiere un enfoque diferente para el diseño, logrando que el diseñador ya no se centra en el diseño del objeto, sino más bien en la oportunidad de la lógica del diseño para explorar alternativas para la solución arquitectónica mediante diferentes programas de diseño.

De todo esto se desprende un nuevo reino de pensamiento y producción arquitectónica a través de diagramas de algoritmos y diseño paramétrico liberando al diseñador de las limitaciones tradicionales para conjugar un nuevo juego de actitudes y pensamientos contemporáneos, como la colaboración, el tiempo y espacio para llevar a cabo físicamente un diseño que conjugue análisis, geometría y la racionalización. Si bien la introducción de los medios digitales en el estudio de diseño a menudo hace hincapié en los reinos virtuales, el efecto de la tecnología de fabricación digital en cambio trae al arquitecto al reino de maestro de obras en vez de alejar al arquitecto de la realidad.

Se puede decir que el diseño con base en lo computacional proporciona un vínculo

más estrecho en todo el proceso, una integración mejor, interrelacionando la naturaleza de lo formal, espacial, ambiental, constructivo, menorando la relación de lo físico con lo digital. De esta manera la arquitectura se convierte en creadora de procesos y no de un hecho material o finito en donde se relaciona materia, espacio y tiempo, representada ante todo por una práctica experimental.

Esta concepción que se ha analizado ayudó a los arquitectos como Jean Nouvel, Dominique Perrault, Herzog & de Meuron, Frank Gehry, FOA, Lynn y NOX (Bruscato Portella, 2006) a expresar el desarrollo dinámico, mutable y la evolución de las técnicas de diseño con distintas estrategias digitales reorganizando los principios fundamentales: el contexto, lugar, orientación, límite y espacio. Por ello, los algoritmos y parámetros están rompiendo los esquemas tradicionales y aportando una arquitectura que se puede transmitir, acceder remotamente, puede ser codificada, reiniciada, archivada, actualizada y evolucionada.

Otro de los aspectos que podría mencionar está relacionado con las actividades humanas, en las ciudades, en los espacios y edificios que nosotros usamos cotidianamente. Edificios como oficinas, bancos, comercios, museos, hospitales, están siendo transformados en espacios de trabajos virtuales, centros de trabajo a distancia, cajeros automáticos, bancos con redes en la Internet y muchísimos otros tipos de experiencias que mezclan multimedia y espacio físico, transformando verdaderamente el concepto de trabajo, de intercambio social, cultural y un cambio notable en el manejo de los espacios arquitectónicos.

Conociendo que esta nueva forma de trabajar está evolucionando los aspectos por el uso de este nuevo espacio, voy a referirme a Julio Bermúdez sobre el uso y manejo del espacio quien nos hace referencia a dos tipos de espacios: y el primer espacio, en el cual ya se toma en cuenta para el proyecto así sea desarrollando en el computador los efectos que pueda ocasionar la naturaleza en dicho proyecto; ejemplo: asoleamiento, vientos, sismos, entre otros factores. Y el segundo un espacio digital en el cual no se toma en consideración ninguna ley física de la naturaleza, quedando el proyecto definido por lo que pueda ocurrir en un ciberespacio.

Pero este nuevo espacio también conlleva manejar una nueva escala, especialmente

el segundo concepto de espacio; la escala ya no es tan importante porque la información se encuentra en todos los niveles, desde lo micro a lo macroscópico, pero esto tampoco quiere decir que se esté reemplazando ni desplazando lo real, sino más bien se está generando una complementariedad entre las dos; realidad y virtualidad. Como consecuencia los arquitectos han comenzado a renunciar a su milenaria lealtad sobre lo clásico e iniciando a trabajar gradualmente con ciertas características que nos puede aportar la informática sobre la arquitectura:

- Expansión de la técnica arquitectónica.
- Promoción de una nueva imaginación arquitectónica.
- Creación de una arquitectura ciber-real, una arquitectura que es a la vez virtual y materialidad emergente.
- La aparición de un nuevo tipo de individuo digitalmente equipado con nuevas expectativas y requerimientos con una fuerte capacidad de trabajar con los medios digitales. Todo lo mencionado anteriormente no es posible sin el conocimiento y desarrollo de las matemáticas, las cuales han sido de interés de los arquitectos durante cientos de años, reflejándose también en los S.G, quienes toman la inspiración de la estética geométrica en las matemáticas como base de su desarrollo.

Además, al utilizar adecuadamente las computadoras durante el proceso de diseño nos ofrecen al menos dos grandes beneficios a los diseñadores y arquitectos:

- (1) La articulación instantánea y flexible de varias formas, sean tradicionales y no tradicionales a través de representaciones, modelados y animaciones.
- (2) La simulación de la experiencia arquitectónica, es decir, el modelado temporal de órdenes arquitectónicos.

En consecuencia de lo mencionado en este apartado se puede decir que estas arquitecturas a pesar de que uno de sus principales componentes es el aspecto formal y por eso su denominación “sistemas formales” requiere verdaderamente de parte de nosotros como arquitectos de nuevas actitudes y el trabajo colaborativo con otros especialistas para poder controlar las geométricas complejas que permiten los programas de diseño avanzado como las máquinas CNC.

“La era del diseño individual ha pasado, es la era del diseño de sistemas“ ... con las consecuencias sociales que eso conlleva.”

PARTE 2

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS GENERATIVOS

“Aristóteles el concepto de un sistema generativo

Si la meta de un solucionador de problemas es la obtención de un objeto tangible existentes, tales como una pluma, a continuación, la resolución de problemas consiste en obtener primero un objeto candidato adecuado, y en segundo lugar verificar que coincida con la descripción del objetivo dado. Pero si el objetivo es obtener algo que es todavía inexistente, como la demostración de un teorema, o el diseño de un edificio, entonces la pregunta de cómo las soluciones posibles se pueden producir para su examen surge.”

(Mitchell W., 1977, p. 29)

Como hemos venido descubriendo, el potencial para generar y crear con los nuevos medios digitales es infinito. En la arquitectura han transcurrido muchas corrientes, estilos ; ejemplo, los desarrollados por Leonardo da Vinci, los conceptos propuestos por Durand, las formas de pensar y los trabajos de Louis Sullivan, Frank Lloyd Whrite y Walter Gropius, Christopher Alexande, Frank Ghery, y así podemos enumerar una gran cantidad de arquitectos hasta la última generación quienes están han enfatizado el desarrollo y manejo de conceptos y alternativas en sus proyectos.

De esta evolución, nos enfrentamos a una época de la naturaleza donde lo vivo, lo orgánico y lo sustentable se está convirtiendo en parte primordial de la arquitectura, desplazando la sociedad del producto por el de la información, experimentación, simulación, control, cálculo y personalización desde las primeras

etapas de diseño a través de procesos algorítmicos, promulgando una fuerte influencia de la auto organización, concepción, evaluación y retroalimentación, desprendiéndose de esto el diseño generativo digital, también conocido como la morfogénesis digital o espacios emergentes.

Estas técnicas generativas computacionales basadas en la topología, superficies isomórficas, cinemática, animación, paramétrico y algoritmos genéticos están abriendo a los arquitectos un abanico donde trabajar y generar diseños; ejemplo de ello es la utilización del diseño paramétrico, que implica una serie de procedimientos generativos que permite la exploración, manipulación de objetos y relaciones desde su inicio para obtener los mejores resultados, desprendiendo proyectos innovadores con una fuerte influencia en la mass personalización, además que esta rompiendo las restricciones geométricas predefinidas por las arquitecturas tradicionales para gobernar la morfología y fabricación de diseño a partir de la configuración de un sistema (un algoritmo).

Esta evolución puede ser ya considerada como un nuevo paradigma, que entiende al proceso de diseño como no lineal, sino como una interactividad, como una estrategia, que a partir de una decisión inicial, de selección de alternativas, de interacción de las partes, de expansión y transformación logra un crecimiento y desarrollo del proyecto arquitectónico.

Haciendo referencia a la cronología se puede decir que no ha existido una categorización específica de las estrategias de diseño que conducen al tratamiento de diseños a partir de métodos

alternativos como son los S.G., sino que estas han sido manejadas y aplicadas individualmente por cada arquitecto simplemente por su afinidad o tendencia a un estilo o método de proyectación.

Sobre la base de las consideraciones anteriores voy hacer referencia a cuatro de los autores mas importantes en la utilización de métodos de diseño, como Broadbent Geoffrey con sus cinco métodos de proyectación, a William Mitchell, a Branko Kolaveric, y por último a Gabriela Celani quien propone en unas de sus publicaciones una clasificación ya con el nombre de sistemas generativos.

a. Según Broadbent Geoffrey

En primera instancia voy a enunciar la clasificación propuesta en el libro Diseño arquitectónico: arquitectura y ciencias humanas del autor Broadbent Geoffrey quien a pesar de no utilizar el concepto de sistemas generativos, logra la clasificación a través del desarrollo de su propio método de diseño alternativo. El autor divide en cinco grandes grupos. Si bien Broadbent Geoffrey no aplica el nombre de S.G, es posible sostener que su propuesta metodología abren la puerta a la existencia de métodos alternativos a los tradicionales en el proceso proyectual.

En la siguiente figura se hace un resumen de sus cinco métodos:

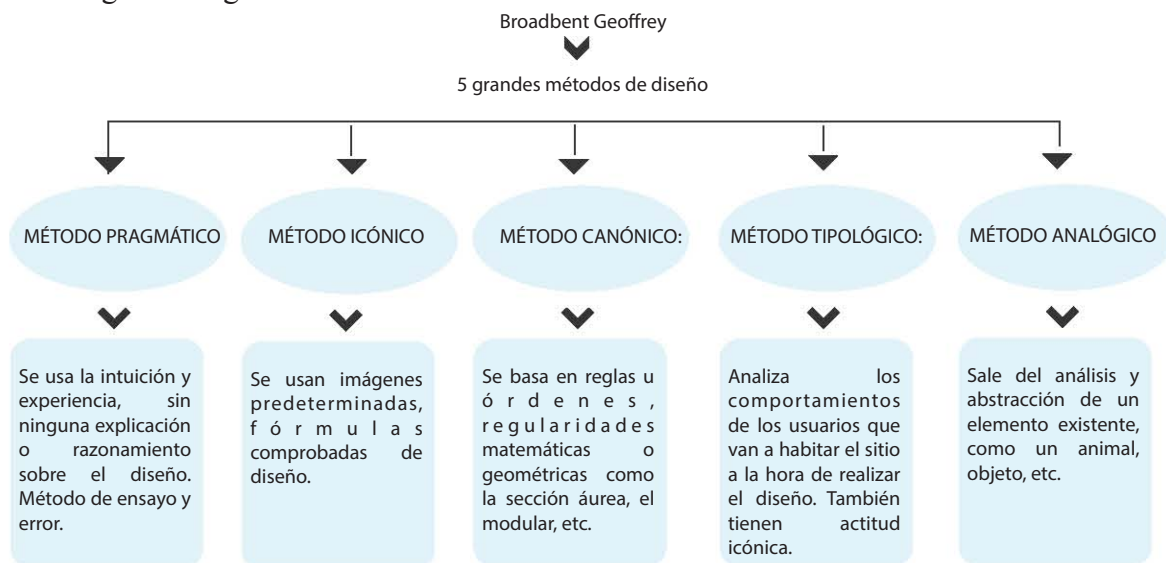


Figura II-01: Los cinco métodos de Broadbent Geoffrey
 Fuente: <http://es.scribd.com/doc/49510020/Metodos-de-diseno>

b. William Mitchell.

William Mitchell(1944-2010), arquitecto y teórico del urbanismo, además profesor del Instituto Tecnológico de Massachusetts y experto en tecnologías digitales y quien ha escrito libros relacionados con el campo digital y entre ellos en su libro Computer- aided architectural desing (1977), en donde se distribuye tres grandes categorías a los métodos de diseño, similar a la propuesta del autor Broadbent Geoffrey, pero Mitchell ya incorpora a su nombre el concepto de sistemas generativos, exponiendo ya una primera clasificación de donde cualquier arquitecto y diseñador pueda planificar, tomar un partido de diseño. Además este método se convierte para quien está inmerso en este mundo un referente a seguir.

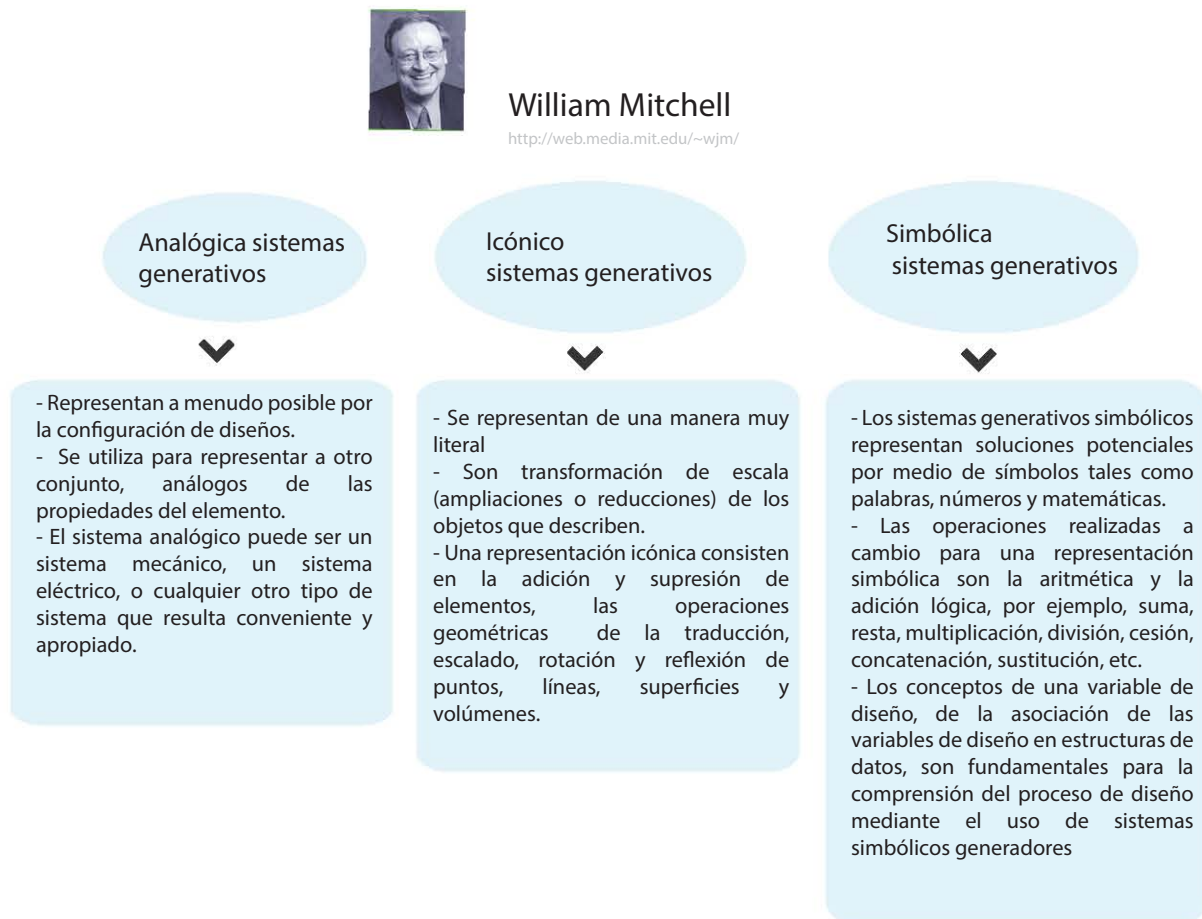


Figura II-02: Clasificación según William Michell
Fuente: Mitchell, W (1977). Pag. 38

c. Según Gabriela Celani.

Tomando en consideración la bibliografía base de los S.G., existe otra clasificación mucho más actual de la cual cualquier diseñador puede partir para diseñar a partir de los S.G., es la presentada en el 2008 por la profesora Gabriela Celani de origen brasileña, investigadora de la Universidad de Campinas en Brasil, Doctora en Design and Computation por el Massachusetts Institute of Technology (MIT). Celani se ha conformado en un referente en el estudio de los S.G., especialmente en Latinoamérica y es quien ha desarrollado investigación de teorías y tecnologías en el campo del diseño computacional.

Celani presenta a los S.G., confinados en cuatro grandes grupos: Geométricos, Matemáticos, Sustitución de formas y Evolución natural, cada uno de ellos con sub-métodos, como se muestra en la siguiente gráfica. Celani, realiza un aporte significativo donde se puede observar una distribución mucho más clara de acuerdo a los conceptos y aplicaciones, pero también se evidencia, luego de algunas aplicaciones, falencias como por ejemplo que unos subgrupos también pueden ser parte de otro grupo.

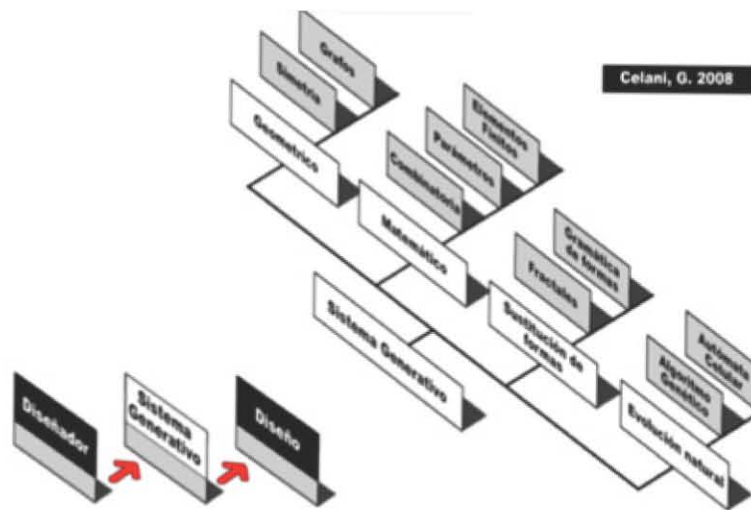


Figura II-03: Los S.G. según Gabriela Celani
Fuente: Gabriela Celani

d. Clasificación S.G. - Arquitectura evolutiva y computacionales:

Estas técnicas y metodologías de diseño generativo, utilizadas y estudiadas en el

mundo de la arquitectura se fortalecen en las innovaciones metodológicas, computacionales y las posibilidades creativas que estas ofrecen, complementando y/o convirtiéndose en una alternativa al diseño tradicional. Hoy en día se puede notar en proyectos reales como virtuales la utilización de dos procesos: los S.G. paramétricos y los S.G. evolutivos; este último dividido en dos grandes grupos: los algoritmos genéticos y los autómatas celulares.

De la arquitectura evolutiva junto a las computadoras, su clasificación y su manera de utilizarla voy a referirme a unos de los más representativos para nuestro estudio: al profesor Branko Kolaveric quien a través de sus estudios propone diferentes metodologías que involucran una clasificación de las arquitecturas evolutivas y computacionales.

d.1. Según Branko Kolaveric



Branko Kolaveric

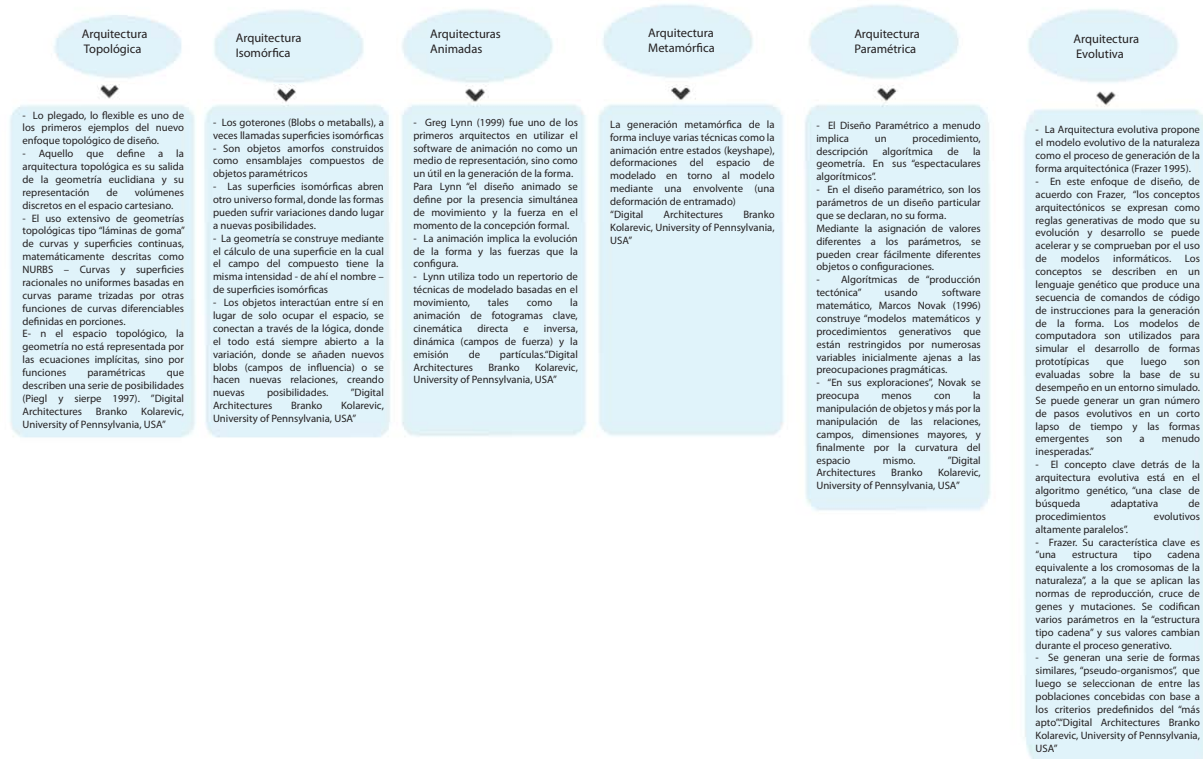


Figura II-04: Los S.G. según Branko Kolaveric

Fuente: Branko Kolaveric

De hecho cada una de estas metodologías presentadas por Kolaveric se convierten en un mundo infinito, para poder aplicarlo como método de diseño.

Tras de estas aproximaciones, he tomado como referencia las presentadas por la Dra. Celani y Branko Kolaveric, ya que después de analizar la distribución y de realizar ciertas aplicaciones en talleres de experimentación, como lo mostraré más adelante podemos decir que cuando uno utiliza los S.G, da como resultado que estos métodos nunca pueden estar separados o distribuidos linealmente; sino que cuando se está trabajando en un proyecto, sea de las características que sea, unos métodos podrían utilizar conceptos y/o componentes de otra categorización.

Como ejemplo podemos decir que cuando desarrollamos un proyecto con algoritmos genéticos nosotros podemos utilizar parámetros y/o gramática de la forma, entre otros, para completar el proyecto en mención. Frente a lo expuesto anteriormente y como resultado de evocar la historia se puede decir que los S.G no se los podría agrupar estrictamente en una categoría, ya que como en el ejemplo anterior podríamos nombrar innumerables posibilidades de combinaciones, por lo tanto sostengo que los diseños generativos son netamente combinatorios.

Alternativa de Clasificación

Luego de hacer esta revisión cronológica y a las clasificaciones realizadas por los autores mencionados anteriormente es importante hacer una aproximación de una clasificación de los S.G de acuerdo a la cronología que he analizado en los primeros capítulos, resumida en

la siguiente figura:

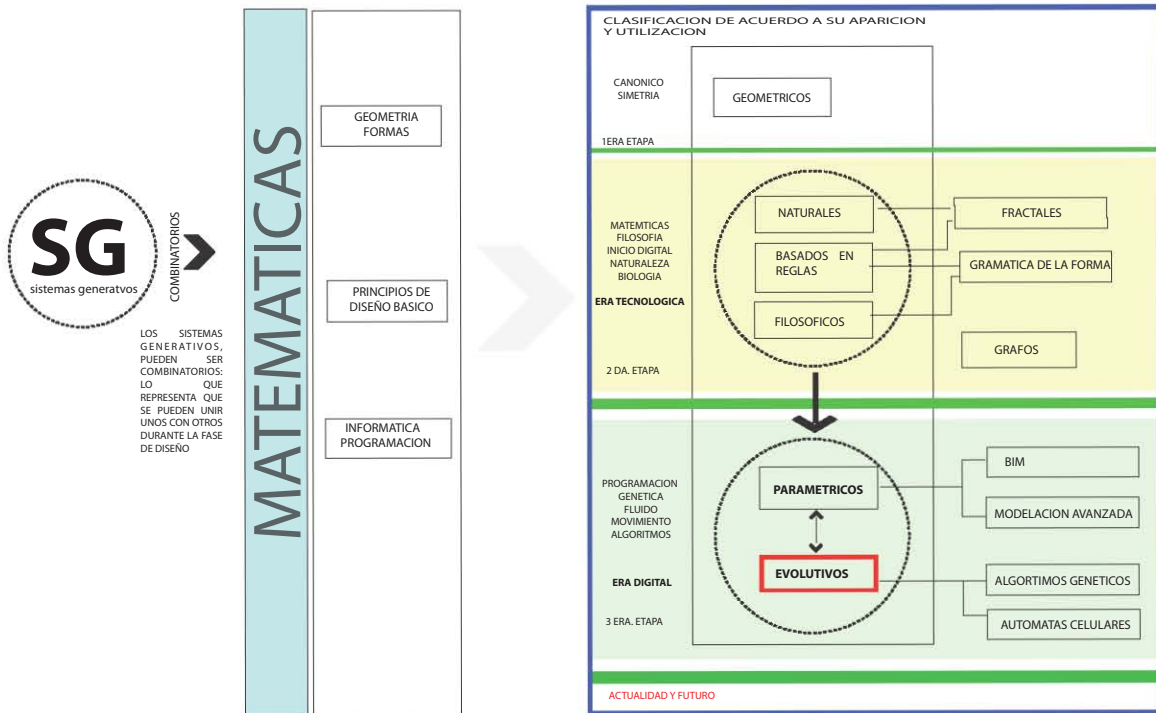


Figura II-05: Los S.G, en su evolución.
Fuente: Autor

De acuerdo a las evidencias encontradas en los capítulos estudiados creo que es muy importante dar ciertos lineamientos a partir de las diversas aportaciones que nos presentan los autores en mención, para de ahí determinar el grado de inferencia de estos en el proceso de diseño e identificar el pensamiento frente a la inclusión de estos conceptos y herramientas, en atención a lo mencionado voy a permitirme dar ciertos lineamientos que creo son importantes para una clasificación.

Primeramente a los S.G no se los puede agrupar en un forma lineal, sino que se debería pensar su clasificación como un círculo donde los diferentes métodos o procesos puedan utilizar componentes de otras etapas. Esto nos lleva a que los S.G. tengan una concordancia unos con otros a pesar del tiempo cuando fueron descubiertos y/o utilizados, ya que haciendo el retroceso respectivo en la historia nos llevó a dar que los antiguos S.G. son la base fundamental de los

actuales sistemas (por computadora).

Por lo tanto, el esquema general lo planteo como si se tratara de un símbolo de reciclaje, al que lo voy a llamar cíclico, donde el diseñador pueda elegir los métodos más acorde a su proceso de diseño y/o proyecto que esté elaborando, sin distinguir cuando fue descubierto, sino por los conceptos que se maneja y su manera de utilizarlo:

Para explicar el gráfico 2 -04 voy a referirme a un primer círculo de color azul en donde están los fundamentos de los S.G.: Los principios de diseño, la informática programación, la geometría formas y, sobre todo, lo que agrupa el mundo de las matemáticas. En su segunda parte podemos observar tres espacios bien definidos que van a representar las tres grupos conformando un pastel, el cual será dividido de acuerdo a la cronología, a su utilización y apareamiento sin intervenir el color en alguna situación. La parte del pastel de color blanco está representando la primera etapa de la cronología en donde encontramos los diferentes sistemas generativos en especial los desarrollados bajo términos canónicos.

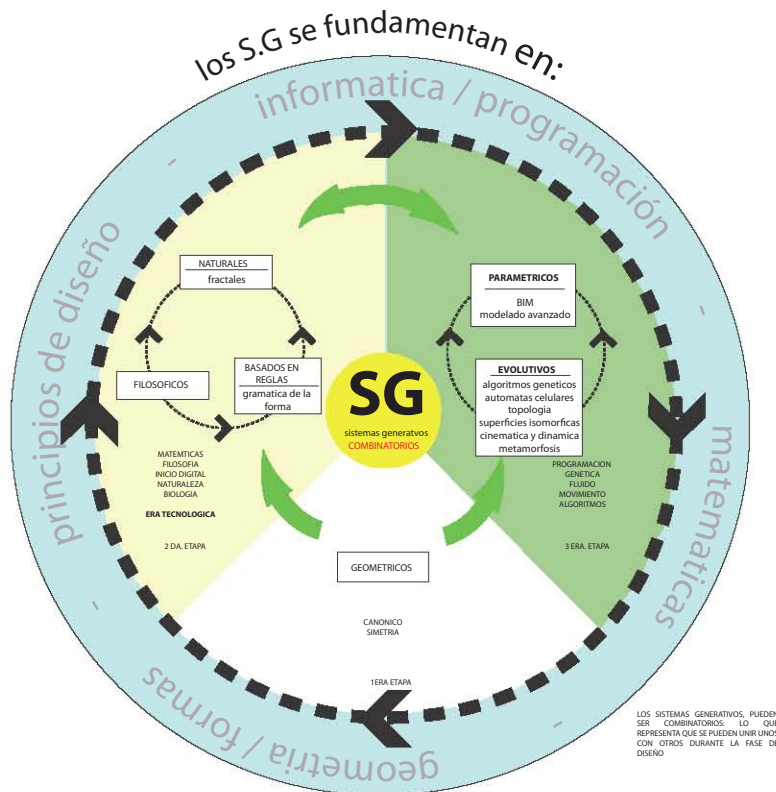


Figura II-06. Alternativa de clasificación desarrollada por Xavier Burneo
Fuente: Autor

Una segunda etapa, de color amarillo, en donde voy a introducirme ya en la Era tecnológica, aquí se agrupan: la filosofía, la biología, las matemáticas, a través de los métodos filosóficos, naturales y basados en reglas. Tanto la primera como la segunda van a ser fuente de inspiración para la tercera parte del pastel, en donde ya nos involucramos en la Era digital, aquí vamos a encontrar conceptos de programación, flujo, movimiento, genética, algoritmos, entre otros; en esta etapa podemos agrupar los S.G. paramétricos y los S.G., evolutivos, con sus respectivos sub-métodos.

Luego de haber determinado esta idea de agrupamiento de los diferentes métodos y sin perder de vista las dos etapas iniciales voy a detenerme en la última, la era digital y después me centraré especialmente en dos procesos que evocan la mayoría de todas las metodologías de los S.G, como son los paramétricos y los evolutivos. Ambos procesos están repercutiendo en una producción que considera la sustentabilidad, nuevos materiales por encima de la forma (lo estético) y buscando resultados cada vez más eficientes y funcionales volcándose hacia el rendimiento y personalización.

Entendido todo lo escrito y su pronóstico es importante que se puedan determinar ciertas pautas generales y sus procesos para poder desarrollar una arquitectura, y que esto se convierta en el verdadero sustento y/o fundamento para el perfeccionamiento de la creatividad de los alumnos y profesionales que están inmersos en el campo del diseño y arquitectura.

Propiedades y características

Si retomamos el concepto de que el diseño generativo, el cual nos permite diseñar y construir ilimitadas opciones a un problema y que propone generar productos competitivos e innovadores, tenemos que tener muy claro cuales son sus propiedades y características, así como sus ventajas y desventajas, que definen a los S.G frente a la incorporación de las tecnologías digitales. En relación a lo mencionado se expone las diferentes características de un S.G:

diseño generativos en el ambiente digital

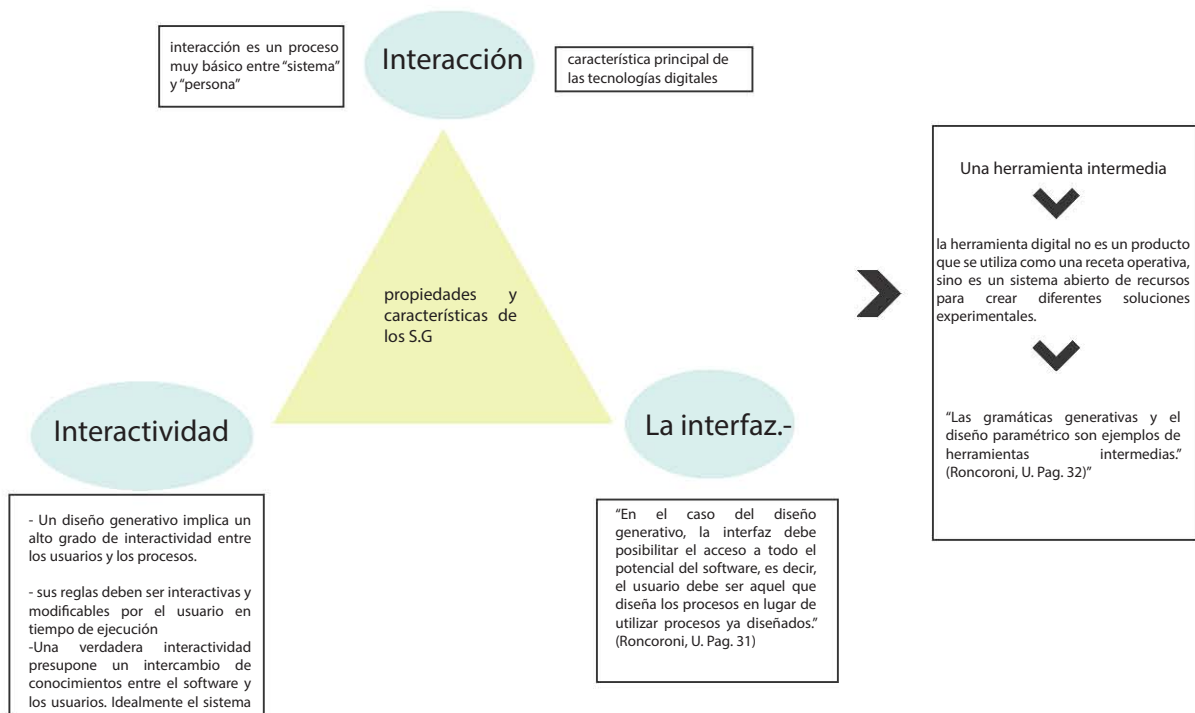


Fig. II. 07. Diseño Generativo en el ambiente digital.

Fuente: Roncoroni, U.

Pero si hablamos de diseño generativo en el ambiente digital debemos de comprender también sus características de las cuales podemos mencionar las siguientes:

- A pesar de sus dificultades que presentan en lo que corresponde a la programación y conceptos muy complejos a primera vista; estos se constituyen en sistemas abiertos, que permiten un interacción entre hombre-máquina – objeto diseñado.
- Los diseños se logran parametizando sus procesos; en efecto, el usuario (diseñador) controla a través del los programas todas las variables que él mismo incorporó manipulando todo el proceso hasta obtener diferentes soluciones.
- El diseñador define, formula y trabaja de manera generativa a través de las reglas y restricciones. Por lo que el diseñador generativo a diferencia de un diseñador tradicional no antepone los proceso de creación de la obra a la idea previa de la misma. De aquí que los resultados pueden ser inesperados.

- Esta cultura ha cambiado mucho en los arquitectos, especialmente en lo que respecta al diseño colaborativo, enfoques interdisciplinarios como el muy mencionado (Team Work) que manejan los programas BIM donde una comunidad de arquitectos que no se encuentre en el mismo lugar, pueden trabajar corroborativamente cambiando variables del proyecto, esto da como resultado un trabajo a través del diseño paramétrico.

Frente a estas condiciones, es importante mencionar las ventajas y desventajas que conlleva trabajar en el mundo digital, el diseño paramétrico y cualquiera de las metodologías que conforman los S.G., para lo cual a continuación mencionamos las más importantes:

Ventajas y desventajas

Ventajas

- Los S.G. generan nuevas prácticas de diseño a partir de conceptos como evolución, producción y adaptabilidad.
- Abren nuevas enfoques y posibilidades para la exploración conceptual, formal, funcionales y tecnológicas.
- El construir un sistema potencializa la exploración y producción en la variedad de posibles soluciones.
- El cliente-diseñador forma parte del proceso de diseño del producto, por lo tanto la metodología se fortalece en la cultura en equipo.
- Si se trabaja con conceptos de diseño básico, el diseñador trabaja a partir de una forma básica, patrón u objeto y se modifica automáticamente mediante un algoritmo, resultando infinitas modificaciones de la propuesta inicial.
- A partir del sistema generativo se extraen planos con información (constructiva).
- La creación de nuevos diseños a partir del sistema original es relativamente rápido.
- Son poderosos e intuitivos, permiten que un diseño sea esbozado, desarrollado, dibujado,

representado y animado en tiempo real (ejemplo de ello la arquitectura de Grg Lynn).

- Pueden explotar las fortalezas de los diseñadores, para evaluar las características y cualidades de los diseños de percepción y los estímulos visuales como factores desencadenantes de imaginar nuevos diseños.
- Son fluidos y mutables cambiando su estructura y significado en la variación de sus variables en tiempo real.
- Su metodología emergente facilita una aproximación sistemática a los problemas de diseño.
- Las herramientas digitales relacionadas con el diseño y procesos naturales tanto en la bioingeniería, bio-arquitectura, y los métodos matemáticos permiten aprovechar creativamente la complejidad y la belleza de la naturaleza, ampliando las posibilidades creativas del diseñador.
- Los sistemas generativos se pueden realizar a mano.
- Son extremadamente valiosos para el modelo el pensamiento de diseño.

Desventajas

- Requieren cuidadosamente de una investigación bien elaborada así como el desarrollo por la programación del sistema.
- Los S.G. generan básicamente un problema de interacción hombre-máquina en los diseñadores principiantes.
- El grado de complejidad, variedad e indeterminación que estos sistemas generan depende de cuanto bien se diseña la interacción del usuario con el sistema mismo.
- Además que las producciones siguen teniendo un alto grado de complejidad y difícil de construir y sus costos son elevados.
- Muchos de los programas son poco interactivos y los usuarios no pueden controlar bien los sistemas. Debido a que algunos de los programas siguen teniendo interface no amigables y su uso es difícil.

“Las tecnologías digitales están cambiando las prácticas arquitectónicas de una manera que pocos eran capaces de anticipar hasta hace muy pocos años”

Kolaveric B.

(Kolaveric B.,2003,p.3)

PARTE 3

DISEÑO PARAMÉTRICO & ARQUITECTURA EVOLUTIVA

“La arquitectura se está refundando así misma, convirtiéndose en parte en una investigación experimental de geometrías topológicas, en parte una orquestación computacional de la producción del material robótico y en parte generativa, como la escultura cinemática del espacio.”

Peter Zellner (1999)



1. Diseño paramétrico en arquitectura:

Rastros

El trabajo de la geometría, material y estructura ha estado siempre ligado a la arquitectura con altos grados de complejidad como hemos podido observar en los diferentes diseños generativos con o sin el uso de las computadoras. Podemos partir desde los años 50', 60' con la aparición de las computadoras donde verdaderamente comienza el mundo tecnológico y una nueva relación entre el humano y la máquina, posteriormente por los 80's varios software han permitiendo abrir y explorar posibilidades en menos tiempo, creando mayor cantidad de diseños e incluso más eficientes.

Así llegamos al perfeccionamiento y apogeo de la informática partir de los 90', donde se va optando por un hardware y software más especializado con nuevas perspectivas en los proyectos arquitectónicos, pudiendo mencionar a Greg Lynn quien abrió una nueva teoría conocida como el modelado animado tridimensional (ANIMATE FORM) forjándose un nuevo momento y explosión en la arquitectura basada en las tecnologías digitales, el uso de geometrías topológicas y la naturaleza con metáforas digitales como: flores, pieles, logrando expandir la estética de

Figura III. 1. MURO PIXEL
Fuente: Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (FONDECYT 1100374) Autores: Rodrigo García Alvarado, Oscar Otarola, Leía Bruscato, Karina Morales (12-08- 2013)

Origen del término parámetro:
El término paramétrico tiene sus orígenes en la matemática, siendo los diseñadores quienes comenzaron a utilizar este término.
Para entender como funciona el diseño paramétrico, es necesario revisar este ejemplo que Daniel Davis en su tesis muestra una ecuación paramétrica, con fórmulas que definen una curva catenaria:
Estas dos fórmulas cumplen el criterio de una ecuación paramétrica. En primer lugar, expresan un conjunto de cantidades (en este caso una cantidad x y una cantidad y) en términos de un número de parámetros (a , que controla la forma de la curva, y t , que controla donde a lo largo de la curva se produce el punto). En segundo lugar, los resultados (x e y) están relacionados con los parámetros (a & t) a través de funciones explícitas (no hay ambigüedad en las relaciones entre estas variables).

la fluidez no cartesiana, formas mutables y la virtualidad como un estado de su fugacidad rompiendo el espacio físico tradicional y empujando a la tecnología digital hasta los límites artificiales.

Otro de los grandes momentos de los S.G. es la llegada de la arquitectura virtual, representada en gran parte por el arquitecto Marcos Novak, creador del movimiento trans-arquitectura en los años 90'. Su trabajo basado en la composición generativa computacional en la arquitectura, diseño, arte y música ha sembrado e influenciado en los estudios y ensayos de diferentes arquitectos en la actualidad.

Esta estructura morfológica del diseño y el espacio arquitectónico se está definiendo por una creciente y compleja sociedad, además de una nueva escala, de ritmos, movimientos y fluidez tomando un nuevo rumbo de diseños ya no solo dibujados y visualizados, sino ahora ya calculados y construidos a través del uso de códigos, algoritmos, lenguajes scripting y paramétricos. Es aquí donde se presenta uno de los ejes de los S.G. que están revolucionando la arquitectura en la actualidad como es el diseño paramétrico, convirtiéndose en una estrategia y alternativa hacia los problemas que se plantean en nuestra área.

Este planteamiento como hemos podido evidenciar ya no solo se requiere de una destreza de las herramientas digitales sino una sensibilización hacia el material utilizado, además que el diseño negocia con el diseñador múltiples variables y conjuntos de reglas que permiten elaborar proyectos de una manera más ágil, rápida y en casos más creativa (pero esto siempre depende de las capacidades que tenga el diseñador). El diseño paramétrico frente a esta nueva sensibilización somete al diseñador a un cambio de paradigma de ser individualizado a un programador de un sistema y colaborador durante todo el proceso de diseño.

El diseño paramétrico en nuestros días es algo que está llenando las revistas, proyectos, las oficinas de grandes y pequeños arquitectos, así como también las escuelas como facultades de arquitectura y diseño de todo el mundo, también en diferentes niveles de composición y desarrollo. Con estas consideraciones y avances que se están produciendo en arquitectura tenemos que detenernos primero en entender ¿Qué es un diseño paramétrico? Para ello aquí

tomaremos el concepto de diseño paramétrico, como un proceso en donde se define un grupo o conjuntos de componentes geométricos que tiene atributos (propiedades) iniciales y que pueden variar dentro de ciertos límites posibles (rangos) y que permiten no solo llegar a un diseño, sino una multiplicidad en variaciones del diseño original

Para una mejor comprensión del diseño paramétrico y para efectos del estudio en relación a los programas de diseño, voy a dividir este mundo en dos grandes grupos: el primero, los programas desarrollados a través de la plataforma BIM como Revit, Archicad, Sketchup entre otros, el segundo, los llamados modeladores de diseño avanzado como por ejemplo plugin Grasshopper de Rhinoceros, CATIA, Generative Components, Shape Grammar interpreter, etc....

El primer grupo de modelo está conformado a través de componentes ya prefabricados arquitectónicos (podemos relacionarlo con el conjunto de componentes de Durand). Pero en el segundo, a pesar de mantener un conjunto de componentes predefinidos y no específicos de arquitectura, permite a través de los algoritmos proponer y evaluar diseños arquitectónicos y no arquitectónicos a base de las reglas impuestas por el mismo diseñador, como si se tratase de un juego en el cual pueda mover, quitar, poner a su complacencia cualquier componente, reglas y/o variables.

Pero debemos acotar en esta instancia si el diseñador quiere lograr muchos más aportes, si fuera así entonces tendrá que necesariamente irse involucrando no solo en la programación, sino en el estudio de otros conceptos como la biología, matemáticas y materiales. Por tanto, esta arquitectura de la revolución digital nos habla de la revolución genética o evolutiva y procesos lógicos de diseño, los cuales se plasman en su gran mayoría en el diseño paramétrico y la fabricación digital.

¿Pero cómo realizar un diseño paramétrico?



Para desarrollar el diseño paramétrico y obtener los resultados que más se acerquen a

los requerimientos deseados por el diseñador, tenemos que tener claro el partido de diseño. Para este propósito, la sugerencia es siempre recurrir a bocetos iniciales como, guía sobre todo en el segundo grupo de programas, a pesar que el proceso de algunos programas como los S.G. tienen resultados inesperados, seguidamente se tendrá que tener en cuenta dos características: la primera es que el diseño se genera a través de las dos y tres dimensiones (modelación) y, la segunda, característica implica el concepto de manipulaciones de datos, variables y las relaciones entre todos los componentes del objeto diseñado.

Cabe agregar que el determinar la forma de trabajar con los S.G. paramétricos depende en gran medida de la utilización del paquete del software que tenemos a nuestra disposición. Luego de analizar una serie de programas, podemos decir que las herramientas flexibles para la edición de los modelos geométricos están ya casi a la disposición en los diferentes programas por más básicos que estos sean. En cualquiera de ellos su geometría está agrupada en términos de diseño paramétrico permitiendo la edición de las geométricas sin borrar e iniciar desde el principio, sino que en tiempo real se podrán cambiar los atributos del diseño. En el primer grupo tiene una biblioteca con carácter inteligente como son puertas, paredes y ventanas, con los cuales se pueden ir construyendo un modelo y modificando las variables de los objetos hasta tener definido el diseño.

Paralelamente tenemos un segundo grupo, el cual parte básicamente del modelado (3D) y de la creación de modelos a través de programación; este último se ha convertido en el favorito para la elaboración del diseño con grado de complejidad; ejemplos tenemos: el plugging Grasshoper de Rhino, Catia, Maya, entre otros. Luego de analizar la cronología y precisar hacia donde se dirige la arquitectura, vamos a optar por el segundo método de diseño (paramétrico avanzado) para nuestra experimentación.

En esta segunda forma de diseño paramétrico algo fundamental es la utilización de patrones generativos, los cuales son muy utilizados en la actualidad especialmente en envolventes, pabellones arquitectónicos, viviendas y/o edificios paramétricos. Estos patrones corresponden a una forma de abordar la parametrización desde la geometría computacional

como si trabajaríamos a manera de diseño básico (con modulación y estructuras) y a diferencia en programas pasados en donde el diseñador no necesita experiencia en programación (hasta cierto nivel de profundidad del diseño).

Como ejemplo el Grasshopper, tiene una programación visual y parte de componentes generadores: a) componentes, b) relaciones geométricas y matemáticas (premisas de diseño). A partir de ello va creando su propio modelo o sistema con el cual puede manipular las variables y propiedades de los elementos geométricos, verificando cual es el más eficiente para el proyecto realizado (en este punto podemos optar por un algoritmo genético que nos permita encontrar las mejores soluciones al problema planteado, como ejemplo el plugin- Galápagos en Grasshopper). En esta segunda característica mencionada los parámetros pueden tener diferentes atributos como los que mencionamos a continuación:

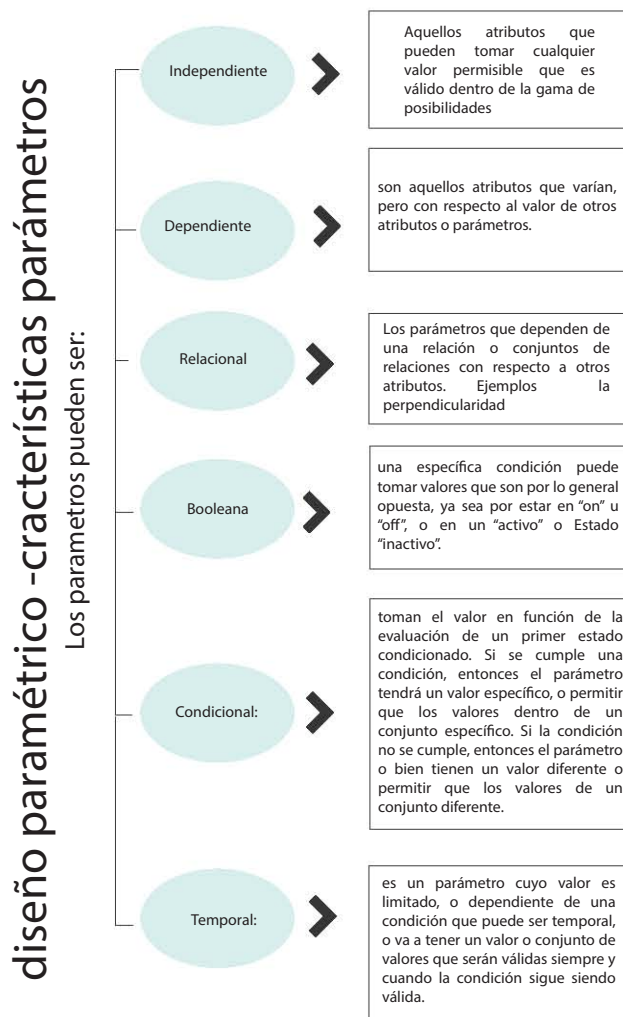


Fig. III. 2. Diseño paramétrico - características.
Fuente: Barrios, C

Diseño paramétrico-características parámetros

Este proceso a pesar de ser diferente al modo de trabajar tradicionalmente, con un inicio muchas veces frustrante y complejo, al final tiene como características que reduce esfuerzo elimina tareas repetitivas como el recalcular nuevas variaciones en tiempo real; con esto se recompensa el tiempo perdido en la primera instancia (elaboración del algoritmo).

Este nuevo pensamiento denominado paramétrico se está convirtiendo en el paradigma no solo por el cambio en la utilización de programas, sino que se está abriendo un medio para el diseño relacionando los procesos geométricos y matemáticos a través de los denominados algoritmos no para dar una solución al problema sino a una familia de soluciones donde el diseñador pueda seleccionar la que más se adapte a lo que quiere realizar.

Este método, además, permite investigar un diseño de una manera interactiva, a través del prototipado rápido, accediendo en todas la fases del proceso de diseño e ir refinando el mismo, además de explorar los resultados, generando una simbiosis de diferentes disciplinas con la finalidad de que el modelo tridimensional no sea una maqueta más, sino que sea capaz de darnos resultados de la información requerida.

Pero si hablamos que los S.G. permiten la personalización, el diseño paramétrico ha incorporado este concepto a sus filas gracias a la individualización en los procesos de diseño y a las posibilidades que permiten los programas. Sobre la base de las consideraciones anteriores Branko Kolaveric (2003) señala que por primera vez en la historia, los arquitectos están diseñando no la forma específica

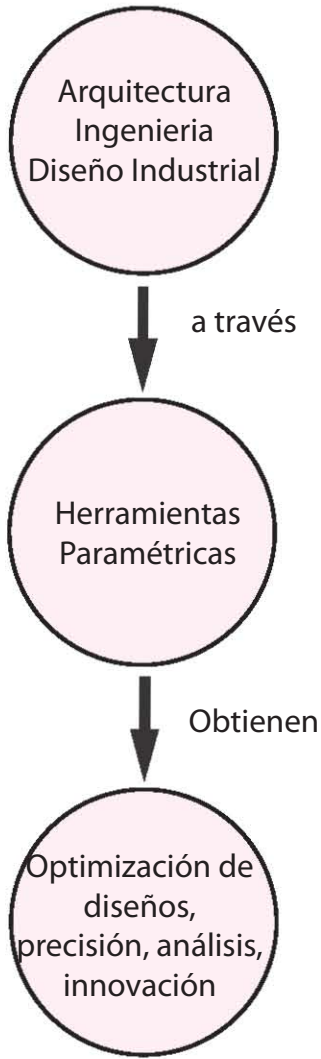


Fig. III. 3. Usos del diseño paramétrico.
Fuente: Autor

del edificio, sino un conjunto de principios paramétricos mediante el cual se puede generar y variar en el tiempo como sea necesario, rechazando las soluciones fijas, para dar paso a una exploración de la infinidad de variables como resultados.

A pesar de las limitaciones y frustraciones que pueda ocasionar al diseñador en su inicio, el diseño paramétrico plantea un nuevo escenario que con una constante ejercitación ayuda a la capacidad creativa y productiva en todas sus escalas: estéticas, funcionales como constructivas. Pero sobre todo ayuda a la relación entre el diseñador y los objetos, aportando al diseñador nuevos recursos e instrumentos ampliando las capacidades de respuestas en nuestra disciplina.

El desafío fundamental aquí es entender la nueva forma de aprendizaje que podría permitir a los diseñadores generar una capacidad computacional para explorar progresivamente las posibilidades. Pero para tener mayor éxito el diseñador debe estar dispuesto a liberarse de los patrones de diseño establecidos y reconstruir su diseño con conocimientos basados en la geometría y la lógica paramétrica, además de las diferentes técnicas de visualización digitales.

Por lo que el futuro de la tecnología digital, está en superar el CAD para convertirse en un diseño digital integrado, pero estas valiosas experiencias que se están siendo desarrolladas por arquitectos y por académicos, quienes ejemplifican la utilización del parametricismo en todas sus manifestaciones, de tal modo que el diseño digital se está convirtiendo en una verdadera estrategia, especialmente con la segunda forma que hemos presentado, debido a la adaptación al ejercicio profesional y a la enseñanzas del diseño en todas sus magnitudes

En consecuencia de todo lo mencionado, a los resultados obtenidos por muchos arquitectos y sin desmerecer ningún otro proceso de diseño, podemos decir ya, en este momento que lo paramétrico junto a lo evolutivo está afectando todo el proceso de diseño, y seguramente seguirá evolucionado positivamente el futuro del proceso creativo en todos los niveles.

Ventajas

- Una de las mayores ventajas es la integración de muchos criterios tanto de diseño, arquitectónicos, constructivos, que junto a las simulaciones permiten tener una verdadera herramienta capaz de dar resultados e información en tiempo real y por tanto proponer resultados que se ajusten a lo que el diseñador requiere.
- El inicio es dificultoso en su conocimiento y desarrollo, pero al final el algoritmo creado reduce el esfuerzo, permitiendo modificar y crear multiplicidad de variantes al diseño primario, eliminando las fastidiosas tareas repetitivas, de cálculos manuales; por ello el proceso se automatiza provocando grandes cambios con pequeñas variaciones en los parámetros y componentes iniciales.
- El diseño paramétrico permite una mayor precisión en el control de las variables y componentes, permitiendo al diseñador trabajar más en la creatividad.
- El diseño paramétrico se convierte en una idea de lo no estándar, yendo más allá de la formalidad y de lo estético del proyecto, volcándose a la personalización del proyecto y al rendimiento del material utilizado de poder construir diseños distintos.
- El diseño paramétrico permite integrar múltiples herramientas digitales a su proceso como a su producción mediante máquinas de corte laser, 3D y CNC.

Desventajas

- Según el programa que se seleccione, pero la mayoría trabaja con algoritmos, por lo que primero se tiene que escribir el algoritmo o sistema llevando mucho tiempo, esfuerzos y complejidad tanto para principiantes como expertos.
- Los diseñadores frente a una frustración podrán llegar al punto de nunca programar su obra y dejar que otros lo hagan por él.
- Los conceptos matemáticos como la programación, pueden ocasionar en el diseñador que el proceso de diseño se convierta en eso, una simple utilización de las matemáticas y no esa sensibilidad que tiene el arquitecto con la obra arquitectónica.

- Se necesitan programas específicos que muchos diseñadores no pueden adquirir, además tiene gran complejidad en el uso como sus costos.
- En muchas ocasiones el arquitecto debe trabajar colaborativamente con programadores, esto puede cambiar la idea primera del diseñador.

...Todo estudio no tendría sentido si no es la luz de la evolución; y es así como la genética se ha desarrollado, al igual que la arquitectura, llegando a considerar la aplicación de la genética en ella.

Theodosius Dobzhansky

S.G. Evolutivos



Considerando las palabras de Jeremy Rifkin en su libro el siglo de la biotecnología nos menciona que:

...caben pocas dudas de que estamos viviendo una de las transformaciones sociales más espectaculares de la historia. Cada día escuchamos y leemos expresiones como: sociedad de la información, era digital, ciberespacio, realidad virtual, mundo biotecnológico ... que tratan de dar cuenta de esta nueva realidad (Rifkin,J. 1999 p. 13).

Después de lo expuesto y expresando que el desafío del presente y futuro se está desarrollando en base a las tecnologías digitales, en el siguiente apartado voy a introducirme en uno de los puntos dentro de los S.G. más interesantes y creería yo que uno de los más escabrosos para los arquitectos, las denominadas las arquitecturas evolutivas, no obstante a través de los ejemplos que se están dando a nivel mundial están robusteciendo hoy en día a la arquitectura no solo por los conceptos utilizados sino por el desarrollo tecnológico.

Este mundo de hoy conferido entre la ciencia, economía, personalización y sustentabilidad

relacionado con las arquitecturas evolutivas no es nuevo sino que tiene una larga historia y ha venido fortaleciéndose por dos grandes razones: el primero la revolución genética y el segundo el avance de las computadoras. Este maridaje que empezó por los 50', donde las computadoras, los programadores y los biólogos comienzan la elaboración y experimentación de modelos para emular la evolución de la naturaleza, y es aquí donde podemos comenzar a encontrar muchos autores y expositores que han servido de base para los estudios posteriores, como lo muestra la siguiente cronología realizada:

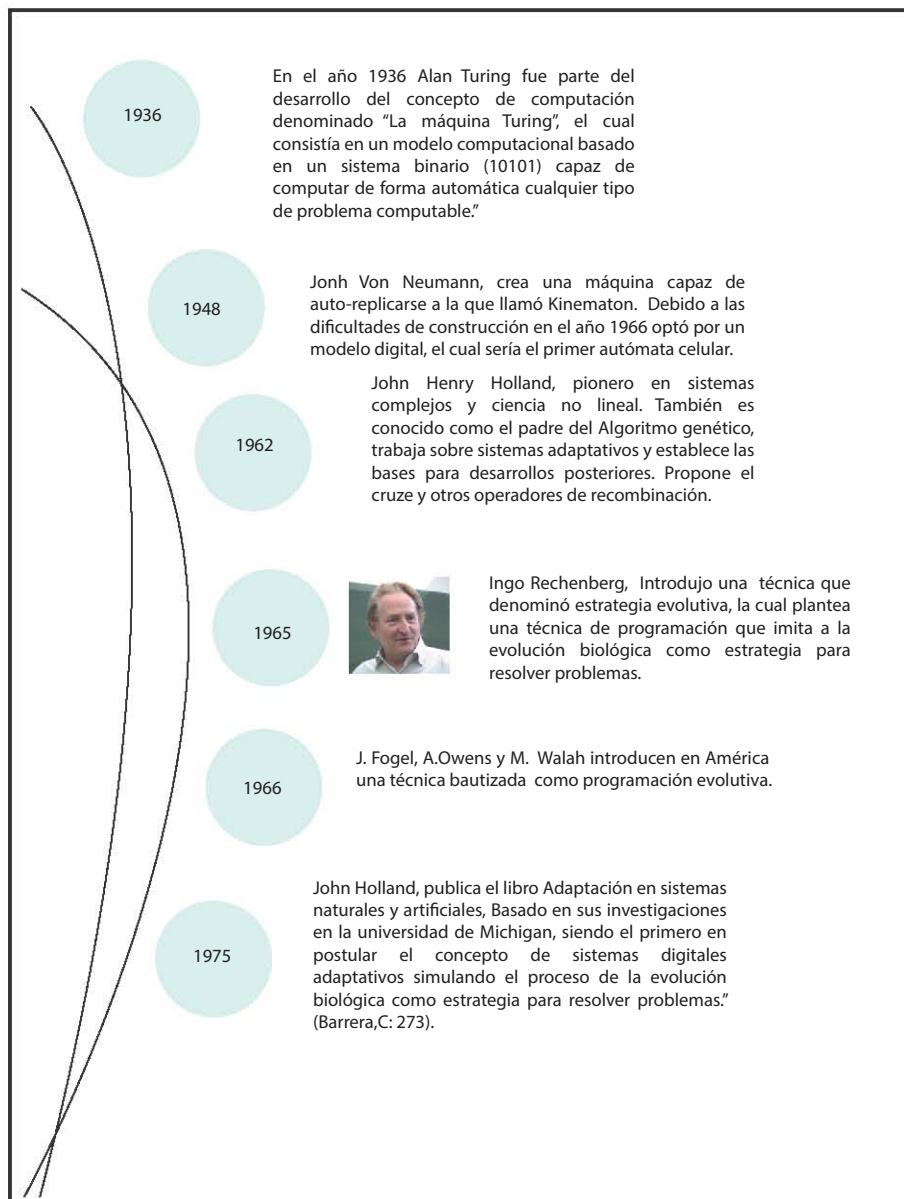


Fig. III. 4. Cronología arquitectura evolutiva.

Fuente: Autor

“La arquitectura crea el organismo y por tanto, este debe seguir en consonancia con las de la naturaleza (...) todo surge del gran libro de la naturaleza”

Antonio Gaudi

En los últimos años en el campo de la arquitectura se ha producido un replanteo teniendo acogida por arquitectos digitales como **“Jean Nouvel, Dominique Perrault, Herzog & de Meuron, Frank Ghery, FOA, Lynn y NOX”** (Portella, B., 2006, p. 258) , quienes se han ido convirtiendo poco a poco en los nuevos precursores de esta nueva manera de generación arquitectónica con una participación relevante de distintas estrategias digitales. Una nueva arquitectura basadas en reglas generativas donde su parte más importante está en el uso y aplicación de los denominados algoritmos y conceptos provenientes de la naturaleza como por ejemplo: las reglas de cruces genéticos, reproducción, mutación, la biomimética, entre otros.

Esta arquitectura no podría desenvolverse a plenitud sino fuera por el uso de la computadora, como lo menciona el mismo Jhon Frazer, el diseño no lograría ser desarrollado, probado, evaluado su desempeño y acelerado, si no es por el uso de modelos computacionales como los denominados algoritmos evolutivos como por ejemplo el plugin Galápagos de Grasshopper el cual permite encontrar la mejor soluciones al problema planteado solo en base a parámetros preestablecidos para aquellos que no son programadores. En esta gama de arquitectos podríamos mencionar por sus antecedentes, trabajos, estudios realizados y con una vasta experiencia académica el arq. Dennis Dollens, el cual menciona que el éxito de este proceso se basa **“en mecanismos que, actuando de una manera aleatoria, consiguen resolver problemas”** (de la Barrera,C., 2006, p. 243).

Frente a estos antecedentes es plantear este nuevo proyectar para el fortalecimiento arquitectónico, urbano y de diseño, especialmente hacia las nuevas generaciones quienes van a estar más cerca cuando este desarrollo llegue a sus manos; por ello, este apartado tratará los sistemas generativos evolutivos y sus aplicaciones en la arquitectura, donde seguramente como van las cosas podemos decir que se conferirá en la herramienta automatizadora del proyecto

arquitectónico en el presente cercano para las potencias mundiales y posiblemente en el futuro de toda la humanidad.

“Los AGs son una técnica robusta y pueden tratar con éxito una gran variedad de problemas provenientes de diferentes áreas, incluyendo aquellos en la que otros métodos encuentran dificultades. Si bien no garantiza que se encuentre la solución óptima del problema, existe una evidencia empírica de que se encuentran soluciones de un nivel aceptable en un tiempo competitivo con respecto a otras técnicas de optimización.”

Carlos Ignacio de la Barrera Poblete

Lo evolutivo

Estos procesos no tradicionales generadores de arquitectura desarrollados gracias a la utilización por una parte de la naturaleza a través del ADN, la evolución y por otro la vida artificial a través de los códigos scripts han permitido dar una respuesta alternativa a las necesidades de los usuarios y el medio ambiente, a través de un vocabulario digital y sistemas conectados con transparencias, texturas y elementos curvos, sobre todo, no lineales.

Podemos decir que todo empieza con los estudios e investigaciones realizadas por uno de los expositores más importantes en este campo como es Jhon Frazer quien en su libro *An Evolutionary Architecture*, plantea la existencia de un tipo de arquitectura basado en el proceso evolutivo: arquitectura evolutiva, la cual investiga los procesos de generación de formas mediante estrategias evolutivas. Frazer propone desarrollar un mundo digital dentro de la computadora, en el cual se simulen diferentes fuerzas que existen en la realidad y que estas modifiquen un edificio a lo largo de generaciones.

Las ideas de Jhon Frazer son configuradas en términos de programación como es el

código-script, y que gracias a ello se puede obtener mayor número de posibilidades de la evolución arquitectónica en un corto tiempo. Este proceso a pesar de tener una planificación los resultados muchas veces son inesperados y a su vez sorprendentes, pero lamentablemente muchos de los casos solo se los puede construir en un ambiente virtual a través de la técnica llamada algoritmo genético, en la cual se definen todos los parámetros, sean metabólicos y/o morfológicos llevando al diseñador, arquitecto a trabajar de una manera inusual a la habitual, como un acelerador evolutivo y un generador. Con estos conceptos **“Frazer sienta las bases de los millones de posibilidades y aplicaciones que tiene la programación y las estrategias evolutivas en la arquitectura”** (Loja, J., 2014, p.18-19).

Características de un sistema evolutivo

- Contar con un mecanismo que le permita captar la realidad que lo rodea, necesita conocer y estudiar el ambiente con el fin de detectar las diferencias y cambios que requiere para poder adaptarse y evolucionar en este medio.
- Almacenar y representar el conocimiento, con el fin de construir su propia representación de la realidad y poderle explorar.
- Generar nuevo conocimiento a partir del que tiene almacenado y del que capta del exterior, con el fin de que pueda proponer cambios o modificaciones a su imagen de la realidad incluyendo ese nuevo conocimiento.
- Abstractar a partir de un conjunto de conocimiento, reglas generales que los representen en forma sintética.
- Establecer un diálogo con el exterior con el fin de que pueda transmitir su conocimiento y mediante la retroalimentación propiciar el cambio en el exterior.
- **“Una de las características principales de los sistemas evolutivos es la definición del más apto dentro de una familia de posibilidades”** . (Kolarevic, B.,2000, p.4).

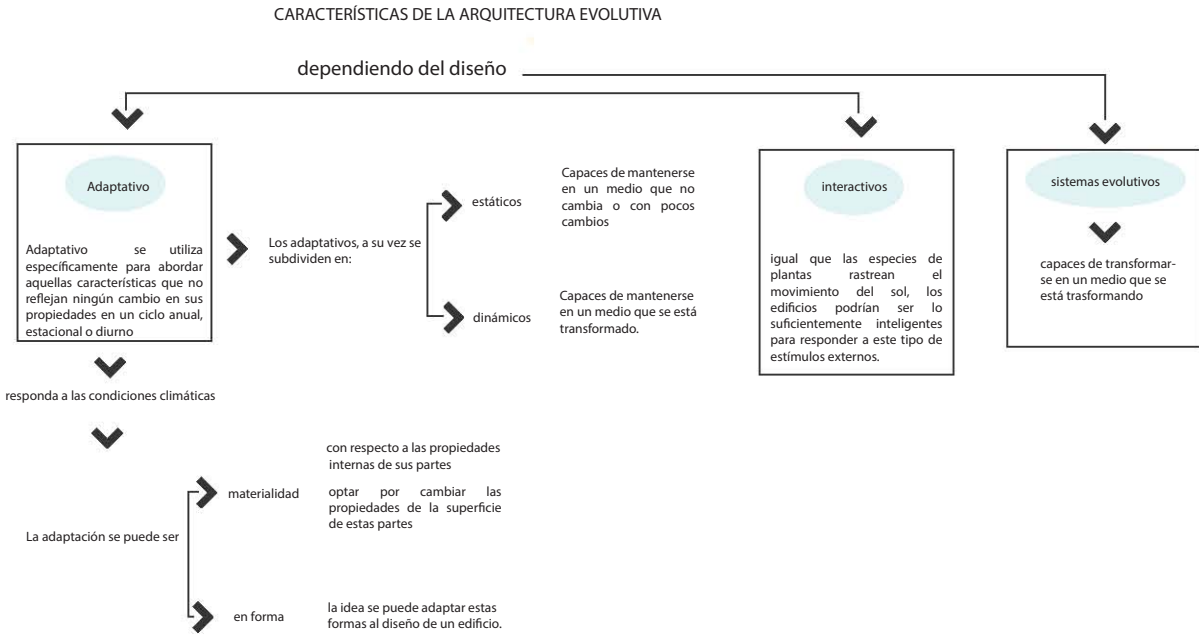


Fig. III. 5. Características: arquitectura evolutiva.
Fuente: Autor

Restricciones sobre el sistema

- Como hemos podido darnos cuenta, el diseñar con un sistema evolutivo se torna muy complejo para las personas con vasta experiencia y mucho más para todos quienes están iniciándose en el tema. Esto ocurre no solo por los conceptos nuevos que se aplican, a los cuales deberemos estudiarlos a profundidad para entenderlos y potencializar los proyectos, sino que hay que sumarle la gran tecnología que debemos tener a nuestra mano lo que impide no solo crearla en un ambiente virtual, sino también al momento de construirla a gran escala; quedando a **nivel de prototipo**.
- Por otro lado, la captación de información del entorno, una computadora a pesar de ser muy potente en el cálculo no podría recoger toda esta información, por lo que, en un prototipo en principio se puede pensar en un mecanismo de captura basada en un lenguaje escrito en un sistema numérico a través de software y hardware especializados que permitan la recepción

gráfica y de señales, esto es una gran restricción para las personas inexpertas por el uso de programas avanzados.

- Otra de las restricciones se encuentra en los mecanismos de almacenamiento, igualmente que la anterior, existen pocas herramientas y tecnologías que puedan almacenar hechos y relaciones del medio natural, por lo que este nuevo conocimiento en la actualidad se lo puede realizar solo a un nivel elemental, ya que no se puede abstraer a pesar de la inteligencia artificial un conjunto de hechos reales.
- **“Finalmente, los mecanismos hombre máquina se encuentran en sus inicios y dependen principalmente de los puntos anteriores, puesto que para establecer un diálogo se requiere que el sistema tenga posibilidad de captar, almacenar y generar conocimiento”** (Rocano C.,2013, p. 3).

Conclusión

- Conociendo y entendiendo las arquitecturas evolutivas computacionales descritas en este documento se requieren ciertas estrategias de diseño que proporcionen formas de manipulación dinámica de los diseños con un alto grado de indeterminación. La existencia de este tipo de estrategias no es vista como un factor limitante en el diseño, la imprevisibilidad, la incertidumbre y la indeterminación todavía están presentes, al igual que las posibilidades de la búsqueda de la forma, las cuales parecen generarse intencionalmente a partir de la emergencia que articulan las técnicas generativas computacionales.
- Utilizando algoritmos computacionales basados en estrategias evolutivas, se busca desarrollar formas arquitectónicas flexibles.

La nueva arquitectura deber relacionar lo fisico y lo digital, donde los espacios empiezan a incluir de una manera mas activa el tiempo y la autotransformación. De esta manera la arquitectura será creadora de proceso y no de hechos finitos (De la Barrera, C.,2006, p. 277).

Es la hora de aplicarlo a la arquitectura. Desde una arquitectura avanzada

contemporánea, contrapuesta -en superación- al uso del ordenador como mero sustituto del dibujo manual y contrapuesta -en superación- al ecologismo pintoresquista: “el nuevo proyectar cibernético-digital y el nuevo proyectar ecológico-medioambiental
(Estévez A:2001, pag 10).

- No se trata de construir en la naturaleza sino con la naturaleza, construir la naturaleza misma. Ciertamente, las utopías de hoy son las realidades de mañana.

Arquitecturas Genéticas no sólo como metáfora. El ser humano debía conformarse con actuar limitado hasta la superficie de las cosas. Ahora ya puede descender más allá, a niveles de acción molecular, incidiendo en el diseño genético de las cadenas de programación que luego desarrollan por sí solas elementos informáticos artificiales y elementos vivos naturales (Estévez A:2001, pag 10).

- Hoy ya puede traspasar esa frontera y descender a un nivel de acción molecular, incidiendo incluso en el diseño genético, en las cadenas de programación que luego desarrollan por sí solas elementos vivos naturales. Esto además lleva consigo una posible comparación directa con el mundo cibernético-digital.

2. EXPERIENCIAS EN LA EDUCACIÓN

PARTE 4
EXPERIENCIAS EN TALLERES DE DISEÑO

Diseño con herramientas avanzadas en la academia

Por lo general casi todos los profesionales en formación en arquitectura como en su ejercicio profesional han utilizado en algún momento las herramientas paramétricas conocidas como BIM, para generar proyectos de diseño. A pesar que son muy importantes este grupo de programas en el campo arquitectónico, me voy a centrar solamente para los fines requeridos de la investigación en el diseño paramétrico con otro tipo de modeladores, los que no han sido considerados en muchas ocasiones por la academia debido a múltiples circunstancias: costos, dificultad de usar, entre otros.

A pesar de que este tipo de programas tuvieron orígenes en el campo profesional y en el campo del diseño industrial, estos poco a poco han ido introduciéndose en la enseñanza en la ejecución de proyectos arquitectónicos sin límite de complejidad, abarcando la optimización, análisis hasta llegar a su fabricación (prototipos) y por último su construcción en escala 1:1.

Es indudable que en los países con más desarrollo económico las herramientas BIM hayan tenido mayor acogida en la enseñanza como en la investigación en arquitectura, pero esto no ocurre en el contexto latinoamericano, y sobre todo nacional (Ecuador). Frente a estos antecedentes es de gran importancia comprender el diseño paramétrico avanzado con el campo de la programación y su aplicabilidad, con miras de introducirlo en universidades donde aún no se ha experimentado su verdadero uso y potencial. Este es el caso de nuestro país, a pesar que en los últimos tiempos algunas universidades ya están hablando y generando laboratorios de prototipado, tal y como es el caso puntual de nuestra universidad y titulación de Arquitectura.

La introducción de las nuevas computadoras en la actualidad en el campo académico ha cambiado la forma de ver y desarrollar la enseñanza y aprendizaje, sobretodo en la arquitectura, lo cual ha motivado la investigación de métodos alternativos que permitan ampliar la gama de posibilidades. Sin embargo muchas universidades siguen utilizando las enseñanzas tradicionales, donde se emplean técnicas manuales, a pesar de que en las mismas carreras se dictan materias

sobre todo de carácter optativo en donde se utilizan programas de diseño CAD, que son programas muy potentes y que dan gran beneficio a los estudiantes, pero lastimosamente no quedan de ser utilizadas simplemente como unas herramientas más a las utilizadas tradicionalmente.

Frente a estos acontecimientos que se dan en nuestra titulación y en muchas otras y sin desmerecer este grupo de programas existen otras metodologías que son el tema central de la investigación, los cuales se pueden aplicar utilizando diferentes herramientas como programas que se los puede conseguir en el mercado (en muchos casos son software libres) y son los que se abordará por dos razones: el desconocimiento y el potencial para generar lo que se necesita demostrar.

Los inicios de la enseñanza a través de la computadora se remonta a los años 50 (Almeida, 1997), donde los primeros sistemas de aprendizaje fueron los llamados programas lineales, que ya venían establecidos por un programador. Sin embargo, la enseñanza del diseño paramétrico tuvo su primera generación de instructores entre 2003 y 2004 con David Rutten en Europa, Stylianos Drit Sas en EEUU y el equipo de Roland Snooks y Robert Stuart-Smith en Australia (Herrera, 2011).

Al referirnos a nuestro continente podemos decir que se ha encontrado a profesores chilenos por el año 2006, quienes luego de una estancia en Europa regresaron a su país a demostrar lo estudiado, así también podemos mencionar a dos países con gran potencia como es Perú desde 2008 y Colombia en el 2009. A nivel mundial se han generado técnicas de producción digital basadas en el diseño paramétrico desde los S.G. (1967-1971) donde se propusieron nuevas metodologías especialmente en el campo educativo y como resultado de ello se obtuvo que **“ los alumnos aprenden mejor enfrentándose a los problemas de dificultad adecuada, que atendiendo a explicaciones sistemáticas”** (Almeida, Febles y Bolaños, 1997); es decir, adaptando la enseñanza a sus necesidades.

Sass (2003) propone unas experiencias pedagógicas en arquitectura para comprender el diseño paramétrico: primero entender los diseños hechos por otros autores y segundo enseñar cómo generar nuevas alternativas e ideas usando el lenguaje de scripts. Para él estos permiten

obtener resultados rápidamente, dándonos mayores oportunidades para desarrollar la creatividad permitiendo interactuar con diferentes alternativas que finalmente se pueden evaluar.

En este contexto podemos decir que las herramientas paramétricas no han sido creadas por la academia, sino más bien han sido desarrolladas en el campo profesional para resolver problemas de diseño; sin embargo han existido algunas maneras de utilizarlo y que han llegado a términos satisfactorios como lo menciona Pablo Herrera, quien ha tenido muchos años de experiencia como instructor presentando 3 patrones de implementación, que son:

- Desde su motivación por el autoaprendizaje.
- Desde su experiencia como estudiante de maestría y doctorado.
- Realizando visitas académicas externas.

Estos tres puntos son los más utilizados para aprender y desarrollar con el diseño paramétrico en diferentes proyectos e investigaciones: el primero es uno de los más utilizados por los profesionales especialmente por la falta de recursos propios o por las instituciones donde laboran, pero esto también ha permitido a los investigadores dar rienda suelta a potencializar el diseño sin desperdiciar sus esfuerzos desarrollados.

Los resultados se ven plasmados en bitácoras, cursos y tutoriales, como ejemplo de ello son las redes en Internet como la denominada CUMINCAD donde se demuestran las investigaciones realizadas por especialistas en todo el mundo. Este auto aprendizaje también va de la mano por el avance increíble de la tecnología como lo observó Senske (2005) en el aprendizaje en programación de los estudiantes en el MIT, debido a ello la instrucción es la principal fuente de conocimiento para estar actualizado en las técnicas de programación.

Del segundo punto mencionado por Herrera es donde se han encontrado publicaciones ya ha nivel de documentos que aporten al tema pero todo depende de lo profesionales que viajan a hacer sus estudios de cuarto nivel a los países desarrollados y regresan a su país de origen para transmitir sus investigaciones y sus experiencias. Ejemplos de ello tenemos a Luis

Odiaga en Perú, Rodrigo García Alvarado en Chile, Mauro Chiarella en Argentina, Ernesto Bueno en Brasil (Herrera, 2011). Y el tercer punto ha sido otra de las opciones para actualizar los conocimientos; este va en relación al segundo punto donde los investigadores hacen estación en otros países que tiene laboratorios.

Conocimientos básicos.

Como se ha visto el uso de los S.G, estos necesita de un gran profundidad de conocimientos y tal vez es por ello que no se ha potencializado del todo, además se debe tener conocimientos de matemáticas y geometría, uso de programas 3D, y a partir de ello la programación para garantizar un buen desenvolvimiento de los proyectos.

Las matemáticas como elemento básico ha estado presente en cada una de las etapas de la arquitectura, obligando a los arquitectos a utilizarlas desde la más básica a la de mayor grado de complejidad. Así el diseño paramétrico trabaja también con un esquema matemático por lo que la persona que quiera utilizar el D.P., deberá conocer lo básico para poder trabajar y conforme vaya involucrándose deberá también especializarse en este, y de todo ello dependerá del éxito de su proyecto. Para trabajar de mejor manera el diseñador deberá conocer los siguientes temas: funciones, dominios, ecuaciones, matrices, trigonometría, vectores, secuencias, series, sistemas de coordenadas, entre otros.

El segundo punto, la geometría; aquí voy a tomar las palabras de María Dolores Lara quien afirma que:

La geometría surge como respuesta a los criterios funcionales, intereses estructurales, generación de una imagen concreta, búsqueda de la complejidad por la complejidad. Pero también se encuentra la forma obtenida mediante procesos intuitivos, experienciales o bien a través de investigaciones mediante software 3d, en cualquiera de los últimos casos lo que les caracteriza es no definir la forma.

Es aquí donde podemos encontrar que muchos de los arquitectos tratan de dar solución solo a la forma. Pero esto no ocurre con el diseño paramétrico ya que no le interesa descubrir primero la forma, sino que busca el verdadero proceso que genera determinada solución

geométrica declarando parámetros importantes por el diseñador.

En los programas de diseño paramétrico, tenemos muchos datos que hacen referencia a la matemática y son los que verdaderamente desarrollan las solución, siendo prioritario para el diseñador saber las geometrías primitivas y sus posibles deformaciones, por ello es de gran importancia formarse muy bien en el conocimiento de los siguientes elementos: punto, curvas, líneas, planos, volúmenes, y con ello intersecciones, adiciones y las proyecciones de geometría descriptiva.

El tercer aspecto es la programación; esta parte es donde se fusiona los datos lógicos-matemáticos y geométricos, un profesional que desee involucrarse en el diseño paramétrico deberá conocer los dos temas planteados anteriormente.

Muchos dirán por qué complicarnos más la vida si ya tenemos programas para el desarrollo arquitectónico como son los BIM, que ya vienen programados, pero para aquellos arquitectos que desean desarrollar proyectos originales e innovadores con diferentes contextos y alternativas, estos sin duda se convierten en la base para diseñar, pero no son suficiente. Nuestra propuesta sería que se debe dar un paso más para salir de la zona de confort y así proponer nuevas opciones y para ello se debe utilizar la programación. Estas ideas han tenido su inicio a partir del s. XXI con la utilización de la programación en muchas investigaciones y desarrollo de proyectos de arquitectos, todos ellos alentados por las aproximaciones dadas por William Mitchell y continuadas por Lawrence Sass y Kostas Terzidis, enfocadas todas ellas a resolver problemas de fabricación.

Frente a lo acotado en líneas anteriores sobre todo en la utilización de la programación y para poder aplicarlo en el ámbito académico, voy a referirme a la utilización realizada por el profesor Pablo Herrera: el amateur y los expertos.

El amateur que es para aquellas personas que aprenden por sí mismas la programación, llegando a crear o modificar códigos scripting creados por otras personas, estos se podrá encontrar en la Internet o cualquier manual o tutorial. Para Herrera estos individuos nacen con una curiosidad, pero en poco tiempo pasan a una verdadera frustración al no encontrar

soluciones precisas a sus problemas particulares. Estos individuos seleccionan programas con componentes ya establecidos y fáciles de utilizar, pero como dijimos anteriormente, estos llegan a un punto que necesitan mayores conocimientos de programación.

Pero sin duda así se tengan estos problemas autores como Terzidis (2006) y Celani (2003), nos demuestran que es perfectamente posible llegar a soluciones más interesantes a través de la automatización y el proceso de algoritmización de los proyectos, ejemplo de ello tenemos el Grasshopper en el cual nos menciona Schumacher (2011) que la gran ventaja de GH es que se traduce gran parte de la sintaxis de los scripts a un lenguaje gráfico de relaciones para cada uno de los componentes que la conforman.

El segundo grupo, el experto está enfatizado para quienes tienen un alto conocimiento de script, y son quienes ya están preparados para producir códigos que resuelvan problemas particulares, pero ni siquiera para ellos es fácil porque cada proyecto necesita de una solución puntual y esto se convierte también en un reto, aquí se prefiere la programación escrita que la visual.

Estas dos formas efectivamente complican a los arquitectos ya que en las mallas académicas y planes de estudios no se tienen materias de programación, y por ello no estamos preparados para ser programadores.

Universidades y sus aplicaciones

Muchas universidades a nivel mundial como en Latinoamérica están muy adelantadas en el uso y aplicación de estos temas, pero existen otras como la nuestra donde ha sido difícil la implementación de metodologías debido a diferentes factores como el desconocimiento, la inadecuada infraestructura y los costos elevados que conlleva la compra de maquinaria y programas, quedando fuera de este contexto muchas escuelas y estudios de arquitectura que ya tienen implantado estos temas.

Escuelas como el MIT, la AA (Architectural Association, Londres) o la Universidad de Columbia y Pensilvania, como la de Autónoma de Catalunya llevan mucho tiempo en el desarrollo e incorporando programas de postgrado enfocadas al uso de técnicas avanzadas de diseño y producción digital en arquitectura. Una de las más importantes es el MIT, Instituto de Investigación del Diseño Paramétrico y de Fabricación Digital, quienes han desarrollado estudios de diseño a base de algoritmos colaborando con prestigiosas empresas como Bentley para generar la tecnología hoy conocida como Generative components.

En Latinoamérica tenemos varias universidades que están llevando la esencia de la fabricación digital y el parametricismo, logrando montar laboratorios que permiten a los arquitectos, artistas, diseñadores crear diseños desde el mundo digital hasta la construcción de piezas físicas en diferentes materiales, estudiando el diseño paramétrico por la enorme capacidad de procesamiento; además de permitir generar modelos tridimensionales que incorporan gran cantidad de parámetros, y por lo tanto, dar origen a diseños con alta complejidad geométrica, que son de alguna manera más difíciles de conseguirlos de otra manera, para ello están usando programas de modelación avanzada como el Rhino y Grasshoper, entre otros que se podrían mencionar, para luego fabricar los diseños con maquinarias especiales.

Así podemos corroborar en la Charla de Diseño paramétrico y fabricación digital realizado en Chile, en la que se señala que :

.....para los arquitectos, diseñadores, artistas y profesionales chilenos, el uso de estas técnicas representa una oportunidad de explorar nuevas metodologías de diseño, aumentar la complejidad geométrica de las obras, optimizar en los tiempos y recursos de diseño, vincularse más directamente con los procesos productivos, y en definitiva, ampliar significativamente su repertorio creativo.

También no podemos dejar de lado muchas publicaciones en revistas de carácter divulgativo como en congresos y ponencias a nivel latinoamericano como mundial, impulsando encuentros de profesionales donde se exponen investigaciones de temas relacionados con las tecnologías del diseño paramétrico y sus resultados.

Nuestro contexto - U.T.P.L.

Luego de haber estudiado las diferentes características y metodologías que se enmarcan en los S.G, y tras haber especificado que el diseño paramétrico y el diseño evolutivo son las alternativas más utilizadas en la actualidad con un gran desarrollo en nuestros días y posiblemente en el futuro, voy a seleccionar para nuestra aplicación de diseño paramétrico con programas de diseño avanzado (que es la parte que más me interesa por los efectos de creatividad que se salen del marco tradicional arquitectónico y que se puede aplicar a distintas especialidades del diseño) como fuente de trabajo para las universidades que están empezando con el desarrollo de estas tecnologías, por las siguientes condiciones y contexto en la cual se enmarca nuestra universidad:

- Poco o nada de conocimiento de las herramientas digitales avanzadas.
- Pocas habilidades, conocimientos y actitudes del profesorado frente a las nuevas tecnologías, especialmente hacia los programas de diseño avanzado (programación).
- Falta de recursos, tecnología e infraestructura.

Análisis y experimentación UTPL.

Esta etapa concebida como uno de los procesos con mayor grado de complejidad en la incursión de nuevas herramientas, aunque a su vez vista con gran optimismo, se convierte en un reto personal. Pero para las universidades se abre la posibilidad de proponer una metodología alternativa como cambio en la forma de concebir y desarrollar la arquitectura desde otra perspectiva, para lo cual se ha implementado proyectos de investigación internos en la Universidad con el fin de aportar a las materias básicas de diseño como de proyectos en la Titulación de Arquitectura temas como herramientas, metodologías. Esta aproximación tiene

como objetivo el de integrar a nuestra carrera un nuevo paradigma que aporte a la formación del estudiante de arquitectura, reconociendo las limitaciones de nuestro contexto socio cultural y académico. Para ello se propone generar un esquema de trabajo en 6 pasos que a continuación se muestran en la siguiente figura:

De donde:

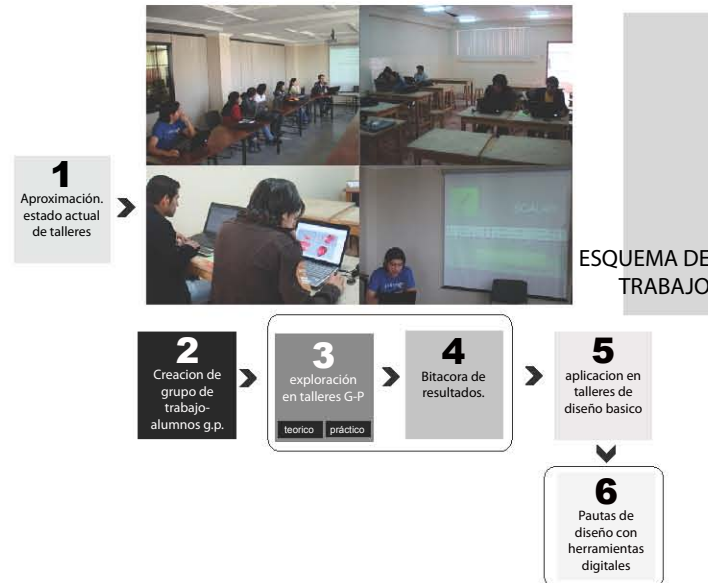


Fig. IV. 1. Esquema de trabajo.
Fuente: Autor

1. Aproximación: Talleres de diseño básico de nuestra titulación (método tradicional).
2. Generar un grupo: Alumnos de la Titulación de Arquitectura. (Gestión productiva)
3. Exploración: de prototipos en el taller centrados en conceptos del marco teórico junto a la computadora, utilizando el software comercial Rhino (Taller inicial).
4. Bitácora de actividades: Resultados de ejercicios planteados, los mismos que serán utilizados posteriormente para el fortalecimiento de los talleres de diseño de la escuela.
5. Aplicación en los talleres de diseño (academia).
6. Propuesta de pautas.

1. Aproximación.

Para el planteamiento, precisamos hacer un estudio y análisis de cómo se desarrolla la arquitectura en los primeros inicios en los estudiantes de Arquitectura de nuestra Universidad, para ello se conformó un grupo con varios alumnos que desarrollaron su trabajo de fin de titulación en la línea de arquitectura digital como colaboradores del proyecto, seguidamente seleccionamos dos componentes académicos donde se puedan aplicar los conocimientos, optando por el campo de diseño: Diseño Básico I y Diseño Básico II, esto por dos razones:

1. Los alumnos están empezando a incursionar en el diseño y tienen una mente libre de esquemas predefinidos.
2. Los contenidos de los dos componentes académicos permiten fortalecer la creatividad de los alumnos, esto se ajusta perfectamente con el fortalecimiento del diseño paramétrico inicial (uso de módulo, repeticiones y otros factores que durante el transcurso del proyecto lo examinaremos).

A continuación mostramos el plan curricular de la titulación de Arquitectura y en donde se ubican los dos componentes seleccionados:

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
ESCUELA DE ARQUITECTURA
PROGRAMA FORMATIVO ECTS - 1C -

CICLO	GESTIÓN PRODUCTIVA	TRONCALES DE CARRERA				GENÉRICAS DE CARRERA		FORMACIÓN BÁSICA	COMPLEMENTARIAS	LIBRE CONFIGURACIÓN
X	GP.4.2	16	PROYECTO VI URBANO-ARQUITECTÓNICO				5			
IX	GP4.1	12	PROYECTOS V		5	URBANISMO II				LC 7
VIII	GP 3.2	10	PROYECTOS IV	5	PATRIMONIO Y CONSERVACIÓN	4	URBANISMO I		COMPLEMENTARIA 5	LC 6
VII	GP 3.1	4	PROYECTOS III	5	CRÍTICA DE LA ARQUITECTURA	4	SISTEMA DE INSTALACIONES II	4	PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO	4
VI	GP 2.2	6	PROYECTOS II	4	TEORÍA DE LA ARQUITECTURA	4	SISTEMA DE INSTALACIONES I	4		
V	GP 2.1	2	PROYECTOS I		4	CONSTRUCCIONES III	4	TOPOGRAFÍA	4	ESTRUCTURAS II
IV	GP 1	6	DISEÑO BÁSICO II	4	HISTORIA DE LA ARQUITECTURA III	4	CONSTRUCCIONES II	4	EXPRESIÓN GRÁFICA DIGITAL	4
III			DISEÑO BÁSICO I	4	HISTORIA DE LA ARQUITECTURA II	4	CONSTRUCCIONES I	4	PERSPECTIVAS Y SOMBRAS	4
II			DIBUJO ARQUITECTÓNICO	4	HISTORIA DE LA ARQUITECTURA I	4	DIBUJO Y GEOMETRÍA DESCRIPTIVA	4	ESTÁTICA	4
I			INTRODUCCIÓN A LA ARQUITECTURA			4	DIBUJO ARTÍSTICO	4	MATEMÁTICAS	6
								DESARROLLO ESPIRITUAL I	4	COMPUTACIÓN
								DESARROLLO ESPIRITUAL II	4	COMPLEMENTARIA 2
								REALIDAD INCCIONAL Y AMBIENTAL	4	COMPLEMENTARIA 3
								DESARROLLO ESPIRITUAL III	4	COMPLEMENTARIA 4
										LC 5
										LC 4
										LC 3
										INGLES IV
										COMPLEMENTARIA 1
										INGLES III
										INGLES II
										H-INVESTIGACION BÁSICA
										INGLES I
										H: FRANCÉS I

Fig. IV. 2. Malla Arquitectura UTPL
Fuente: Coordinación Arquitectura UTPL

Distinguidos las dos componentes se procedió a determinar los contenidos mínimos que se tratan, siendo los siguientes:

Diseño Básico I:

- Fundamentos de diseño : bidimensional y tridimensional
- Forma, repetición, estructuras, similitud, radiación, anomalía, contraste, concentración, textura, tipos de formas, tipos de figuras: geométricas y orgánicas, planos seriados, estructuras de pared, prismas y cilindros, entre otros.

Diseño Básico II.

- Espacios no habitables, metodología de diseño.

Posterior a la elección de los componentes se realizó una primera aproximación, de hecho una de las mayores facilidades para realizar el ejercicio fue que yo estaba encargado de dos grupos de diseño básico en el periodo de análisis, lo que permitió comprender el proceso como se desarrollan los talleres de diseño (actuales con otros profesores), para ello se utilizó la observación in situ, encontrándose lo siguiente:



Fig. IV. 3. Programa Formativo , Titulación de Arquitectura UTPL.
Fuente: Autor.

- El profesor mantiene un esquema tradicional en clase.

* G.P.:

La “gestión productiva universitaria”, se entiende por aquella también a la disposición institucional para permitir que la vinculación con la sociedad sea factible a través de

- “Priorizar las relaciones con el sector productivo y asumir o adaptar los avances científicos en la relación.

- Dar flexibilidad a los planes de estudio, en los diferentes niveles.

- Desarrollar un tipo de enseñanza en la cual el estudiante se relacione con la sociedad a través de proyectos productivos reales. Todas las unidades académicas se han transformado, por su vínculo esencial con los CITES, en académico-productivas (producción en sentido amplio, no reducido a lo económico), para ser modelos reales de la actividad profesional.

- El profesor propone los temas, da la clase y los alumnos realizan un ejercicio planteado por el profesor según un problema.
- Para su desarrollo de maquetas mantienen el mismo esquema tradicional (a mano) de corte de láminas, cartones, entre otros para desarrollar sus ejercicios.

2. Generación de grupo de trabajo.



Fig. IV. 4. Taller inicial- G. P.- Exposición programa Rhino.

Fuente: Autor



Fig. IV. 5. Estudiantes de G.P. 2010.

Fuente: Autor



Fig. IV. 6. Estudiantes de G.P. en búsqueda de información-taller interno.

Fuente: Autor

En segundo lugar, y sabiendo el contexto actual de los talleres de diseño básico me propuse generar un grupo de trabajo conformado especialmente con los alumnos que cursan las materias de practicas pre-profesionales. En este punto se dividió en dos grupos, ambos estaban a cargo de los alumnos con más experiencia (tesistas), paulatinamente se unieron otras tesis para desarrollar en conjunto la investigación. En esta fase se generó un taller inicial del proyecto, desarrollado con estos alumnos para luego replicarlo a los de alumnos de Diseño Básico I y II, como base se tomó en consideración los temas planteados dentro del programa académico de cada componente académico, para

que el estudiante pueda experimentar con el uso de las tecnologías digitales aquellos diseños que han desarrollado de manera tradicional. Esto llevó a pensar que los conceptos y programas utilizados no han sido vistos nunca por esta gama de alumnos, por ello era imprescindible realizar este taller interno para posteriormente replicarlo.

En este apartado mostraremos el proceso de investigación que se consiguió en el Departamento de Arquitectura respecto al diseño paramétrico, con el fin de evaluar la viabilidad de su futura enseñanza en las Escuelas de Arquitectura del Ecuador, creando en el estudiante nuevas perspectivas de diseño a través de herramientas digitales (sin dejar de lado las tradicionales, sino como un complemento a la misma).

3. Exploración: Experimentación a nivel de prototipos con los estudiantes de practicas pre-profesionales (G.P.)* de la Titulación de Arquitectura.

Nuestro Departamento de investigación de Arquitectura y Artes, está conformado por cuatro secciones que abarcan una serie de líneas de investigación, dentro de ella está la línea de arquitectura digital y el laboratorio de prototipado y fabricación digital, últimamente creado y dentro de esta se han propuesto una serie de proyectos internos de la UTPL con financiamiento de la misma universidad. Para los proyectos en desarrollo se han inscrito varios alumnos de diferentes niveles de la titulación, quienes han jugado un papel muy importante dentro del proceso como taller inicial de diseño, donde se empleó las herramientas para proponer diseños alternativos. Esto sin duda fue un pie de inicio a nuestra labor y de la cual surgieron muchas inquietudes originando la búsqueda de información teóricas y recopilación de documentos de publicación en diferentes contextos. Conjuntamente se revisó los programas de diseño avanzado (entre ellos el Rhinoceros y su plugging Grasshopper) ya que, según las aproximaciones realizadas, este es uno de los programas de mayor uso y que nos permitía visualizar más fácil la

programación como lo indicamos en el siguiente cuadro:

PROGRAMA	DESARROLLADOR	CUALIDAD	REFERENCIAS
Micro station Generative Components	Bentley System	Aplicación dirigida a arquitectura digital (con miras a construir físicamente), parametrización gráfica tipo grafos	ARUP architects, KPF, Foster and partners, Grimshaw, NBBJ
Maya (MEL)	Autodesk	MEL (Maya embebido lenguaje) paquete propio de programación. Posibilidades son las más potentes del mercado. Nivel avanzado dificultad	Karl Chu y otros investigadores de algoritmos genéticos en arquitectura. ZAHA HADID
Rhinoceros (Software scripting)	McNeel	Scripting basado en lenguaje visual Basic. Nivel intermedio y elevado de programación	Zaha Hadid, Greg Lynn, Marcos Novak, Frank Ghery, Calatrava, entre otros
Grasshopper (plugin para Rhino)	McNeel	Diseño paramétrico-cualitativo y gráfico tipo diagramas de flujo, pero también con soporte scripting. Nivel de programación es más intuitivo, pero sin restar sus posibilidades.	Talleres de arquitectura y programación en escuelas de todo el mundo: desde la AA de Londres hasta Sudamérica
ParaCloud GEM plugin para varios programas (Sketchup, Rhino, entre otros)	ParaCloud	Plugin Multiplataforma. Paramétrico sin secuencias de comandos. Scripting y trabajo en base a mesh. Nivel intermedio	SAKAIRI, Tatsuya, MAD architects, SOM architects, SANGHOON

Fig. IV. 7. Tipos de programas .
Fuente: Autor

Como podemos observar, en el cuadro anterior existen en la actualidad un sin número de programas que se basan principalmente en el uso en los principios algorítmicos, siendo prioritario entender el pensamiento algorítmico para poder discutir sobre los sistemas paramétricos; para ello podemos decir que los algoritmos tienen la capacidad de resolver una amplia gama de problemas computacionales en base a tres instrucciones básicas: la secuencia, selección e iteración.

El diseño paramétrico es una subcategoría del diseño algorítmico, por lo tanto se basa en una construcción algorítmica operando sobre parámetros y por tanto convirtiéndose en el

principal componente del sistema a crearse; además, hace hincapié en la manipulación explícita y directa de los parámetros con el fin de inducir un cambio en el diseño de la geometría durante el proceso de diseño.

Posterior al análisis de los diferentes programas y a los antecedentes mencionados se optó en esta ocasión por el Rhinoceros + Grasshopper, software desarrollado por Robert McNeel & Associates, que hace posible la modelación en 3d de manera intuitiva y con total precisión, utilizando curvas, mesh, nurbs y cuerpos sólidos sin límite de complejidad, grado o escala. En el 2003 integra RhinoScripting que es un proceso de programación integrado en el mismo software, convirtiéndolo en uno de los más utilizados por su adaptación al diseño como por su compatibilidad con la mayoría de los software comerciales, su interface permite manipular elementos en 2d y 3d e integrar herramientas CAM y CAE haciendo un espacio frente a otros programas muy potentes y revolucionarios.

Ventajas

- Código abierto para insertar plugins.
- Compatibilidad con CAD /CAE /CAM / “BIM”.
- Genera formas orgánicas.
- Ayuda a la producción digital.
- Es versátil y fácil de utilizar.

Desventajas

- Un programa con muchas aplicaciones, lo que conlleva a conocerlo a fondo para potencializar su uso.
- No es un muy conocido en muchos lugares.
- Tiene una tendencia más a procesos que son comunes para todos los diseñadores industriales y no para otras ramas.

Conjuntamente con Rhino y siendo parte de este encontramos a Grasshopper; es un plugin integrado en el 2008, que está orientado al diseño paramétrico, el cual funciona como un editor de algoritmos genéticos, completamente integrados al entorno de trabajo de Rhino, y a

diferencia de otros no necesita experiencia en programación o scripting (en un inicio), gracias a su programación visual, permitiendo crear diseños a partir de componentes generadores. El entorno de programación visual o gráfica que posee ha incorporado gran parte de los comandos y funcionalidades de Rhinoceros, además, utiliza a este como entorno de visualización, de manera que podemos ver en tiempo real nuestro sistema creado en Grasshopper en Rhino.

Estas herramientas de diseño operan con datos y geometrías de manera intuitiva, capaz de encadenar una sucesión de comandos e instrucciones con entradas y salidas que pueden ser geometrías o datos como resultados. Por lo tanto, esta manera de operar el diseño aporta gran flexibilidad de cara a manipular grandes cantidades de datos o variables en el espacio y el tiempo, pero para el que no está acostumbrado a este tipo de interfaz y forma de trabajar en su inicio condiciona enormemente la manera de trabajar.

Ventajas

- Soporta código abierto de plugins.
- Optimización de tiempo.
- Producción digital.
- Creación de herramientas personalizadas (Chido Studio).

Desventajas

- Pareciera desvincularse del ejercicio de diseño constructivo que le confiere particularidades de arte a la construcción arquitectónica.
- No trabaja con componentes relacionados con lo arquitectónico, sino que uno tiene que armar el sistema, para encontrar la solución.
- Se necesita como inicio conocimientos de programación para optimizar el programa.

Seleccionando el programa a utilizar, continuamos con el proceso, encontrando en esta primera instancia la dificultad de romper los esquemas tradicionales tanto de los profesores como de los alumnos, pero al transcurrir los días y meses en la investigación los estudiantes se fueron involucrando más y con ello nuevos e importantes aportes individuales.

Lastimosamente nos encontramos con otro factor en contra que los alumnos solo se los podían desarrollar sus actividades el ciclo académico (6 meses) y luego rotaban a otros proyectos, esto trajo efectivamente muchos retrasos teniendo que nuevamente enseñar a los nuevos estudiantes todo el proceso. Sin embargo, con todas estas dificultades encontradas en el proceso, esta primera fase se desarrolló de la siguiente manera:

- Un día a la semana se realizaba una clase-taller donde nos reuníamos todos y exponíamos lo desarrollado en la semana.
- A los alumnos de niveles superiores se les asignó un grupo de trabajo y eran quienes se encargaban de vigilar los procesos a los alumnos de ciclos inferiores, realizándose una especie de pirámide de actividades.
- Por tiempo e infraestructura, a los alumnos el primer día de la semana se les enviaba temas para buscar la información y el día del taller exponían sus avances.
- En cuanto al programa se buscaban tutoriales básicos para iniciar el estudio del programa.

De estas aproximaciones desarrolladas se obtuvieron dos grandes resultados:

1. Una base teórica o marco teórico referencial para entender los conceptos y metodologías a utilizar.
2. Una base tutorial del programa seleccionado para realizar ejercicios básicos.

Obtenida esta base teórica pasamos a un segundo puntó, la práctica con los mismos alumnos de G.P. (Denominado: Taller interno).

Taller Interno: Práctica

Seleccionado el programa por las prestaciones para el estudio se procedió a realizar ejercicios prácticos, con el fin de constatar el cumplimiento de los conceptos básicos adquiridos en la primera etapa. Aquí es importante recalcar que el grupo de trabajo se basó en el auto aprendizaje y el conocimiento amateur, desarrollándose ejercicios en base a tutoriales bajados

de Internet, siendo esta la clave para comenzar el taller basado en la innovación.

En nuestra primera práctica hemos realizado una prueba para descubrir cómo trabaja el programa, para ello los objetivos se plantean en un nivel básico: Conocer el interfaz y tener una perspectiva más completa de su utilización dentro del campo de investigación. Sin embargo, primero trataremos de utilizarlo dentro de la geometría descriptiva para resolver algunos problemas básicos de intersecciones de planos y volúmenes, así como el estudio de figuras en tres dimensiones que son esenciales para el modelado de objetos. Resolviendo algunos ejercicio procedimos a la resolución de las superficies a través de las verdaderas magnitudes como se enuncia a continuación.



Fig. IV. 8. Taller Interno UTPL
Fuente: Autor

Ejercicio 1: Resolución de superficies en verdadera magnitud.

Uno de los primeros ejercicios dentro de la investigación, fue la obtención de magnitudes reales de objetos, ya que esto nos permitiría posteriormente su construcción. Comenzamos diseñando una superficie curva para que el proceso de resolución sea más complejo, además a esta superficie le sustraemos algunos volúmenes para su construcción. Con ello comprobamos que el Rhinoceros y Grasshopper son programas que nos permiten obtener este tipo de resultados

de todo objeto diseñado; es por ello que al utilizar el componente de este programa los resultados fueron exitosos, comprobando así que es posible su diseño y construcción, sin importar su complejidad.

Ejercicio 2: Rotación e intersección de elementos.

Este ejercicio se basa en utilizar principios de diseño básico: rotación, traslación, dirección, planos seriados, continuidad y torsión, convirtiéndose en fundamentales para la experimentación inicial. Al mismo tiempo, el objetivo es ya no hacerlo de la forma convencional en Rhinoceros sino utilizar Grasshopper para que el diseño sea netamente paramétrico; es decir, vamos a diseñar el sistema para que genere nuestro producto; la gran ventaja es que nos permitió manipular ciertas intenciones del diseño arquitectónico sin tener que repetirlo desde su inicio.

Este prototipo parte de una elipse la misma que va a ser la base para su aspecto formal general. Como requerimos un cierto número de pisos realizamos un proceso de seriado para crear una proyección en altura; cada elipse se convierte en un piso de nuestro diseño, mediante un proceso de rotación y torsión podemos darle la dirección adecuada de cada elemento que lo compone, además se generó superficies de elipse a elipse a través de puntos y líneas, sin perder su idea principal cada superficie se adapta de una manera muy exacta a sus pisos superiores creando una intersección entre ellos.

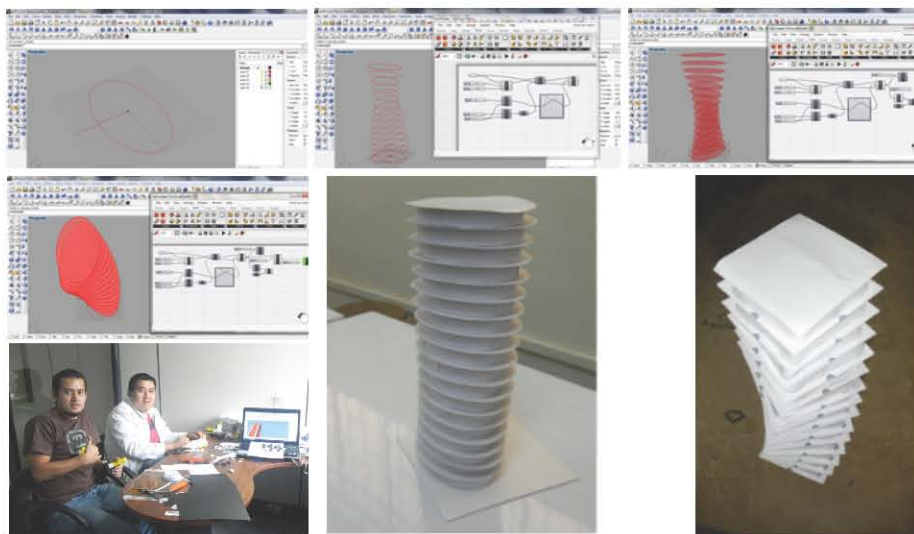


Fig. IV. 9. Taller inicial- G.P. , modificación de sistema

Ejercicio 3: Pasarela.

El generar espacios urbanos de calidad es una de las formas más directas de hacer agradable la permanencia de las personas en determinado lugar, es de aquí de, donde nace esta idea: hacer agradable la permanencia en el sitio con la elección del concepto en base a elementos que se encuentren en el sitio. En este caso se utiliza la analogía de la hojas de árboles, la misma que se la utilizará de almacén cumpliendo la función de proteger y de crear la forma de torsión de la pasarela logrando que el transeúnte sienta que está en un lugar en el cual el diseño interactúa con él.

Para generar la pasarela partimos diseñando todo desde Grasshopper, iniciando por la estructura interna que son las disposiciones cuadradas, las mismas que están en el interior del diseño; desde ahí ya planteamos la rotación y la torsión adecuada para que el diseño cumpla con la ergonomía adecuada; esto es posible al comienzo o al final del proyecto ya que el programa nos ayuda para modificar y cambiar parámetros de cada elemento que se encuentre en el diseño, sin alterar a los que no se desee modificar.



Fig. IV. 10. Taller inicial- G.P. , estructura y sistema en Grasshopper, proceso de pasarela.

Ejercicio 4: Simetría aplicada a superficies.

Este ejercicio se lo ha concebido bajo el concepto de simetría, utilizado desde las primeras épocas de la historia, recordando a personajes tan reconocidos como Palladio y Vitruvio. Para introducirnos a generar este diseño es necesario conocer cada tipo de simetría existente y cada una de las diversas formas de proyectarla.

Después de este análisis, hemos utilizado módulos propuestos por Palladio, para seguidamente, diseñar una piel para un edificio, que consiste en formas que son simétricas, además de su comportamiento frente a la rotación, traslación y reflexión. A este módulo se lo ha transcrito en Rhino como una geometría, para luego introducirla al Grasshopper y modificar sus dimensiones. Después de este proceso es importante que todo el diseño esté bien definido, para a continuación convertir nuevamente estas formas en geometrías y tratar de desarrollarlas en verdaderas magnitudes y proceder a su fabricación.



Fig. IV. 11. Taller inicial- G.P. , la tecnología permitió acelerar el proceso.
Fuente: Autor.

Fabricación

Es la fase con la que concluye el proceso de investigación, el mismo que pretende realizar la fabricación de los diseños generados en el proceso paramétrico. Ciertamente, en nuestra universidad a estas alturas de la investigación no contábamos todavía con máquinas CAM Y CNC de ningún tipo, por lo que el estudiante tuvo que realizar un corte manual del material y otros grupos utilizaron servicios que daban ciertas empresas en la ciudad.

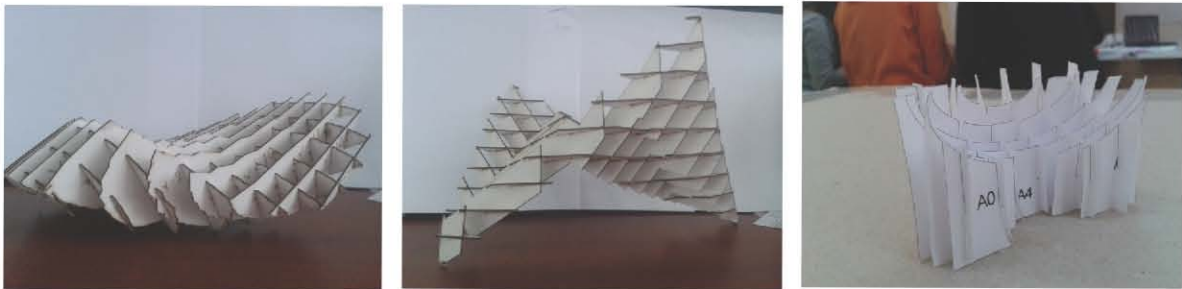


Fig. IV. 12. Taller- G.P. , desarrollo de piezas - Waffles.
Fuente: Autor

Ventajas y desventajas

Después de haber finalizado la experimentación, es necesario declarar algunas ventajas y desventajas que se detectaron.

Ventajas:

- El estudiante se involucra en procesos diferentes a los convencionales.
- Aprenden a realizar investigaciones.
- Al resolver un problema mediante parámetros es más fácil su modificación sin tener que

volver a sus estado inicial.

- La construcción de maquetas es mucho más rápido y fácil, al desdoblar las superficies en verdadera magnitud se observa mejores resultados.
- La precisión del diseño paramétrico es una característica para generar geometrías complejas.

Desventajas:

- Muchos estudiantes no presentan un gran interés al tema porque no encuentran en su inicio una aplicación a los proyectos.
- No existe mucha información para el buen desenvolvimiento en el uso del programa.
- En nuestro medio no existen personas con capacitación adecuada.
- Al querer generar diseños diferentes, se vuelve complicado ya que se necesita conocimientos más avanzados de script.
- En relación al grupo de trabajo con G.P., no se mantiene un proceso continuo de investigación



Fig. IV. 13. Enseñanza del diseño paramétrico, aulas de taller de diseño básico en la UTPL.

Fuente: Autor

4. Bitácora

De los resultados obtenidos en la aproximación con los alumnos de Gestión Productiva, se consolidó dicha información en bitácoras que fueron realizadas clase a clase, y que van ser utilizadas en el quinto punto de la investigación, que es su aplicación en los talleres de diseño básico.

5. *Aplicación en talleres de Diseño Básico I y II.*

Después de haber realizado la primera instancia comprendida en el campo teórico-investigativo y experimentado el diseño paramétrico con nuevas herramientas tecnológicas digitales en el Departamento de Arquitectura y sus aplicaciones con los alumnos de G.P., ahora, es necesario para la investigación y obtener resultados aplicar dichos conocimientos en los talleres de diseño básico, para lo cual se desarrolló de la siguiente manera:



Fig. IV. 14. Enseñanza del diseño paramétrico, aulas de taller de Diseño Básico en la UTPL.
Fuente: Autor

Clase teórica

La clase como habíamos experimentado ya, tiene por objeto enseñar a los estudiantes los fundamentos teóricos del parametricismo, para que puedan adquirir los conocimientos que les permitan resolver problemas de diseño, sin embargo, también lograremos dar el primer paso para constatar su viabilidad de ejecución a futuro en la Titulación de Arquitectura como un componente complementario.

Antes de iniciar clases, se planteó una metodología base, la misma que será aplicada en el tiempo de dos horas semanales durante todo el ciclo, y con un total de tres paralelos. No obstante, los docentes dictarán sus clases con el método tradicional durante las dos primeras horas y las dos horas siguientes se llevaba a cabo el taller planteado (semanales), con el fin de involucrar a lo estudiantes al uso y aplicación de medios digitales y a conceptos básicos de diseño aprendidos, es así que, comenzamos con un proceso piloto clase a clase y que nos pueda llevar a determinar su inclusión posterior; estos datos que voy a presentar a continuación son resultado de la bitácora realizada en cada clase:

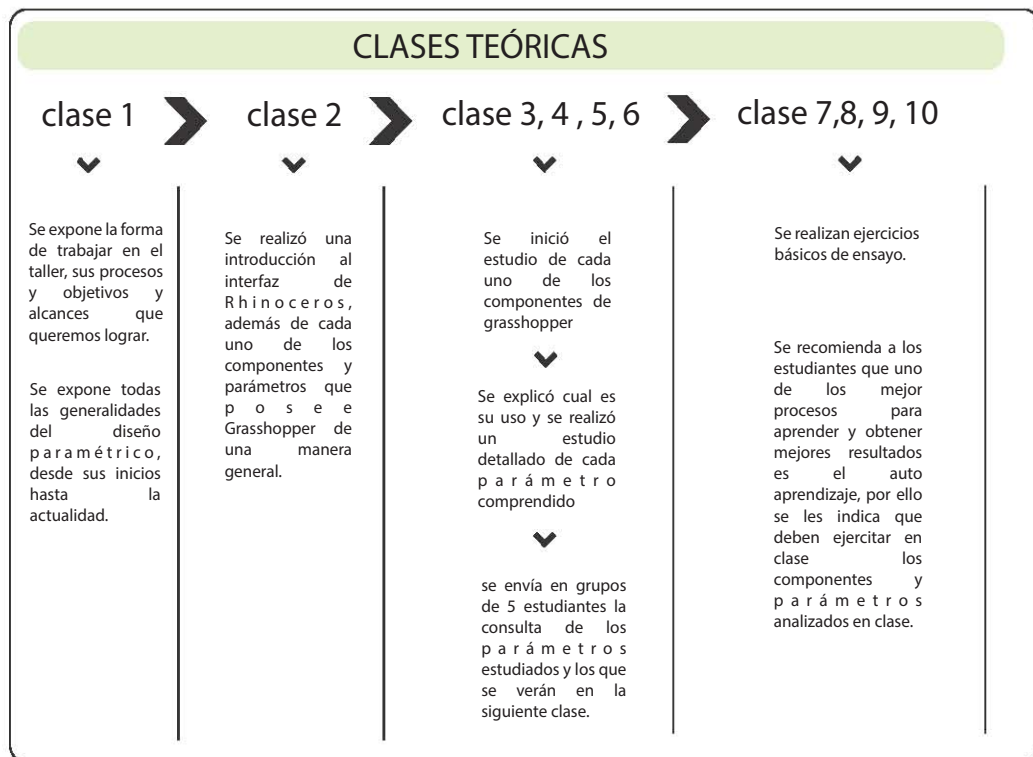


Fig. IV. 15. Proceso de clases: enseñanza- aprendizaje- Clase Teórica
Fuente: Autor

Al ser un tema nuevo para la mayoría es necesario que el estudiante vaya adquiriendo la habilidad en la búsqueda de sus propias soluciones a problemas puntuales, es así que, después de las clases teóricas dadas, es preciso comenzar a trabajar ya en temas en el taller de diseño básico, optado en nuestro caso por la elaboración de proyectos iniciales con conceptos de diseño básico en 3D: selección módulos, planos seriados, estructuras de pared; para ello se trabajó en varios ejercicios entre los que podemos mencionar: modulación en planos (perforaciones), planos seriados, rotación, estos a nivel de prototipo (maquetas) y por finalizar un trabajo a escala 1:1 donde se demuestre no solo la utilización del programa, conceptos, sino también el uso de materiales.

Teniendo en consideración lo enunciado anteriormente, se procedió a la ejecución del taller práctico. Considerando los conceptos de auto aprendizaje y amateur analizados en la primera instancia; para un mejor desenvolvimiento de los alumnos se entregó por parte del tutor los sistemas ya realizados por los ayudantes de cátedra, para que a partir de ello los alumnos pudieran ir desarrollando sus destrezas frente a cada problema planteado. En tal sentido pasamos a la práctica, lo cual se muestra un resumen en el siguiente figura.

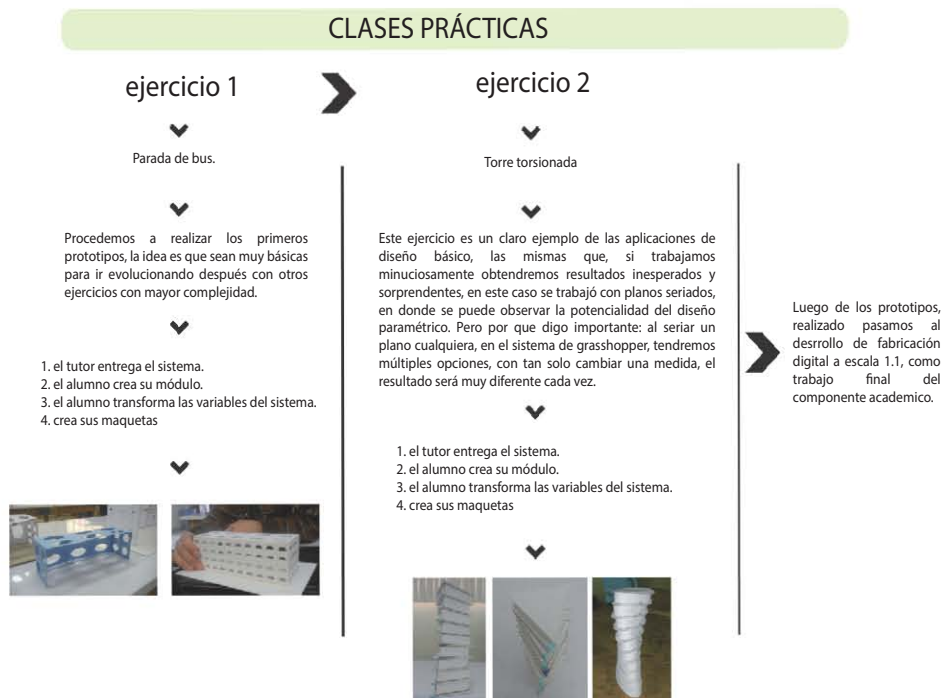


Fig. IV. 16. Esquema de Clases - Trabajo práctico.
Fuente: Autor

Posterior al desarrollo de las clases , tutorías y de generación de prototipos a tipo maquetas o a escalas pequeñas, es prioritario a esta altura que, los estudiantes concluyan sus conocimientos y aprendizajes en un proyecto con magnitudes reales, estamos hablando a escala 1:1. Para ello se procederá de la misma manera: primero, la entrega de un sistema ya creado, para que puedan manipularlo, y después la impresión en papel para desarrollar una maqueta a escala (prototipo). El estudiante podrá entender el resultado y permitir hacer los estudios y ensayos hasta llegar a una propuesta más óptima, para luego de este proceso construirlos a escala 1:1 con el material seleccionado por ellos mismos.

Para este taller se propone desarrollar un ejercicio con uso real al trabajo desarrollado en las clases teóricas como prácticas. Es así que la idea inicial es generar una envolvente para ubicar en el paso peatonal elevado ubicado en el campus de la Universidad Técnica Particular de Loja. Lo interesante que va a surgir de esta actividad es que se tendrá que realizar una maqueta a escala 1:1 la misma que una vez terminada se ubicará en dicho lugar.

Para dar inicio a esta actividad lo primero es realizar el levantamiento de la pasarela, ir al lugar y constatar que las dimensiones sean las correctas, observar las actividades que se desarrollaban y los aspectos ambientales como: soleamiento, efectos visuales, sombras, ventilación, transparencia, etc. Luego, en la siguiente clase, es generar bocetos y alternativas generando un concepto, que ayudará a encaminar el proyecto a un diseño específico.

Una vez obtenido el diseño fue necesario crear el sistema por el tutor, la idea es que este sistema esté desarrollado, pero con la diferencia que ahora los componentes y parámetros estarán desconectados y con ello el estudiante tendrá el reto de resolver el sistema para dar la solución.

Este trabajo fue diseñado para trabajar en grupos de 5 personas, cada uno tenía que presentar un avance sobre lo que habían realizado en el sistema enviado, además se especificaron revisiones ayudando a despejar todas las inquietudes que se habían generado, incluso algunos estudiantes habían avanzado muy bien al punto que solo tenían uno o dos errores de conexión de datos en los componentes. Si vemos el lado opuesto, otros grupos habían tenido mayores

dificultades notándose deficiencia en el desarrollo del sistema. A continuación se expuso la solución a todos los grupos, quedando así desarrollado por completo el sistema.

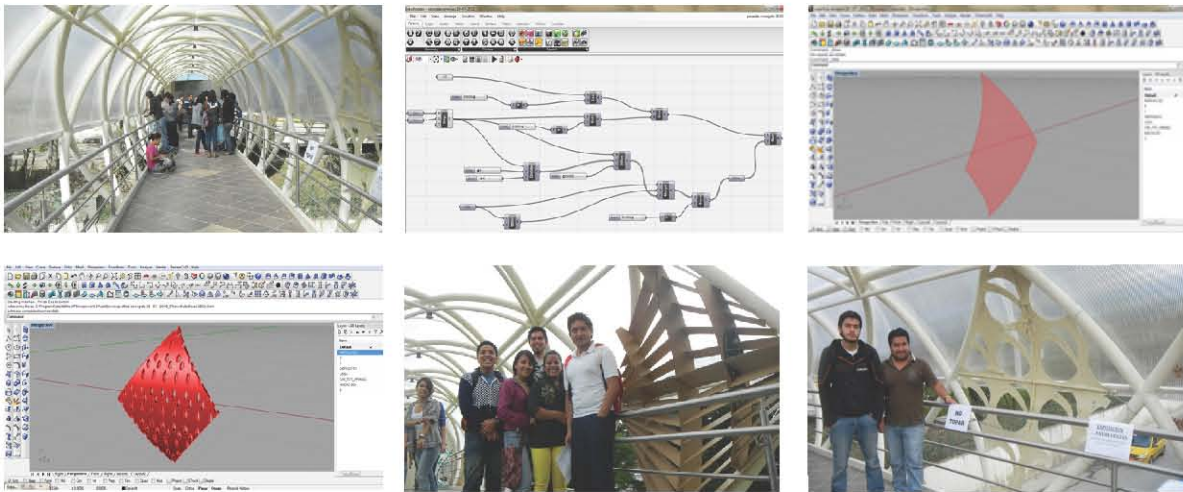


Fig. IV. 17. Pasarela a intervenir, campus UTPL. Proceso de sistema.
Fuente: Autor.

El día de la exposición, los estudiantes ubicaron sus envolturas con anterioridad, logrando convertir a este paso peatonal en un lugar de exposición. Cada grupo expuso ante sus compañeros su trabajo, esto ayudó para comparar sus ideas. Al final de la exposición los estudiantes muy animados y convencidos de los conocimientos que habían obtenido en este taller, fueron felicitados por sus esfuerzos para que sigan avanzando en la utilización de este tipo de herramientas que no hacen otra cosa más que ayudar en el fortalecimiento de su enseñanza.



Fig. IV. 18. Prácticas básicas en clase.
Fuente: Autor.

Ventajas y desventajas

En el transcurso del taller de diseño paramétrico dictado a los estudiantes de Diseño Básico I y II, se pudo identificar lo siguiente:

Ventajas:

- Existe en todos los estudiantes una buena predisposición para aprender el diseño paramétrico.
- El utilizar herramientas paramétricas, estamos ayudando a fortalecer los conocimientos básicos de diseño.
- Se dan pautas metodológicas, las mismas que los estudiantes toman como inicio para su futura investigación.
- Los estudiantes ven aumentada su creatividad, ya que pueden manipular los parámetros hasta llegar a resultados que no se imaginó el estudiante.

Desventajas:

- No existe una infraestructura adecuada; muchas veces los estudiantes no poseen asientos cómodos, instalaciones eléctricas para sus laptops y áreas de maquetería.
- En las maquetas desarrolladas a escala real, se genera un margen de error, por la razón de que, el proceso es manual, no existen herramientas CAM que nos arrojen precisión en el corte.
- Algunos estudiantes no logran alcanzar el nivel necesario para dominar las herramientas paramétricas propuestas, por lo que hacen trampa utilizando programas que ellos dominan, los cuales les permiten hacer un diseño estático, y este no es el objetivo.
- El diseño paramétrico al no ser un tema conocido, conlleva en el estudiante más dificultad para aprenderlo.



Fig. IV. 19. Galería, imágenes grupales finales de los estudiantes de Diseño Básico II.
Fuente: Autor

Luego de realizado el taller se genero una encuesta, la misma que estuvo encaminada a determinar las conclusiones del taller realizado, seguramente esto nos ayudará a potencializar las condiciones necesarias para la propuesta metodológica adecuada como aporte a la Titulación de Arquitectura.

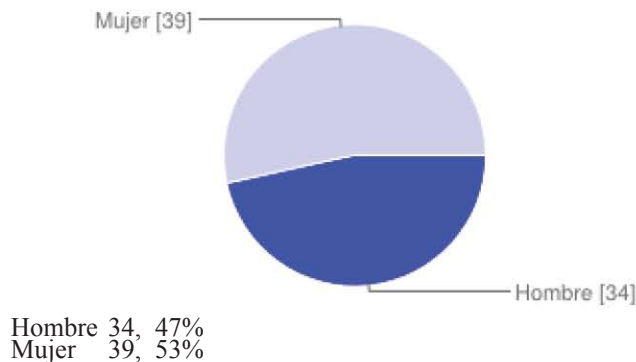
Resumen de encuestas realizadas a los estudiantes de Diseño Basico I, II, y Gestión Productiva que recibieron el taller

A. Datos personales

Nombres de los estudiantes encuestados:

Yulissa Milton Valdéz, John Parra, Ana Cristina Celi, Germania Cuenca Cinthya, Andrés Alex Brito, Cristhian Calva Celi, Bryan Valladarez, Liliana Chuquimarca, Yossey Sánchez, Johanna Cartuche, María Isabel Evelin Roblez, Yuliana Armijos, Jefferson Condoy, Sulay Angelica Rivera Suescun, María Belén Piedra, Edwin Patricio Moreno Estrada, Leodan Cruz, Jenny Palacios, Jimmy Sinchire, Gabriela Solano, Irvin Encalada, Karen Daniela Briceño Tacuri, Cecibel González, Juan Pablo Granda, Gaona Gina Capa, Bryan Andres, Imaicela Toledo Christopher, Manuel Yaguana Garcia, Fausto Andres Lara, karen jaramillo, Jhusep Miguel, Angel Rivera Zaruma, Priscila Jaramillo, Kely Armijos, Natazha Gabrieika Cango Jimenez, Pablo Pasaca Mendoza, Thalia Jhonny Zhigue, Jessica Peña, Maria Dolores Cevallos Bravo, Madeleyne Guazha Herrera, Israel Palacios Ivan Jiménez, Esteban Rodríguez, Adriana Criollo, Ana María Burneo, Ronald Jadan, Johana Pucha, Michael Castillo, Andrés Días, Luis Salinas, Andrés R. Cuenca Cevallos, Sandra Benitez Marshury, Jessica Padilla, Daniel Aguirre, Andrés Arévalo, Romero José, Armando Paucar Ríos, Eduardo Carrión, José Pablo Loaiza Torres, Katherine Meza, Cindy Carolina, Morocho López, Merci Cueva, Verónica Rojas

1. Sexo



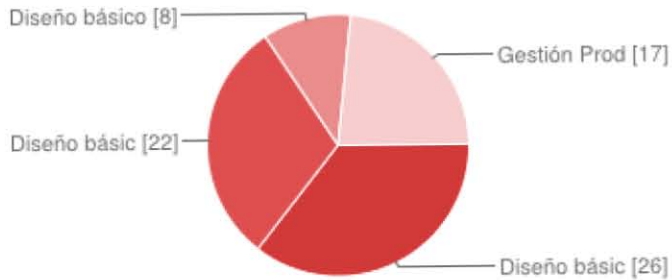
B. Datos académicos

2. Ciclo que cursa actualmente:

Primer ciclo	0,	0%
Segundo ciclo	0,	0%
Tercer ciclo	0,	0%

Cuarto ciclo	1,	1%
Quinto ciclo	1,	1%
Sexto ciclo	29,	40%
Séptimo ciclo	0,	0%
Octavo ciclo	31,	42%
Noveno ciclo	0,	0%
Décimo ciclo	11,	15%

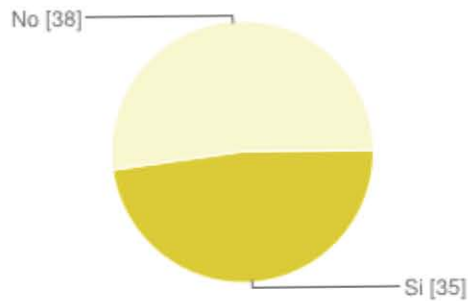
3. ¿En qué componente recibió el taller de Diseño Paramétrico?



Diseño Básico I	26,	36%
Diseño Básico II	22,	30%
Diseño Básico I y II	8,	11%
Gestión Productiva	17,	23%

C. Parte I

4. ¿Usted considera que los docentes de la Titulación de Arquitectura de la UTPL están actualizados en tecnologías digitales?

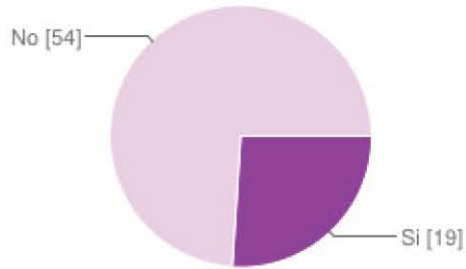


Si	35,	48%
No	38,	52%

5. ¿Qué herramientas digitales utiliza usted para generar sus Proyectos Arquitectónicos?

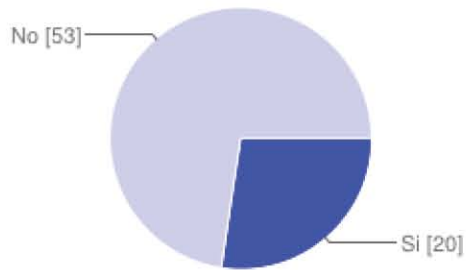
AutoCAD	72,	35%
Revit	21,	10%
ArchiCAD	24,	12%
Sketchup	55,	27%
3Dmax	21,	10%
Rhinoceros	7,	3%
Otro	5,	2%

6. ¿Usted conocía sobre diseño paramétrico?



Si 19, 26%
No 54, 74%

7. ¿Dentro de la Titulación de Arquitectura se le enseña nuevos procesos de diseño y fabricación digital para materializar ideas complejas de diseño?

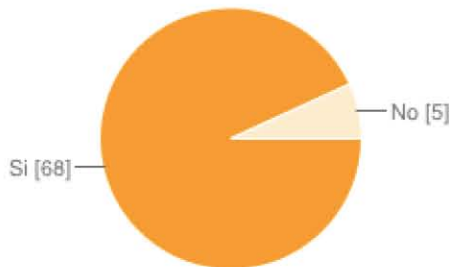


Si 20, 27%
No 53, 73%

D. Parte II

D.1 Sobre la metodología

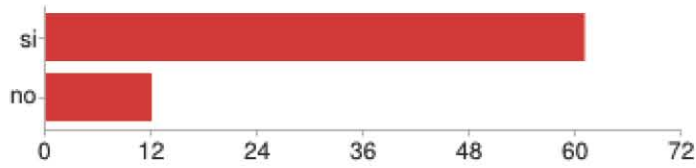
8. ¿El taller de diseño paramétrico reforzó su formación académica en el componente de Diseño Básico?



Si 68, 93%
No 5, 7%

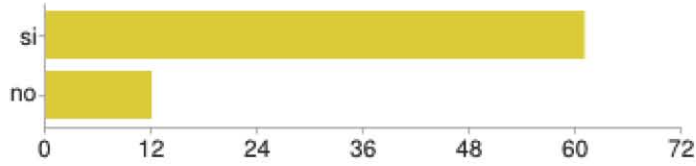
8.1 De acuerdo a los siguientes items, especifique en qué sí le reforzó y en qué no:

8.1.1. Ayudó a comprender los conceptos básicos de diseño



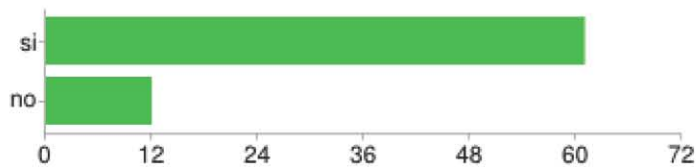
Si 61, 84%
No 12, 16%

8.1.2. Obtuvo varias soluciones de diseño a partir de pocas ideas iniciales



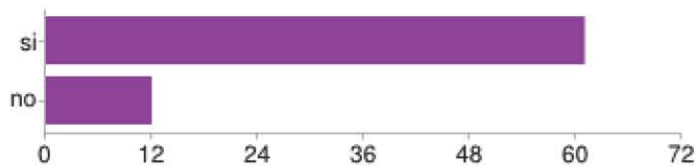
Si 61, 84%
No 12, 16%

8.1.3. Fortaleció la creatividad en el diseño



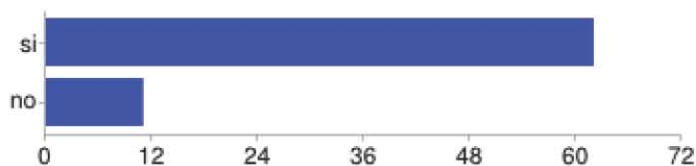
Si 61, 84%
No 12, 16%

8.1.4. Resolvió procesos complejos difíciles de realizar manualmente



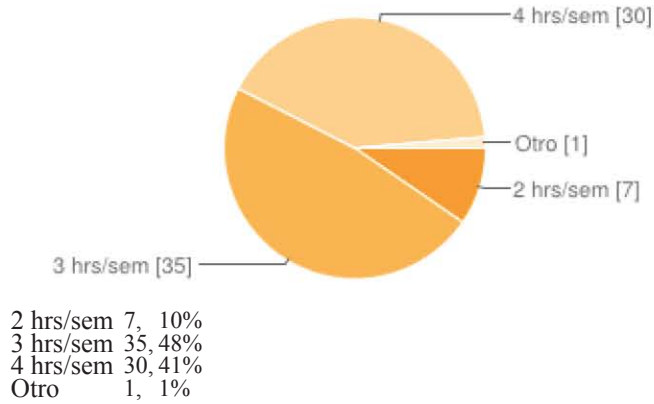
Si 61, 84%
No 12, 16%

8.1.5. Permitted fabricating prototypes quickly

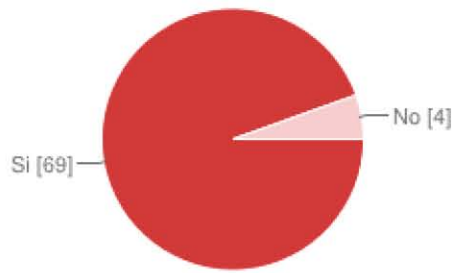


Si 62, 85%
No 11, 15%

9. Después de haber recibido el taller ¿Cuántas horas cree que deberían ser las óptimas para lograr su correcto aprendizaje?



10. ¿Cree usted que este taller sirve para fortalecer los componentes de la Titulación de Arquitectura?



Si 69, 95%
No 4, 5%

10.1 Si su respuesta anterior es positiva ¿Qué componentes académicos piensa usted que se verían beneficiados?

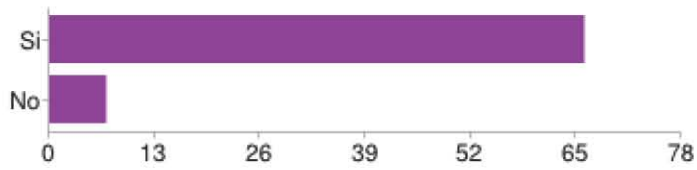
Diseño Básico	60, 37%
Talleres de proyectos	52, 32%
Geometría descriptiva	36, 22%
Urbanismo	13, 8%
Otro	0, 0%

11. Según su criterio ¿Cuál cree que es la forma más eficaz de aprender el diseño paramétrico?

Autoaprendizaje (Tutoriales, videos, libros, otros.)	3, 4%
Clases con profesores	51, 70%
Talleres y seminarios (Workshop)	19, 26%
Otro	0, 0%

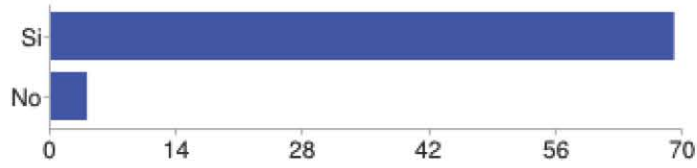
12. Respecto a la enseñanza por parte de los tutores, seleccione el ítem que SÍ se cumplió o en el que no:

12.1 Se dio a entender



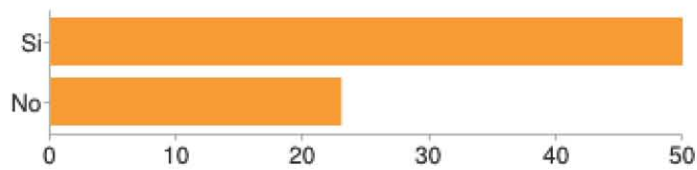
Si 66, 90%
No 7, 10%

12.2. Resolvió preguntas e inquietudes:



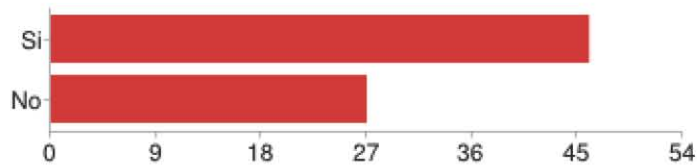
Si 69, 95%
No 4, 5%

12.3. Dominó el tema



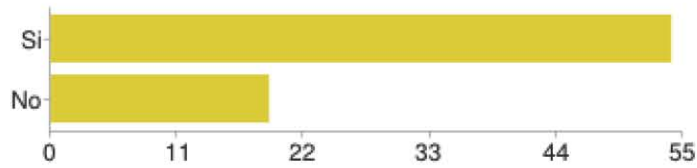
Si 50, 68%
No 23, 32%

12.4 Explicó pausadamente:



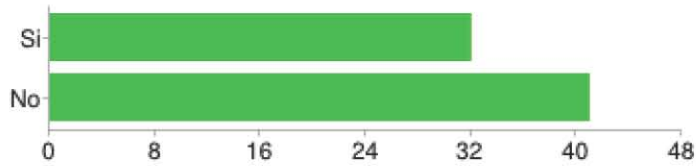
Si 46, 63%
No 27, 37%

12.5. Utilizó una buena metodología



Si 54, 74%
No 19, 26%

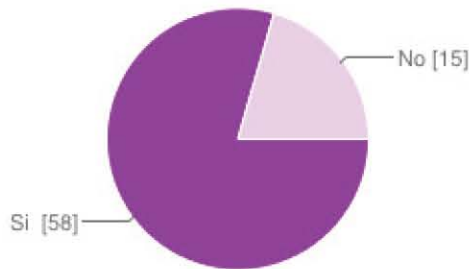
12.6. Brindó acceso a bibliografía.



Si 32, 44%
 No 41, 56%

D.2 Sobre el software utilizado

13. El software generó dificultad al usarlo?

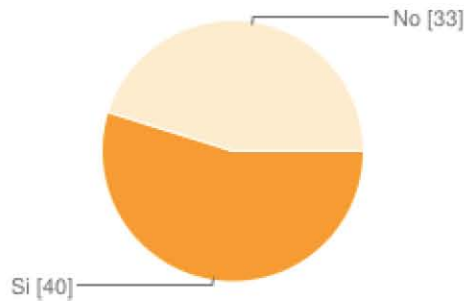


Si 58, 79%
 No 15, 21%

13.1 Si su respuesta anterior es positiva ¿Cuáles fueron las dificultades?

El transformar un diseño manual al lenguaje paramétrico	34, 21%
Su interfaz	21, 13%
La manipulación de los parámetros	25, 16%
El desconocimiento de componentes	42, 26%
Las conexiones	28, 18%
Le dificulta entender ejercicios resueltos por otros autores	10, 6%
Otro	0, 0%

14. ¿El software utilizado ha generado interés en usted para seguirlo investigando?



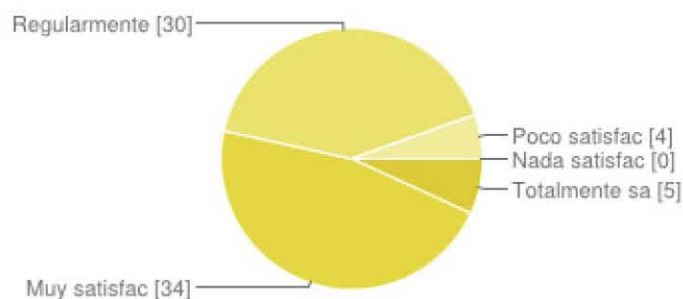
Si 40, 55%
 No 33, 45%

14.1 Si su respuesta es negativa ¿Cuál cree que es la causa para su poca utilización?

Por ser un proceso tedioso y complicado	13, 25%
Es difícil aprenderlo	16, 31%
No le ve una aplicación en el medio	9, 18%
Es necesario conocimientos de programación	6, 12%
Prefiere otros software	7, 14%
Otro	0, 0%

D.3 Sobre los ejercicios propuestos

15. ¿Cuál es su valoración respecto a los ejercicios planteados en el taller?

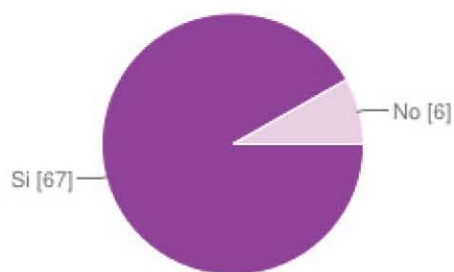


Totalmente satisfactorio	5,	7%
Muy satisfactorio	34,	47%
Regularmente satisfactorio	30,	41%
Poco satisfactorio	4,	5%
Nada satisfactorio	0,	0%

16. ¿Qué fortalezas considera usted que se adquieren al diseñar a través de parámetros?

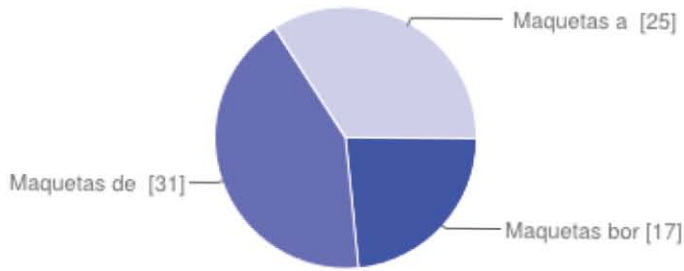
Control de todo el modelo en tiempo real	43,	14%
Precisión en el diseño	57,	18%
Desarrollo rápido de sus diseños	37,	12%
Mejora la calidad de los diseños	23,	7%
Aumenta la creatividad del estudiante	37,	12%
Optimiza el diseño	36,	12%
Mejora la elaboración de arquitectura no convencional	36,	12%
Es fácil lograr múltiples variaciones de diseño en un mismo modelo	40,	13%
Otro	1,	0%

17. ¿Considera usted que al experimentar con nuevas tecnologías se innovará en el diseño?



Si	67,	92%
No	6,	8%

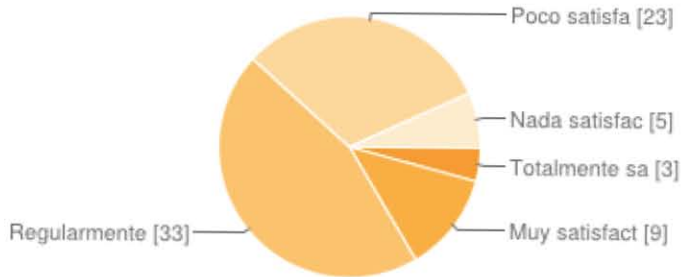
18. Durante el proceso de fabricación ¿En qué maquetas detectó mayor complejidad?



Maquetas borrador	17, 23%
Maquetas de presentación	31, 42%
Maquetas a escala 1:1	25, 34%

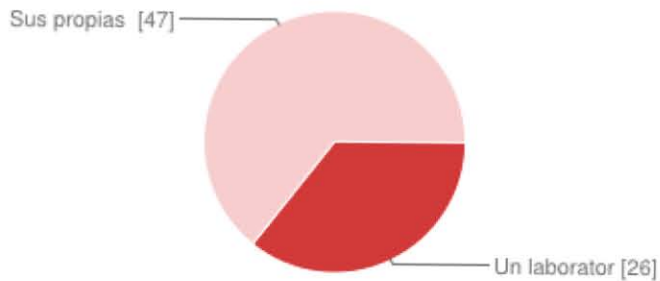
D.4 Sobre la infraestructura

19. Valore las condiciones físicas del aula en las que recibió el taller:



Totalmente satisfactorio	3, 4%
Muy satisfactorio	9, 12%
Regularmente satisfactorio	33, 45%
Poco satisfactorio	23, 32%
Nada satisfactorio	5, 7%

20. Respecto a los equipos (computadoras) con los que se trabajó, usted prefiere utilizar:

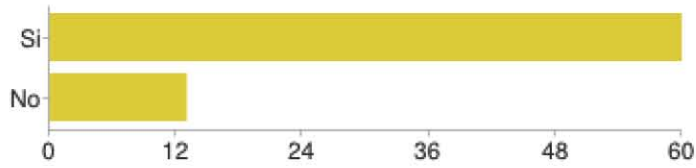


Un laboratorio de cómputo	26, 36%
Sus propias computadoras	47, 64%

Parte III

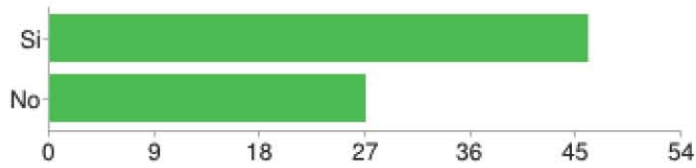
21. ¿Los nuevos procesos de diseño y construcción desarrollados con el parametricismo le permitieron:

21.1. Explorar proyectos de mayor complejidad.



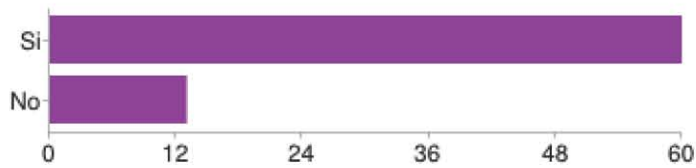
Si 60, 82%
No 13, 18%

21.2. Explorar proyectos de fácil generación



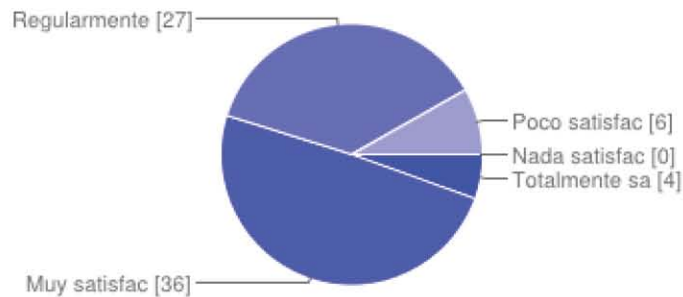
Si 46, 63%
No 27, 37%

21.3. Aumentar la creatividad:



Si 60, 82%
No 13, 18%

22. Su grado de satisfacción final del taller es:



Totalmente satisfactorio	4,	5%
Muy satisfactorio	36,	49%
Regularmente satisfactorio	27,	37%
Poco satisfactorio	6,	8%
Nada satisfactorio	0,	0%

Conclusiones

- El diseño paramétrico y la metodología con herramientas digitales permite al estudiante experimentar nuevos resultados, optimizar las soluciones y fabricar sus respuestas.
- Las aplicaciones del diseño paramétrico en los talleres ha permitido que los alumnos vayan reaccionando de manera progresiva durante el proceso.
- Se debería realizar nuevos talleres donde se realicen ejercicios paramétricos, esto ayudará a que el estudiante pueda seguir involucrándose en generar arquitectura de una forma innovadora.
- Se debe utilizar al parametricismo como una forma de dar soluciones a problemas complejos, y no como una herramienta para generar arquitectura que esté fuera de contexto y sin una función específica.



Fig. IV. 20. Fotos estudiantes de G.P. (Taller inicial)
Fuente: Autor

PARTE 5

***PAUTAS DE DISEÑO COMO MATERIAL
EDUCATIVO PARA TALLERES DE DISEÑO
BÁSICO EN ARQUITECTURA A PARTIR
DEL USO SE SISTEMAS GENERATIVOS
Y TECNOLOGÍAS DIGITALES
(PARAMÉTRICO AVANZADAS)***

En los capítulos anteriores se ha podido observar puntos importantes de los sistemas generativos (S.G.): Diseño Paramétrico (D.P) y las Arquitecturas Evolutivas (A.E), haciendo visible una perspectiva de su potencialidad, ventajas y desventajas frente a los requerimientos a nivel académico. De todo esto se desprende que los arquitectos y diseñadores que estamos inmersos en el área creativa debemos cambiar nuestra forma de generar arquitectura y actualizarnos tanto en el uso como en la aplicación de las tecnologías digitales (T.D) y métodos de diseño alternativos, para posteriormente transmitirlos a los alumnos con el objetivo de fortalecer su proceso de formación. Además de contribuir a la innovación de proyectos urbano-arquitectónicos respondiendo a requerimientos medio-ambientes, sociales y a una optimización integral en su fabricación.

De estas consideraciones mencionadas y a las experiencias desarrolladas a nivel de estudiantes en los talleres de Diseño Básico I, II y G.P., en la Titulación de Arquitectura de la Universidad Técnica Particular de Loja, se presenta a continuación bases que permitan a los profesionales y estudiantes ir incorporando estos conceptos a sus procesos de diseño sin perder de vista los métodos y herramientas tradicionales utilizados, como su réplica en cualquier escuela de Arquitectura y de Diseño que pretenda incursionar estos procesos y que al mismo tiempo mantengan limitaciones físicas, económicas y de conocimientos de estas metodologías presentadas.

Este proceso de enseñanza y aprendizaje del diseño paramétrico que expongo está desarrollado de acuerdo al siguiente

esquema:

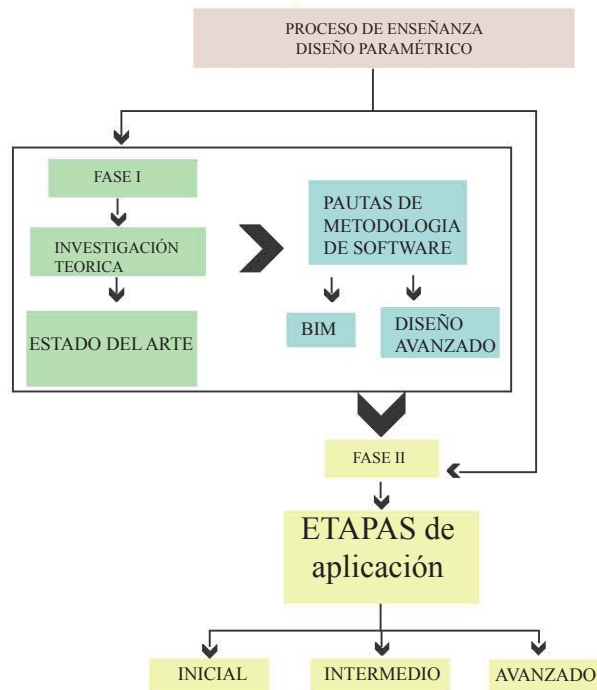


Fig. V. 1. Proceso de diseño paramétrico y su enseñanza

Fuente: Autor.

Donde:

La Fase I hará posible que un diseñador pueda introducirse en los aspectos teóricos así como las pautas para la utilización de los programas (software) seleccionados. Una vez determinado y comprendido estos dos puntos pasamos a la segunda Fase II, la cual está encaminada a las metodología y su aplicación de acuerdo a las condiciones de los alumnos, para ello se ha sub-dividido en tres grandes etapas para su aplicación: inicial, intermedio y avanzado.

Con la experiencia realizada y tomando en consideración los resultados de la encuesta, es preciso dar a conocer que por la actualidad del tema en el campo académico es importante que pueda ser incorporado a la malla académica desde los primeros años de estudio, como un componente académico de tipo Complementario u Optativo.

Para el desarrollo del componente académico a proponer, se tomará en consideración el sistema de créditos, el cual se utilizan para la elaboración de planes académicos y su relación

con las horas a trabajar en nuestra universidad. Además, para fortalecer el número de créditos y sus respectivas horas voy a utilizar como referencia el número de horas que los alumnos proponen en la encuesta, el cual es de tres horas.

En la Universidad Técnica Particular de Loja, la carga académica para cada componente está generado a través de las siguiente regla:

1 crédito = 32 horas, repartidas de la siguiente manera:

50% horas clase y 50% horas extra-clase.

Además las sesiones de trabajo estará conformada en 16 semanas al semestre.

Por lo tanto, por el tiempo de trabajo analizado se propone el componente académico con tres créditos, en este orden de ideas expongo el siguiente cuadro donde se muestra el proceso de desarrollo de los créditos en relación a las horas de trabajo.

Componente complementaria	Número de créditos	Horas cada/crédito	Total horas	Numero de semanas al semestre	Horas		TOTAL Horas a la semana	Nro de semanas	total horas /bimestre	Horas		
					Presencial 50%	Extraclase 50%				Presencial 50%	Extraclase 50%	
Diseño paramétrico inicial	3 C	32 hrs.	96 hrs.	16 (8 semanas por bimestre)	I Bimestre	3	3	6	8	48	24	24
					I Bimestre	3	3	6	8	48	24	24
									sub total horas	48	48	
									total horas /semestre	96		

Fig. V. 2. Cuadro de horas y créditos, según la disposición UTPL.
Fuente: Autor

Tendiendo en cuenta las consideraciones presentadas en las líneas anteriores, procedo a describir cada una de las fases propuestas:

Fase I



Reconociendo las debilidades que tienen muchas escuelas de Arquitectura (incluida la nuestra) en la incursión de metodologías alternativas, y en el caso puntual el diseño paramétrico, he considerado de gran importancia un involucramiento de diferentes actores: sociedad universidad, escuelas de Arquitectura, profesores, estudiantes, luego de ello se necesita una

fase investigativa para poder entender y conocer de manera general por donde debe comenzar a trabajar con estas herramientas y conceptos. La clasificación de estas herramientas digitales también forman parte de esta fase; en este punto, el diseñador puede conocer de forma general los tipos de programas existentes para su posterior selección.

A su vez voy a dividir la fase I en dos áreas de estudio para permitir el mejor desenvolvimiento de la misma: La investigación teórica y la segunda la propuesta de pautas para el manejo de los software seleccionados, esto permitirá tener una dimensión más de su aporte.

Investigación teórica, estado del arte

El diseñador que se involucre en este proceso tiene indudablemente que actualizarse en el tema, debiendo buscar información en bibliotecas físicas y/o virtuales, artículos divulgativos como científicos (por la actualidad del tema), revistas, libros enviados por el profesor. Esta información va a permitir conocer los inicios del diseño paramétrico, su utilización y aplicación hasta la actualidad, así como proyectos que se han desarrollado mediante estos procesos de diseño y sus referentes. Finalmente, es necesario realizar un análisis integral para **deducir su incorporación en el campo** profesional y su vinculación con la sociedad.

Conocidos los referentes, conceptos y demás temas de interés de los S.G - D.P, es preciso determinar las herramientas tecnológicas disponibles en el mercado (analizar las comerciales como las libres). Reconociendo que en el mercado existe una gran cantidad de programas que se pueden utilizar para desarrollar el diseño paramétrico, es preciso analizar aquellos que permitan ligar el desarrollo paramétrico y se ajuste a cada una de las necesidades del diseñador y el que dé mejores beneficios, esto hace que no exista una receta a dar, pero en relación a los programas a utilizar, voy a exponer una breve clasificación de los programas de acuerdo a su utilización. Para una mejor distribución de los mismos he dividido en dos grupos por sus cualidades, usos y aplicaciones paramétricas: primero los denominados “BIM” y en segundo los

modeladores de “Diseño Avanzado”, estos por el uso de una mayor programación.

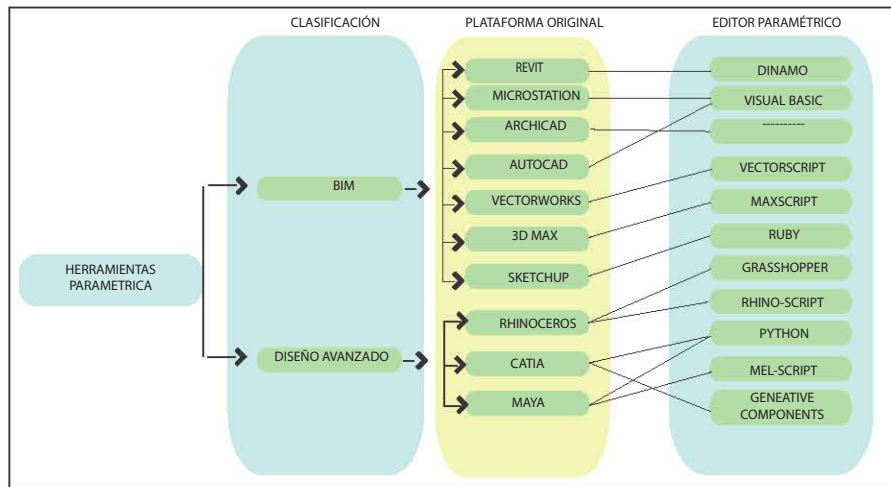


Fig. V. 3. Clasificación del software paramétrico.
Fuente: Autor

Conociendo la potencialidad de cada software, es necesario seleccionar el que le permita: Insertar nuevos plugin, ser compatible con otros programas, mejorar la producción o fabricación digital, asistir en todo el proceso de diseño, optimizar el tiempo y recursos, personalizar sus herramientas, ser asequible en costos. Además, hay que sumarle a las anteriores que sí existe un software libre con las mismas prestaciones que los comerciales. En tal sentido se recomienda: instruirse en su uso, mediante tutoriales o información que permita su correcto aprendizaje. (Cursos, talleres, seminarios, y/o auto educación con ejercicios bajados de la Internet.)

Pautas de diseño con herramientas paramétricas aplicadas al diseño generativo.

Luego de las experiencias recolectadas con los alumnos de Arquitectura y en especial con los de diseño básico, se va a determinar pautas generales para desarrollar proyectos a base BIM y en especial a base de diseño avanzado, siendo este último el de nuestro interés, el mismo que puede ser replicado, pero todo depende nuevamente de las condiciones reales de cada escuela o facultad.

BIM

Ahora bien, si usted selecciona un software BIM, es necesario recordarle que la mayoría de los elementos y componentes arquitectónicos que han sido pre-diseñados por terceros, lo que le permite cambiar los parámetros de dichos elementos, además es posible generar diseños de gran complejidad. El proceso que se sigue para realizar un diseño arquitectónico se representa en el siguiente esquema:

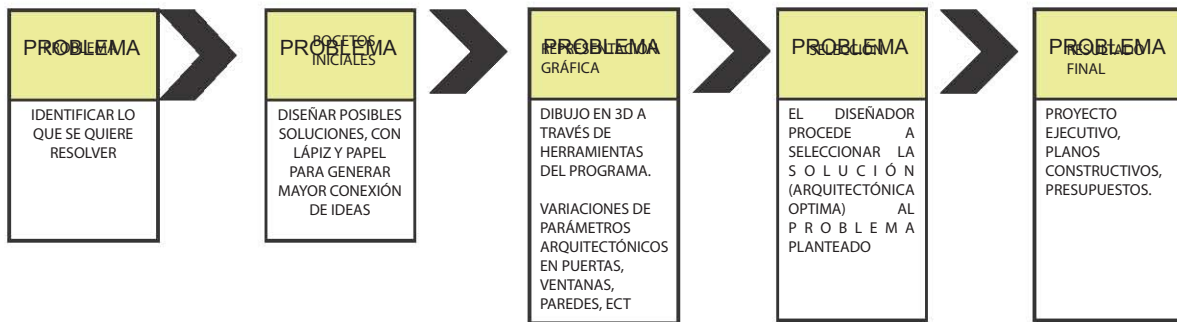


Fig. V. 4. Proceso de diseño con BIM.
Fuente: Autor

Proceso de diseño avanzado (modeladores)

A diferencia de lo antes expuesto, los programas de diseño a quienes los voy a nombrar avanzado, son programas

diseño generativo diseño paramétrico

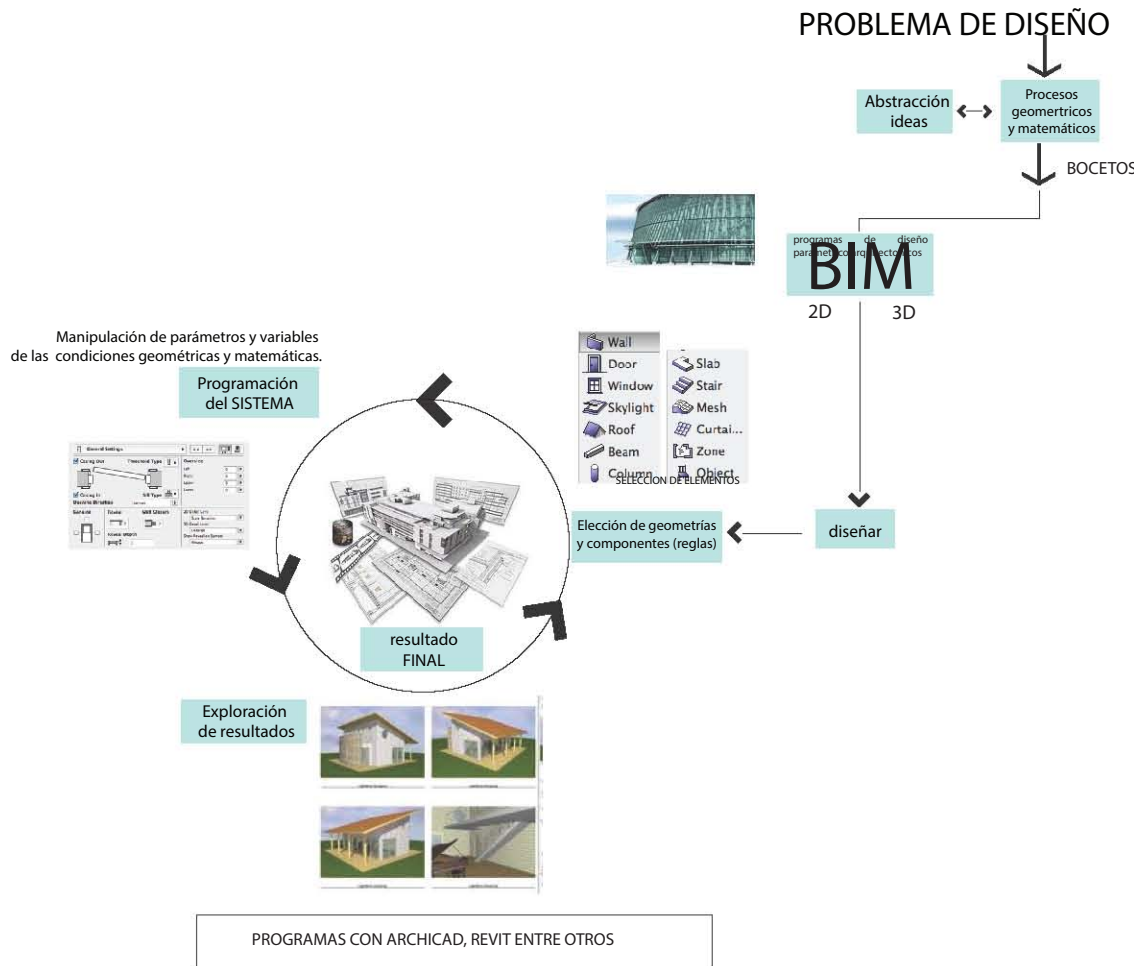


Fig. V. 5. Proceso de diseño paramétrico BIM
Fuente: Autor.

de modelado con una programación visual que permiten que los no expertos puedan acceder a ellos haciendo posible utilizarlos dentro del diseño con implicaciones de complejidad (paramétricos, orgánico-evolutivos). Por todo lo dicho, a continuación expongo unas pautas para su desarrollo, los mismos que van a permitir resolver un problema de diseño mediante el uso y aplicación de herramientas paramétricas

a v a n z a d a s :



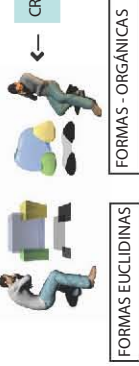
Fig. V. 6 Proceso de Diseño Paramétrico Avanzado.
Fuente: Autor.

diseño generativo diseño paramétrico

PROBLEMA DE DISEÑO

Abstracción ideas ↔ Procesos geométricos y matemáticos.

BOCETOS



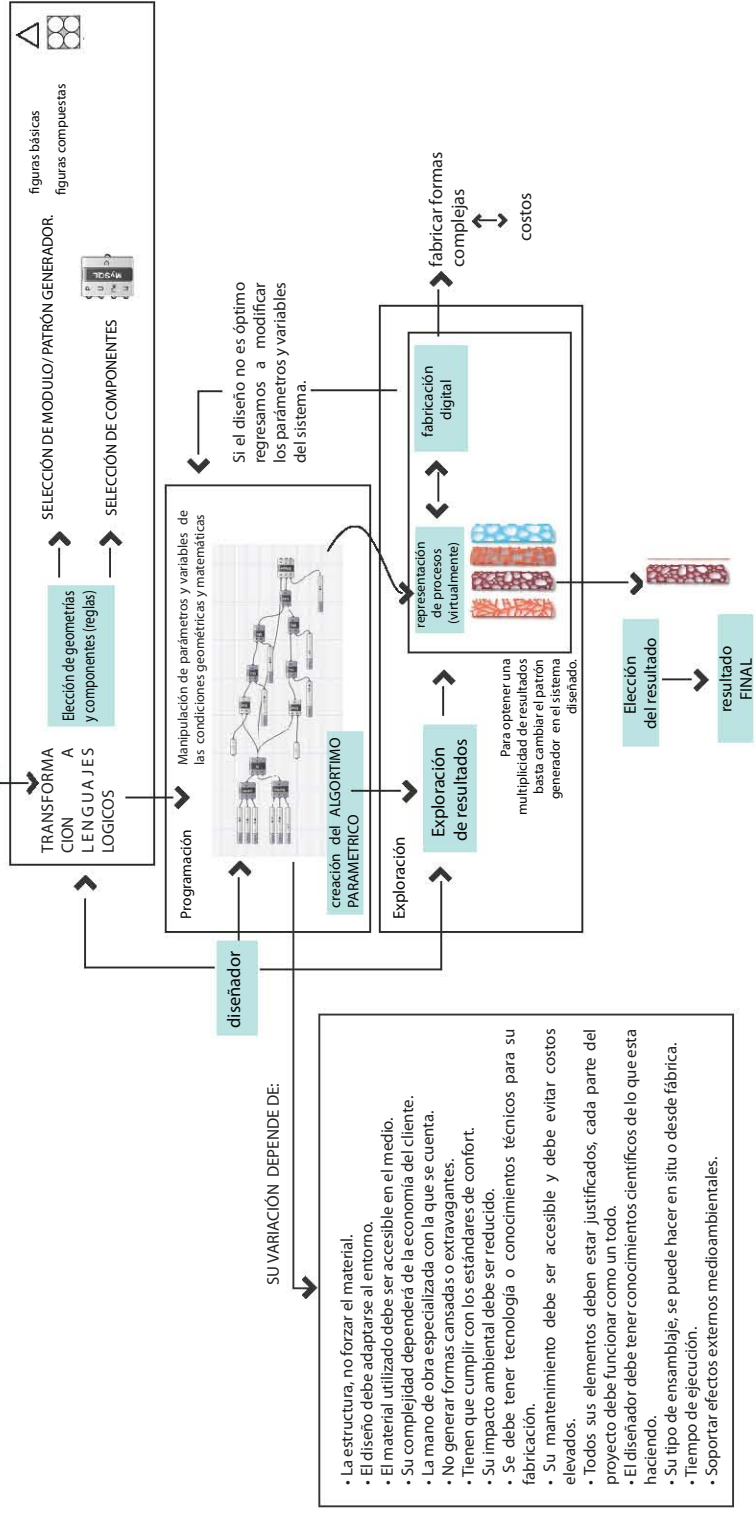
FORMAS - ORGÁNICAS

FORMAS EUCLIDIANAS

CREATIVIDAD



Software de modelado tipo avanzado en 3D Y DISEÑO GENERATIVO



SU VARIACIÓN DEPENDE DE:

- La estructura, no forzar el material.
- El diseño debe adaptarse al entorno.
- El material utilizado debe ser accesible en el medio.
- Su complejidad dependerá de la economía del cliente.
- La mano de obra especializada con la que se cuenta.
- No generar formas cansadas o extravagantes.
- Tienen que cumplir con los estándares de confort.
- Su impacto ambiental debe ser reducido.
- Se debe tener tecnología o conocimientos técnicos para su fabricación.
- Su mantenimiento debe ser accesible y debe evitar costos elevados.
- Todos sus elementos deben estar justificados, cada parte del proyecto debe funcionar como un todo.
- El diseñador debe tener conocimientos científicos de lo que está haciendo.
- Su tipo de ensamble, se puede hacer in situ o desde fábrica.
- Tiempo de ejecución.
- Soportar efectos externos medioambientales.

Fase II

Posterior al desarrollo en la primera fase y la experimentación con los alumnos de taller de Diseño Básico I , II y alumnos de G.P., de la Titulación de Arquitectura de la UTPL, se mostrará pautas para el uso del diseño con herramientas digitales y paramétricas en varios niveles de conocimiento, pero para ello debemos romper ciertos esquemas tradicionales y estar a la par de la vanguardia tecnológica a cualquier escala lo que le permitirá satisfacer las necesidades y las exigencias de la sociedad cambiante de nuestra época. Además, hay que tener en cuenta que en cierto punto del proceso académico como profesional uno necesita salir de ese espacio de confort de su forma de trabajo y propuestas arquitectónicas, para proponer diseños con nuevos conceptos; por lo tanto, es evidente, entonces, que si no existe la capacidad y predisposición para generarlos, difícilmente se innovará en el diseño y construcción.

Lo mencionado en las líneas anteriores es lo que nos va a llevar a reforzar las diferentes metodologías y herramientas existentes en los talleres de diseño actuales. En tal sentido y reconociendo indudablemente de las limitaciones que se han señalado en la aproximación con los alumnos de taller de diseño y sumándole en este momento el bajo o nulo conocimiento al uso de la programación en todos los niveles de la Titulación de Arquitectura planteo tres puntos a tomar en consideración para esta segunda fase, la misma que está determinada de la siguiente manera:

1. Dividir la fase II en tres etapas para su aplicación, los mismos que estarán determinados por los conocimientos adquiridos en la malla curricular, como el nivel de grado de complejidad en el desarrollo de los proyectos y su programación, estas etapas son: Etapa inicial, intermedio y avanzado.
2. Para el desarrollo de estas es importante que se generen en forma transversal a los componentes académicos principales de la malla curricular; por ello se propone que sean talleres, seminarios y/o workshop optativos (en nuestro caso como componentes académico

complementario), para que el uso no sea exclusivo solo de los alumnos de la Titulación de Arquitectura sino que puedan incorporarse de otras carreras como artes, civil, comunicación, medicina, electrónica, sistemas, entre otros y para quienes se sientan apegados a favor de generar creatividad con nuevos conceptos y tecnologías.

3. Con el objeto de lograr el aprendizaje del diseño paramétrico voy a tomar como referente el programa Rhinoceros (modelador), el plugin Grasshopper (paramétrico) y Galápagos (algoritmo genético), seleccionados por su fluida interacción con el diseñador, su potencialidad para representar la complejidad del diseño, y su compatibilidad con herramientas CAM y CAE, a esto podemos sumarle la relación de su aplicación con los conceptos utilizados en las materias creativas como por ejemplo Diseño Básico I, Diseño Básico II, Talleres de Proyectos, como materias de Construcción, entre otras. En este punto es muy importante que se seleccione el programa (software), como las máquinas CNC que se ajuste a su contexto y realidad. Voy tomar los requerimientos proporcionado por el Arq. Beno Juárez, presidente de la Asociación FAB LAB Perú:

- Una cortadora láser CNC de 900X600 mm
- Una fresadora CNC de 1200X2400X220 mm
- Una cortadora de vinil de 600 mm
- Una minifresadora de 250X200X55 mm
- Una Impresora 3D 120X120X120mm
- Un escáner Láser.
- Herramientas y materiales de Fabricación.

Desarrollo de pautas para la aplicación en los talleres de arquitectura.

Para el desarrollo voy a especificar a continuación cada una de las etapas de aplicación, en cuatro aspectos:

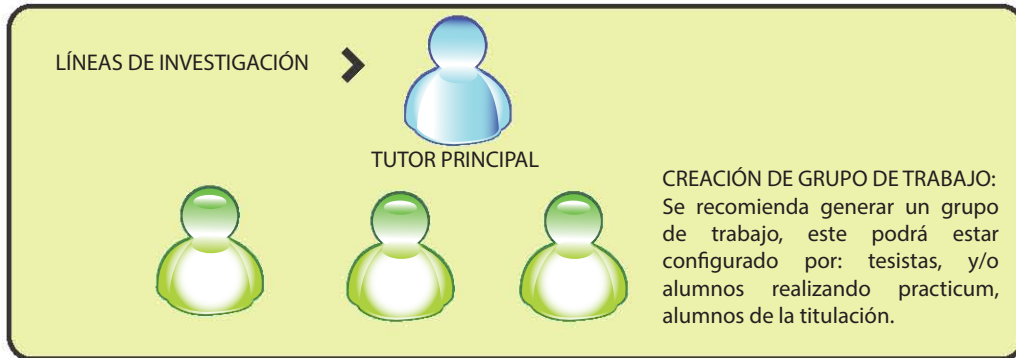
1. Desarrollo de la metodología.
2. Planificación general del componente académico. Estrategias de enseñanza - aprendizaje.
3. Planificación por contenidos.
4. Ejemplo clase-taller y tutorial.



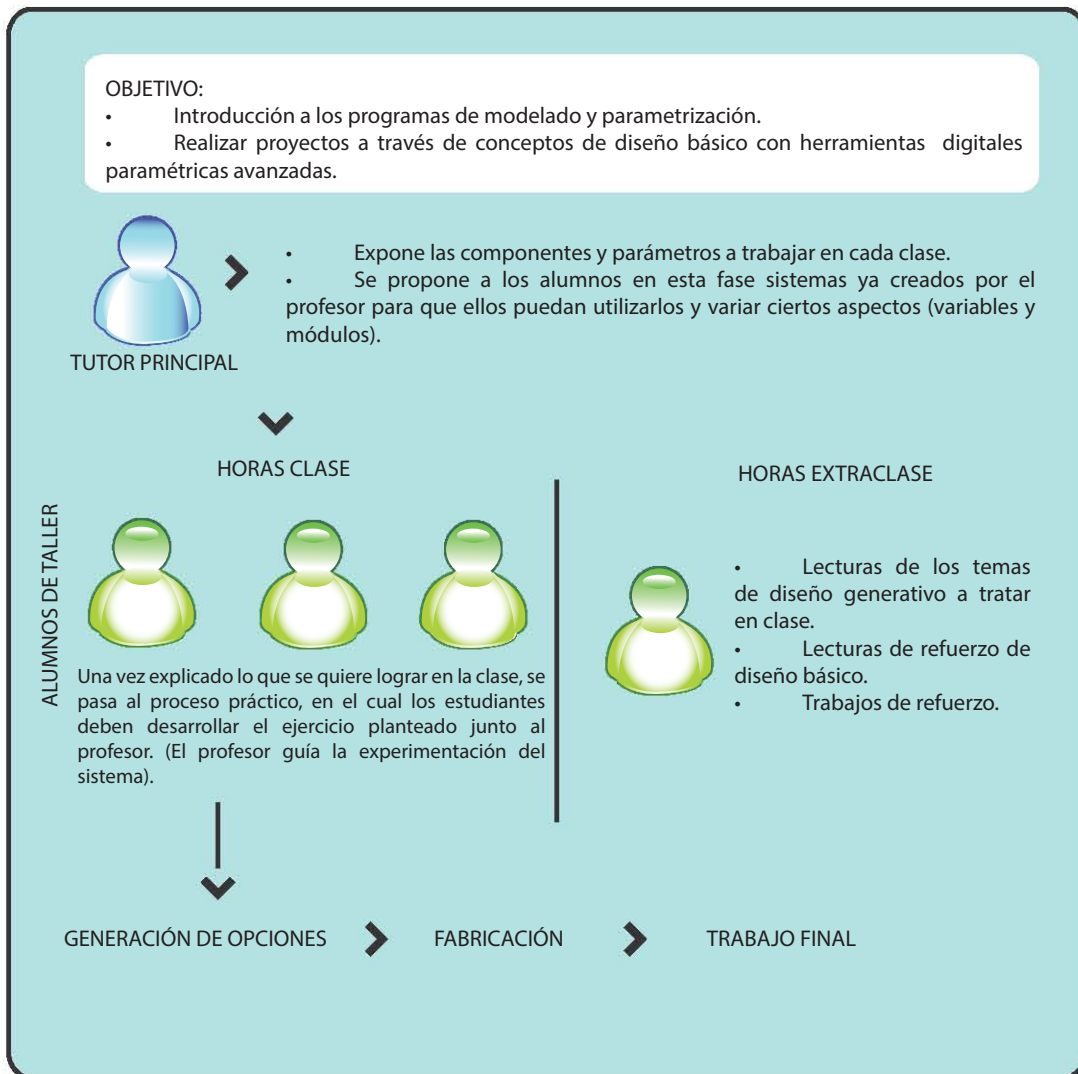
1. NIVEL INICIAL

TALLER inicial - desarrollo de la metodología

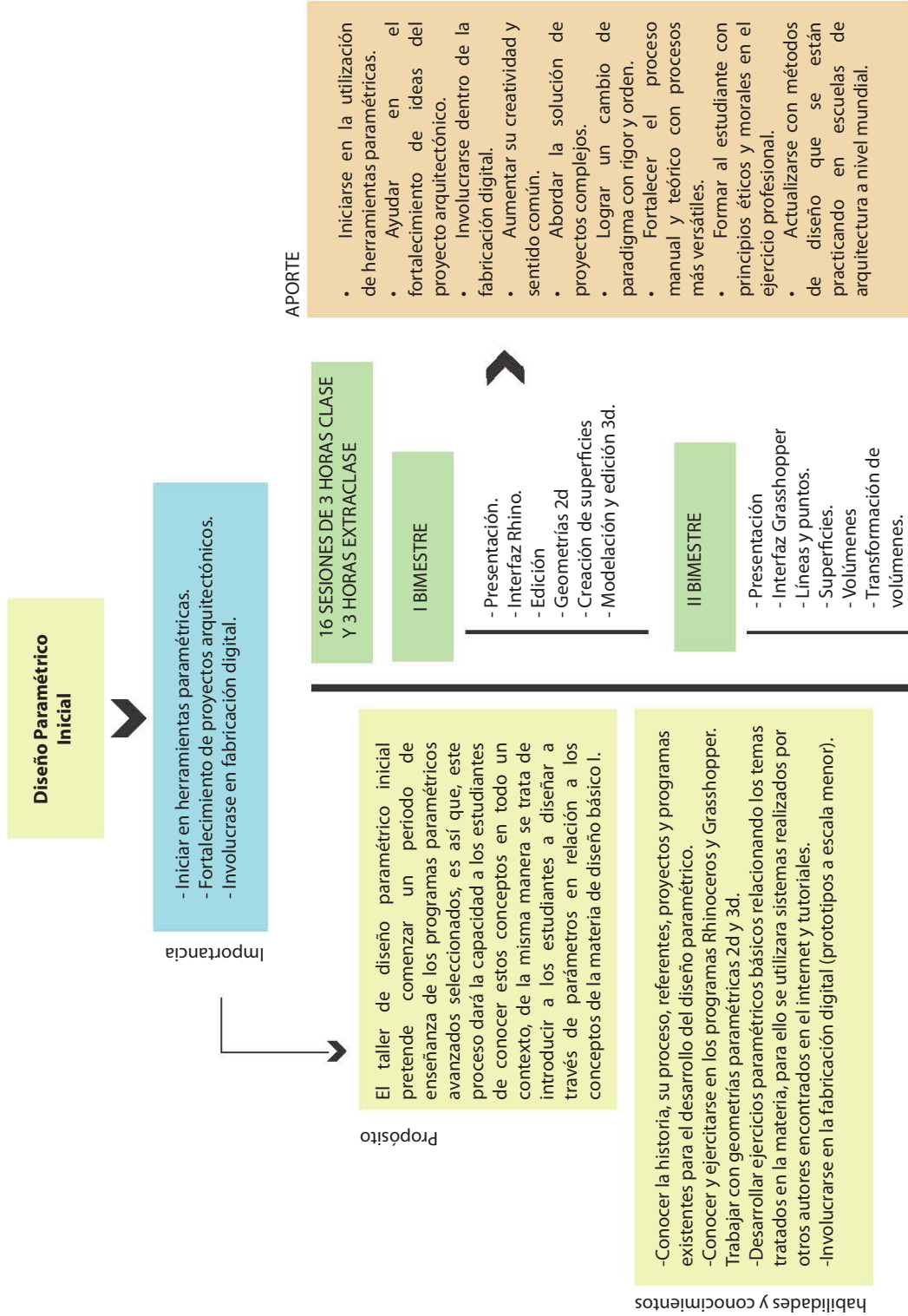
TALLER INICIAL



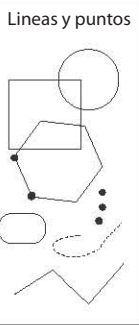





EXPERIMENTACIÓN EN TALLER



TALLER inicial - planificación general del componente académico. Estrategias de enseñanza- aprendizaje

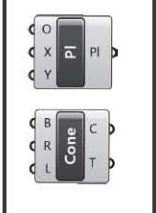





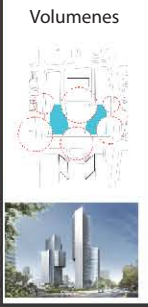
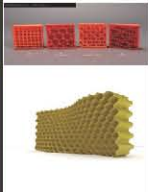
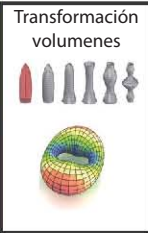
SEMANA	CONTENIDO	ACTIVIDADES PRESENCIALES	ILUSTRACIÓN	TIEMPO	ACTIVIDADES EXTRA CLASE	TIEMPO
SEMANA 1	INTRODUCCIÓN	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presentación de la materia. - Exposición: Tecnología e Informática, motor que mueve las sociedades del Futuro. - Exposición herramientas digitales (BIM Y Avanzados) - Charla Dinámica Alumnos 	 <p>http://www.unex.es/conoce-la-uex/estructura-academica/centros/cumifuturos-estudiantes/doble-grado-en-ingenieria-en-tematica-e-informatica-e-n-tecnologias-de-la-informacion</p>	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar 5 referentes y proyectos contemporáneos de su interés (realizar un ensayo). - Lectura de refuerzo: Revisar en la página oficial de rhino: level 1 training guide and models: (lectura: págs. # 7 a la 96) http://www.Rhino3d.Com/download - Lectura de refuerzo: Págs. #19 a la 25, texto básico (diseño básico) - Seleccionar una obra arquitectónica : Sydney opera house/ Jørn Utzon, U. de Chile 	3h
SEMANA 2	SOFTWARE RHINO: GENERALIDADES 2D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción y conceptos básicos. - La interfaz de Rhinoceros - Creación de geometría (2D). - Modelar con precisión <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dibujo de: puntos, líneas, curvas, círculos, polígonos, otros. - Edición y transformación de geometrías 2d. - Coordinadas - Redibujo de la obra seleccionada. 	<p>Interfaz e iconos</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar el re-dibujo de la obra seleccionada. - Lectura de las págs.# 103 a la 144 del tutorial (level 1 training guide and models) - Lectura de refuerzo: págs.45 a la 172, texto básico (geometría descriptiva aplicada). - Lectura de refuerzo: págs. # 41 a la 48, Fundamentos de Diseño (diseño básico). - Lectura de refuerzo: págs.# 59 a la 116 y las págs.# 315 a la 344, texto básico (diseño básico). 	3h
SEMANA 3	SOFTWARE RHINO: GENERALIDADES 2D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edición de geometría. - Edición de puntos <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Desarrollo de una tensoestructura a partir de puntos y líneas. - Ejercicio 2: Desarrollar un módulo a partir de un concepto y desarrollar una estructura bidimensional para la aplicación del modulo desarrollado. - Ejercicio 3: Redibujo de la obra seleccionada. 	<p>Lineas y puntos</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar redibujo de la obra seleccionada. - Generar un módulo a partir de concepto de diseño y trabajar en una estructura bidimensional como envolvente de fachada de edificio. - Lectura de refuerzo: págs# 171 a la 200 del tutorial (level 1 training guide and models) - Lectura de refuerzo: págs.160 a la 184, texto básico (diseño básico). - Lectura de refuerzo: págs.187 a la 315, texto básico (geometría descriptiva aplicada) 	3h
SEMANA 4	SOFTWARE RHINO: GENERALIDADES 2D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Creación de superficies - Impresión y diseños <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de superficies de diferentes grados de dificultad - Ejercicio: Redibujo de la obra seleccionada 	<p>Superficies</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del trabajo final para la semana 8. - Cubiertas efímeras para espacios urbanos. - Seleccionar un espacio urbano (plaza, parque) - Trabajo de refuerzo: desarrollo de 5 superficies de diferentes grados de dificultad 	3h
SEMANA 5	SOFTWARE RHINO: GENERALIDADES 2D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Creación de superficies nurbs. - Revisión del avance del trabajo del final. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Desarrollar un proyecto "espacio en sombra" para el area urbana seleccionada 	<p>Superficies</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del trabajo final para la semana 8. - Lectura de las págs. # 154 a la 167 del tutorial (Level 1 training guide and models). - Lectura de refuerzo: págs. 237 a la 270, texto básico (diseño básico) - Lectura de refuerzo: págs. #374 a la 397, texto básico (geometría descriptiva aplicada) - Seleccionar un proyecto arquitectónico desarrollado con volúmenes primitivos 	3h
SEMANA 6	SOFTWARE RHINO: GEOMETRIAS 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelado y edición 3D - Creación de geometrías deformables - Modelar con sólidos - Revisión de trabajo final <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de volúmenes primitivos 	<p>Volumenes</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuación del trabajo final - Lectura de refuerzo: págs. # 271 a la 314, texto básico (diseño básico) 	3h

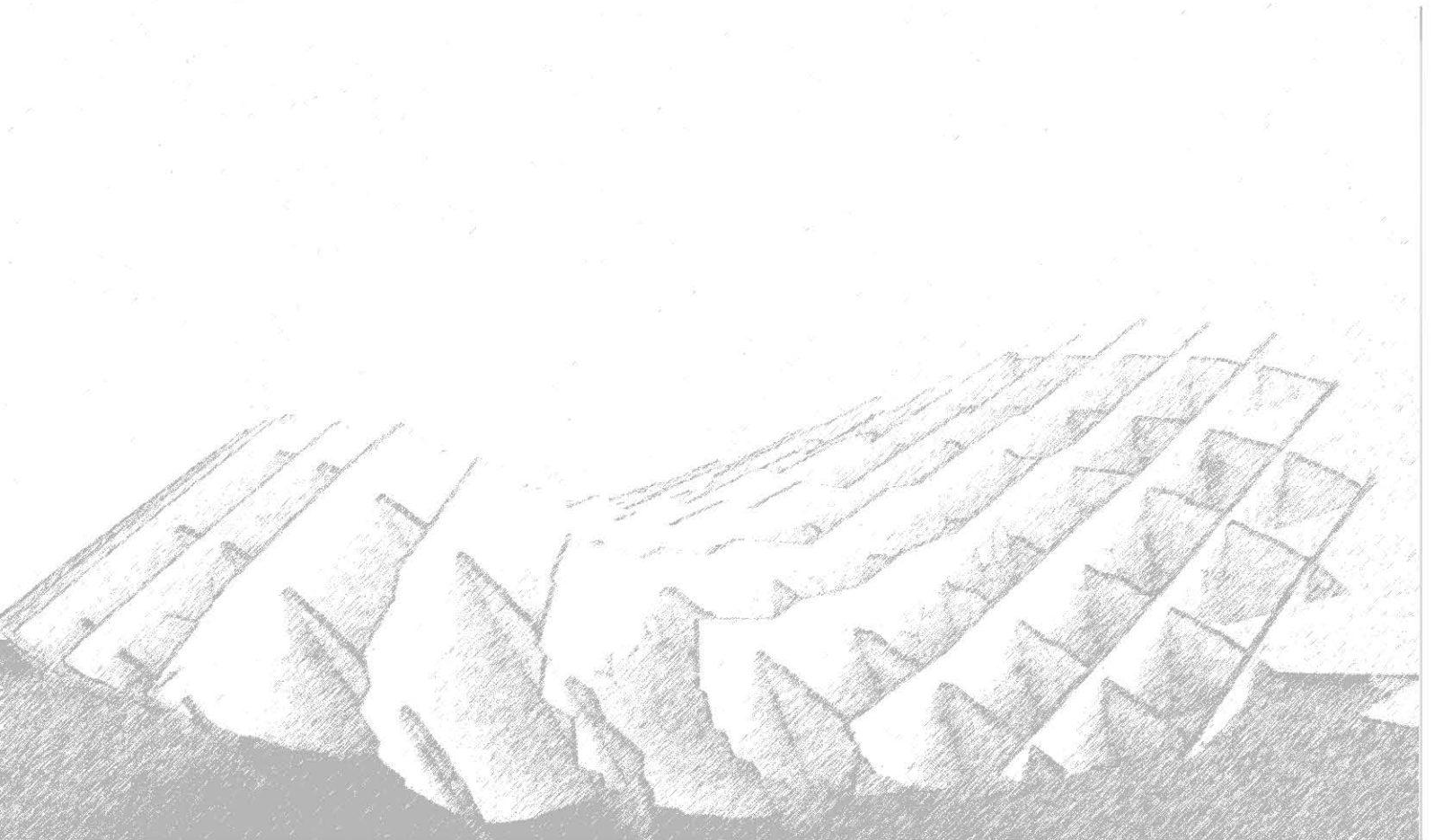
SEMANA 7	SOFTWARE RHINO: GEOMETRIAS 3D	CLASE TEÓRICA: - Modelado y edición 3D - Transformación de sólidos - Revisión de trabajo final. CLASE PRÁCTICA: Aplicación de la 3D modelado de sólidos con selección de VOLUMENES COMPLEJAS	Transformación volúmenes 	3h 3h	- FINALIZACION DEL TRABAJO EMPEZADO EN CLASE. - Finalización del trabajo DESARROLLO DEL TRABAJO FINAL PARA LA SEMANA 8. - Desarrollo del trabajo final para la semana 8.	3h 3h
SEMANA 8	SOFTWARE RHINO: GEOMETRIAS 3D	CLASE PRÁCTICA: - Exposición del trabajo final		3h	- Investigar referentes y proyectos contemporáneos desarrollados a través del diseño paramétrico con grasshopper. (Realizar un ensayo) - Consulta: Revisar la pagina oficial de grasshopper: http://www.Grasshopper3d.Com	3h

PLANIFICACIÓN DE CONTENIDOS- NIVEL INICIAL

SEGUNDO BIMESTRE/GRASSHOPPER

SEMANA	CONTENIDO	ACTIVIDADES PRESENCIALES	ILUSTRACIÓN	TIEMPO	ACTIVIDADES EXTRA CLASE	TIEMPO
SEMANA 9	INTRODUCCIÓN	CLASE TEÓRICA: - Introducción a grasshopper, (editor gráfico de algoritmos). - Exposición y explicación de su interfaz. - Parámetros y componentes: conexiones, visualización de errores, tipos de datos, interrelación con Rhinoceros. CLASE PRÁCTICA: - Utilización de parámetros y componentes. - Ingresar datos desde Rhino: líneas, círculos, curvas, puntos, polígonos, otros.	Líneas y puntos 	3h	- Introducción a grasshopper: revisar link: (http://vimeo.Com/28175502) (http://digitaltoolbox.Info/grasshopper-basic/interface/) - Ensayo: arquitectura paramétrica. - Investigar: Características de un vector y curvas nurbs. - Lectura de refuerzo: págs. #5 a la 14 (http://www.Schwartz.Arch.Ethz.Ch/vorlesungen/paramte/dokumente/grasshopperworkspace.Pdf) - Lectura del tutorial: Matemáticas esenciales para diseño computacional: págs.1 a la 17. (http://www.Grasshopper3d.Com/page/tutorials-1)	3h
SEMANA 10	SOFTWARE GRASSHOPPER 2D	CLASE TEÓRICA: - Diseñar procesos no objetos. - Exposición: generación y edición de puntos, líneas, y tipos de curvas nurbs - Explicación del ejercicio base y los componentes a utilizar en el sistema. CLASE PRÁCTICA: - Ejercicio: generación de: puntos, líneas, curvas, círculos, polígonos, otros. - Coordenadas, rotaciones, análisis y división de curvas - Ejercicio: Cerchas.	Líneas y puntos 	3h	- Desarrollar una estructura a base de líneas. - Lectura de refuerzo: págs. 13a la 20 (http://www.Schwartz.Arch.Ethz.Ch/vorlesungen/paramte/dokumente/grasshopperworkspace.Pdf) - Lectura del tutorial: Matemáticas esenciales para diseño computacional, págs. # 25 a la 39. (http://blog.Rhino3d.Com/2010/05/essential-mathematics--second-edition.Html) - Ensayo: superficies nurbs. (max. 3 hojas)	3h
SEMANA 11	SOFTWARE GRASSHOPPER 2D	CLASE TEÓRICA: - Generación de superficies - Superficies nurbs. - Explicación del ejercicio a desarrollar y componentes a utilizar. - Exportar superficies a rhino. CLASE PRÁCTICA: - Ejercicio 1: Desarrollo de superficies de diferentes grados de complejidad (tensoestructuras, terrenos) - Ejercicio 2: Superficies a través	Superficies 	3h	- Terminar la superficie a base de pendientes. Realizar maqueta a escala 1:50. - Lectura de refuerzo: Págs. #74 a la 91 del tutorial (manual de grasshopper, segunda edición, link: http://www.Tectonicasdigitales.Com/?P=112) - Revisar proyectos en el link: http://www.3d-dreaming.Com/ - Caso de estudio: protectos desarrollados por ARUP. www.arup.com	3h

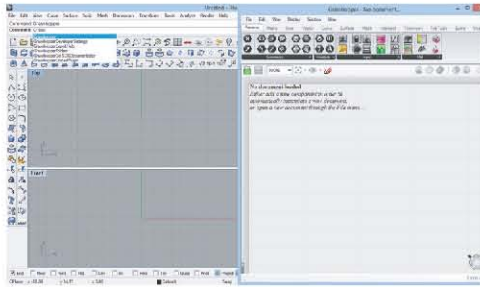
SEMANA 12	SOFTWARE GRASSHOPPER 2D Y 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edición, deformación y análisis de superficies - Explicación del ejercicio a desarrollar, y los componentes a utilizar. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Perforaciones - Ejercicio 2: Estructura a través de varoni - Revisión avance del trabajo bimestral 	<p>Superficies</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Tutorial de refuerzo: http://digitaltoolbox.info/grasshopper-basic/evaluate-surface/ - Desarrollo del trabajo final para la semana 8. - Maqueta de la superficie perforada. - Investigar fachadas arquitectónicas a base de módulos. - Revisar tutorial algoritmos generativos: http://www.Grasshopper3d.Com/page/tutorials-1 (pág. # 	3h
SEMANA 13	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRÍA 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición: volúmenes, intersecciones, proyecciones, extrucciones, análisis. - Explicación de ejercicio en clase y de componentes a utilizar. - Revisión del avance del <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generación de sólidos y su análisis. - Intersecciones y diferencias de sólidos. - Fabricación de volúmenes (ensambles y uniones) 	<p>Volumenes</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo y maqueta de intersecciones de volúmenes. - Desarrollo del trabajo final para la semana 8. - Lectura de refuerzo: manual de grasshopper en español (http://www.Tectonicasdigitales.Com/?P=112) pág# 79-91 - Revisar link: http://www.Morphogenesism.Com/media.Html - Tutorial de refuerzo: http://digitaltoolbox.info/grasshopper-basic/circle-extrude/ - Diseñar 10 módulos con opción a replicarse. 	3h
SEMANA 14	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRÍAS 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición: el módulo como generador de diseño. - Explicación del ejercicio a desarrollar y sus componentes. - Modelar con sólidos <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de panelizaciones - Paneles con puntos atractores - Revisión de trabajo final 	<p>Volumenes y panelizado</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Finalización del trabajo empezado en clase. - Lectura de refuerzo: Págs. # 271 a la 314, texto básico (diseño básico) - Desarrollo del trabajo final para la semana 8. - Revisar tutorial algoritmos generativos, http://www.Grasshopper3d.Com/page/tutorials-1 (pág 48 a la 54) - Casos de estudio: el turning torso y absolute tower. Norman Foster: 30 st 	3h
SEMANA 7 SEMANA 15	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRÍAS 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transformación de sólidos - Torciones, rotaciones, puntos de gravedad. - Explicación del ejercicio en clases. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Deformación de geometrías básicas. - Ejercicio 2: Desarrollar torre paramétrica. 	<p>Transformación volúmenes</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - FINALIZACIÓN DEL trabajo empezado en clase - Lectura de refuerzo: Revisar tutorial algoritmos generativos, http://www.Grasshopper3d.Com/page/tutorials-1 (pág 105 a la 106) - Desarrollo del trabajo final para la semana 16. 	3h
SEMANA 16	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRÍAS 3D	<p>CLASE PRÁCTICA:</p> <p>EXPOSICIÓN DEL TRABAJO FINAL</p>	<p>Exámen</p>	3h		



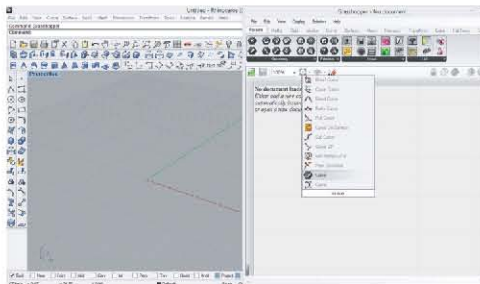
**EJEMPLO Aplicación, CLASE / TUTORIAL ,
TALLER INICIAL**

Tutorial Nivel I

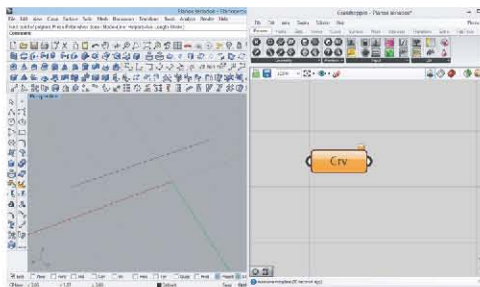
Planos seriados:



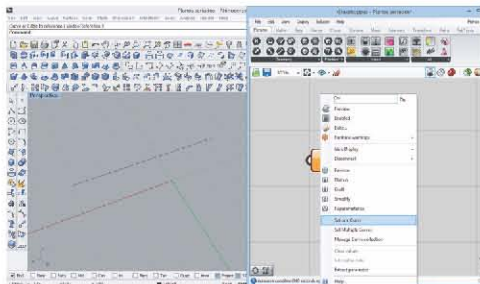
1. Abrimos **Rhinoceros**.
2. Dentro de este, procedemos a tipiar en la barra de tareas, **Grasshopper**.



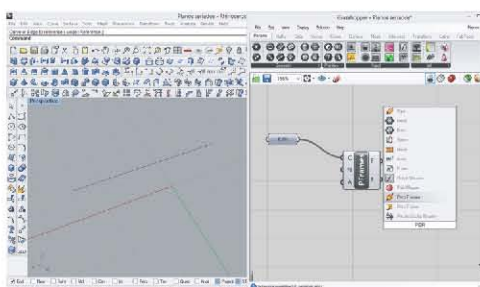
3. Buscamos el parámetro **Curve (Crv)** dando doble clic en el papel tapiz de grasshopper o también podemos ubicarlo en Params, Crv.



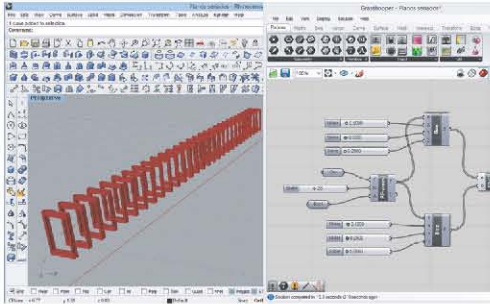
4. Dibujamos una **línea o curva** en Rhinoceros.



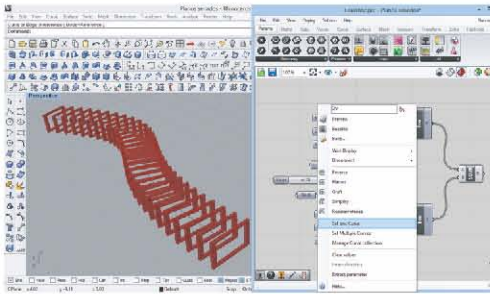
5. Hacemos **clic derecho en Crv**.
6. Ingresamos la línea seleccionando **Set one Curve**.



7. Nuevamente damos doble clic en el papel de trabajo de Grass para buscar un componente.
8. Tipiamos **Perp Frames**.
9. Conectamos el dato de salida de **Crv** con el dato de entrada **C** de **Perp Frames**.

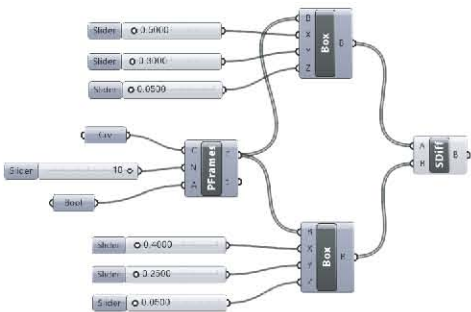


- 26. Ocultamos todos los componentes menos Solid difference.
- 27. Variamos los datos de los sliders hasta conseguir el resultado esperado.

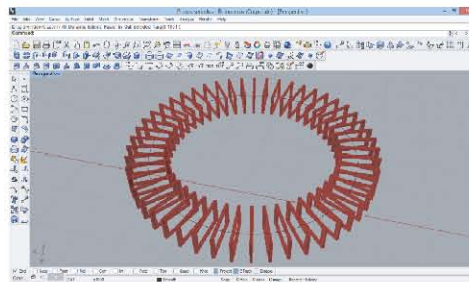
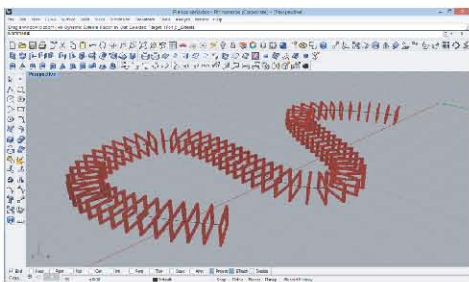


- 28. Podemos obtener otros resultados cambiando la línea dibujada en Rhino.
- 29. Para ello, repetimos el paso 4,5 y 6.

Sistema resultante.



Otros resultados

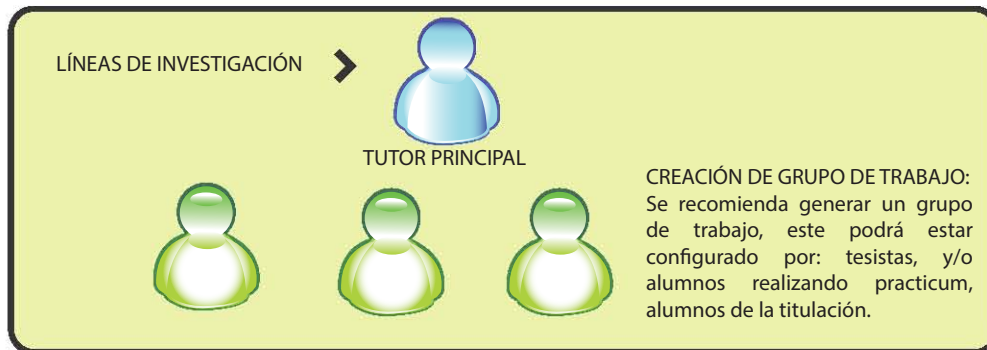




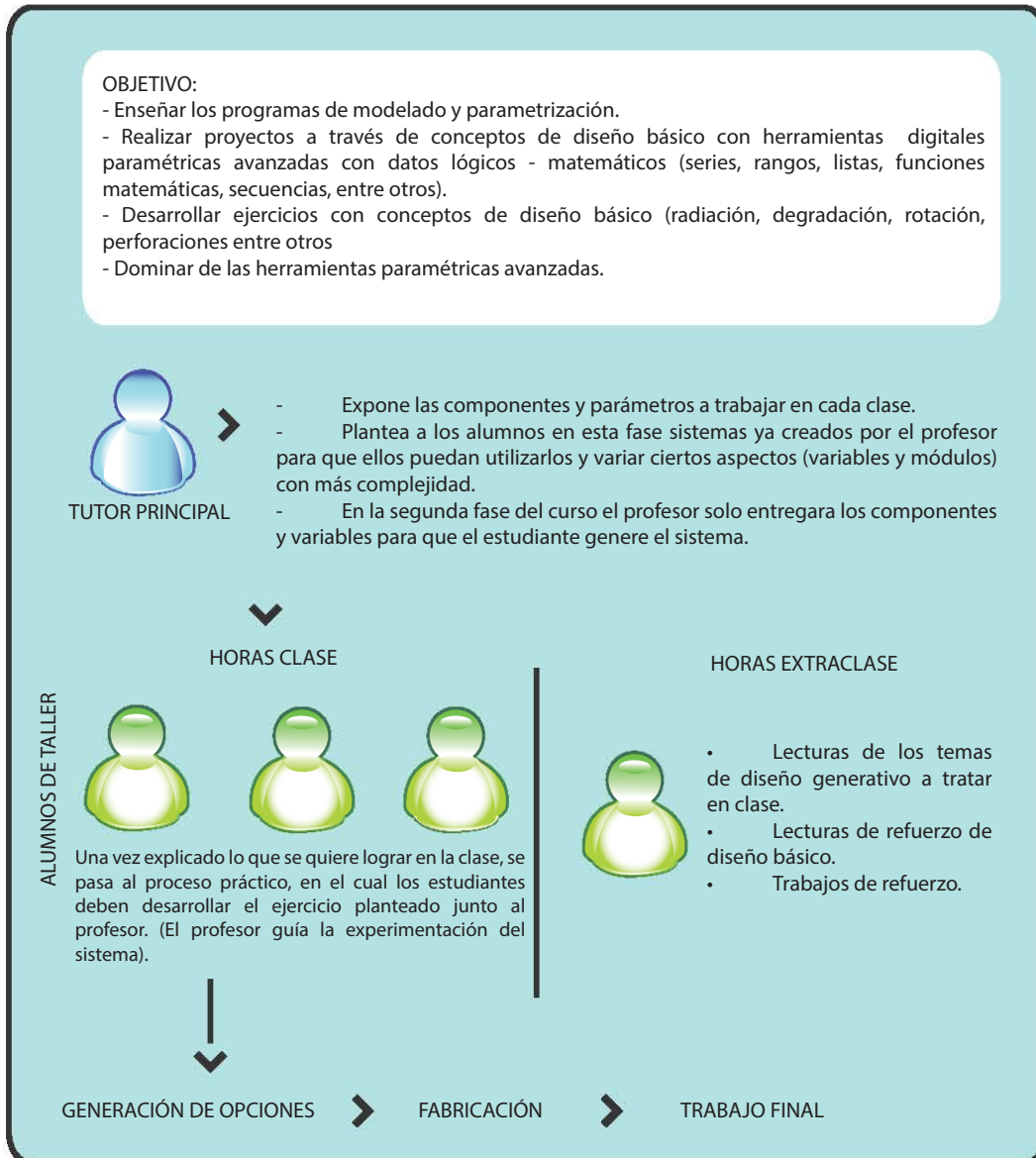
2. NIVEL INTERMEDIO

Taller intermedio - desarrollo de la metodología

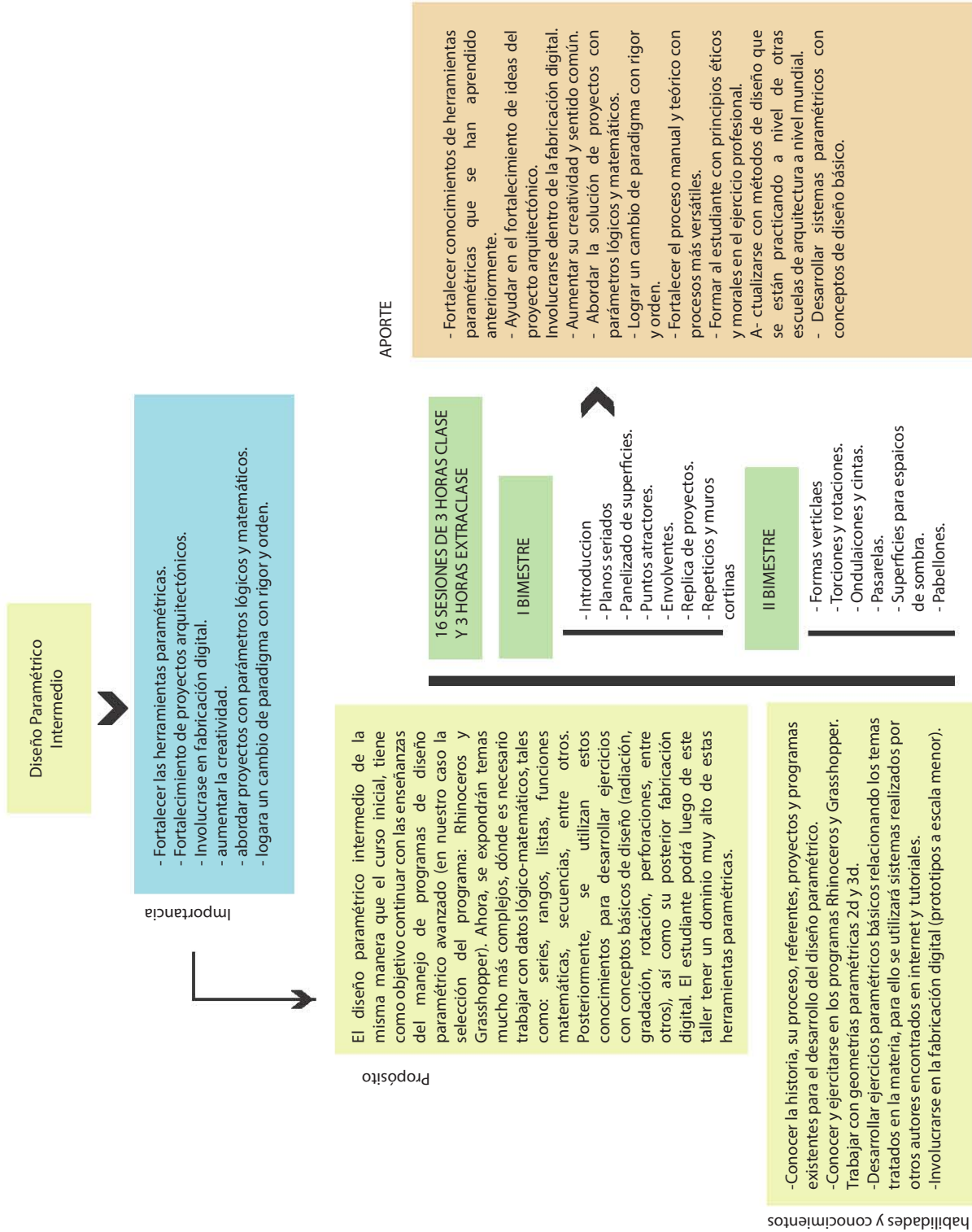
TALLER INTERMEDIO

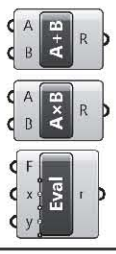





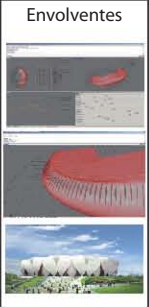
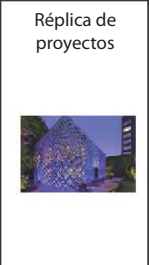

EXPERIMENTACIÓN EN TALLER



TALLER intermedio, planificación general del componente académico. Estrategias de enseñanza- aprendizaje







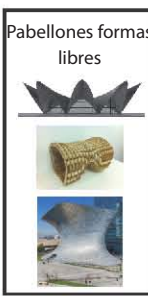
SEMANA	CONTENIDO	ACTIVIDADES PRESENCIALES	ILUSTRACIÓN	TIEMPO	ACTIVIDADES EXTRA CLASE	TIEMPO
SEMANA 1	INTRODUCCIÓN	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción: componentes matemáticos-lógicos. - Exposición y explicación de ejercicios a desarrollar durante la materia. - Análisis de la metodología a cumplir. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - EJERCICIO 1: SISTEMAS CON VARIABLES MATEMÁTICAS (SUMA, RESTA, DIVISIÓN Y MULTIPLICACIÓN). - EJERCICIO 2: Líneas y puntos en series. - EJERCICIO 3: Líneas y puntos con series. 	<p>Componentes matemático-lógicos.</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar 10 funciones dentro de grasshopper. - Visitar videos tutoriales: http://www.Grasshopper3d.Com/video/video/listtagged?Tag=tutorial&sort=mostpopular - Revisar tutoriales: http://digitaltoolbox.info/grasshopper-basic/ - Revisar artículos: http://www.Grasshopper3d.Com/page/library-algorithms-and-matematicos - Descargar tutoriales básicos matemáticos: http://wiki.Theprovingground.Org/grasshopper-basics 	3h
SEMANA 2	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRÍA 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseñar procesos no objetos. - Explicación del ejercicio base y los componentes a utilizar en el sistema. - Exportar superficies a rhino. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Generación de pabellones a base de planos seriados. - Ejercicio 2: Exportación a Rhino. 	<p>Planos seriados</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Refuerzo: Revisar tutoriales de componentes lógicos: http://www.plethora-project.com/2012/02/05/rhino-grasshopper/ - Construir la maqueta del ejercicio realizado en clase. - Para la siguiente clase: Revisar la página, http://fffish.blogspot.it/2014/01/rhino101panelingometry.html - Diseñar 10 módulos a través de bocetos bien definidos. 	3h
SEMANA 3	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRÍA 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Superficies nurbs complejas. - Explicación del ejercicio a desarrollar y componentes a utilizar. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Desarrollo de superficies complejas - Ejercicio 2: División y panelización de superficies. - Ejercicio 3: Utilización de ejercicios de panelización programados por otros autores. 	<p>Panelizado de superficies</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar tutorial: http://lab.Modecollective.Nu/learning/topic-course-catalog/parametric-design - Presentación de 5 diseños de panelizaciones con variaciones de módulo. - Ensayo: Puntos atractores y puntos epelentes. - Revisar link: http://fffish.blogspot.it/2011/04/parametric-n.html - Revisar link: http://www.Designcoding.Net/basic-curve-attractor/ - Revisar link: http://erwinhauer.Com/eh/institutions/ - Revisar link: http://formularch.blogspot.Com/2012/03/gh-point-- 	3h
SEMANA 4	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRÍA 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Degradaciones y puntos atractores. - Planteamiento del trabajo final (bancos para espacios abiertos). - Explicación del ejercicio a desarrollar, y los componentes a utilizar. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Degradaciones en una superficie. - Ejercicio 2: Degradaciones de volúmenes. 	<p>Puntos atractores en superficies</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del trabajo final. - Revisar componentes matemáticos: http://digitaltoolbox.info/grasshopper-basic/mathematical-operations/ - Lectura de Refuerzo: - ALGORITHMIC MODELLING pág# 69-79 - Revisar link: http://fffish.blogspot.it/2010/07/proliferated-surface.html - Caso de estudio: Nuevo estadio de Monterrey, y The 	3h

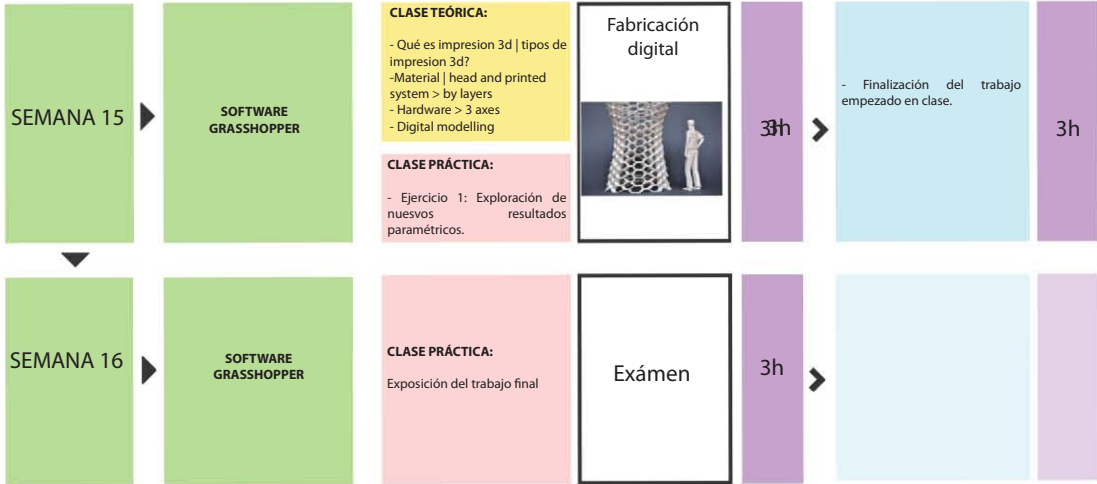
SEMANA 5	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRIAS 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión del avance del trabajo final - Exposición de proyectos con geometrías complejas. - Explicación de ejercicio en clase y componentes a utilizar. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Parametrización de volumetrías. - Ejercicio 2: Envolturas en centros deportivos. - Fabricación de volúmenes con 123 maker. 	<p>Envolturas</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del trabajo final. http://www.vitruality.com/2013/11/aaadrl-2013--algorithmic-and-production-skills-with-rhino-grasshopper-session-4-list-manipulation/ - Revisar rangos y funciones: http://digitaltoolbox.info/grasshopper-basic/range-function/ - Revisar link: http://www.parametricmodel.com/ - Revisar link: http://issuu.com/mankeungle/docs/grasshopper_tutorial 	3h
SEMANA 6	SOFTWARE GRASSHO-	<p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de avance del trabajo final. - Explicación del ejercicio en clase y componentes a utilizar <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Réplica del restaurant Tori tori. (Desarrollo de superficies, diseño de módulo) 	<p>Réplica de proyectos</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar componentes Graph Mapper: http://digitaltoolbox.info/grasshopper-basic/graph-mapper/ - Presentar una lámina del proyecto desarrollado en clase. - Investigar. repeticiones y muros cortina. 	3h
SEMANA 7 SEMANA 7	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRIAS 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de avance del trabajo final. - Explicación del ejercicio en clase y componentes a utilizar <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Generación del diseño. - Ejercicio 2: Ejercicio extra, seleccionado por lo estudiantes. 	<p>Repeticiones y muros cortina</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Maqueta borrador del ejercicio realizado en clase. - Revisar tutorial Random: http://digitaltoolbox.info/grasshopper-basic/evaluate-random/ - Tutorial división de superficies: http://digitaltoolbox.info/grasshopper-basic/explode-divide/ - Finalización del trabajo final. 	3h
SEMANA 8	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRIAS 3D	<p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición del trabajo final 	<p>Exámen</p>	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar waffles: http://digitaltoolbox.info/grasshopper-advanced/waffle-1/ - Torsión de geometrías. - Revisar archivos de ejemplos en gh: http://digitarchi.com/xe/index.php?mid=board_lqZy00&page=2&document_srl=709 	3h

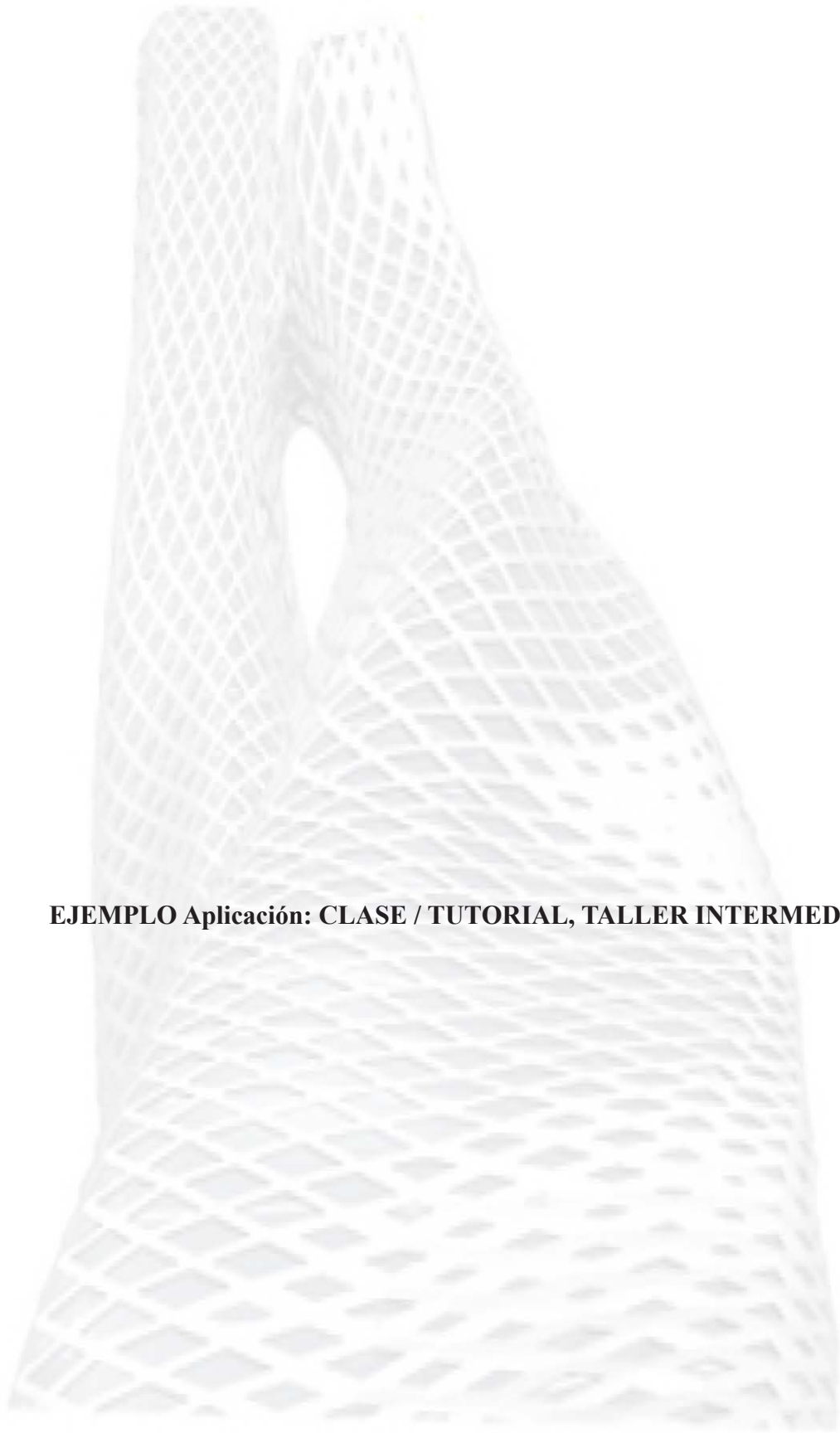
PLANIFICACIÓN DE CONTENIDOS - TALLER INTERMEDIO

SEGUNDO BIMESTRE/GRASSHOPPER

SEMANA	CONTENIDO	ACTIVIDADES PRESENCIALES	ILUSTRACIÓN	TIEMPO	ACTIVIDADES EXTRA CLASE	TIEMPO
SEMANA 9	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición de los conocimientos a adquirir en el bimestre. - Explicación: Torciones y rotaciones. - Explicaciones del ejercicio a desarrollar en clase y sus componentes. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio: desarrollo del sistema. - INGRESAR DATOS lógicos y funciones. 	<p>Formas verticales: torre</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Construir la maqueta del ejercicio desarrollado en clase. - Revisar link: http://issuu.com/rasmusholts/docs/rapport - Lectura de refuerzo: Tutorial algorithmic modelling págs. #57-67 - Caso de estudio: <ul style="list-style-type: none"> . Infinity tower - Dubai, Emiratos Árabes. . Turning torso, Santiago Calatrava . David fisher, dynamic skyscraper . Revisar link: http://objecteNet/projects/l-sys_hrru 	3h

SEMANA 10	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diferentes procesos hacia un mismo resultado. - Explicación del ejercicio base y los componentes a utilizar en el sistema. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Desarrollo del sistema que genere una torre. - Generar radianes a grados en grasshopper. 	<p>Torciones y rotaciones: Torre 2</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Maqueta de la torre por planos. -Revisar Link: http://www.theimprovingground.org/search/label/Grasshopper -Analizar link: http://formularch.blogspot.com/2012/04/gh-image-gills.html 	3h
SEMANA 11	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generación de superficies - aplicación en el contexto - explicación del ejercicio a desarrollar y componentes a utilizar. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Desarrollo de superficies tipo cintas, para uso en espacio público. 	<p>Ondulaciones y cintas</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Lámina para la siguiente clase de 3 variaciones de diseño del ejercicio desarrollado en clase. - Revisar link: http://www.designcoding.net/manage-rhino-viewport-in-grasshopper/ - Revisar tutoriales: http://www.c-o-d-e-it.com/wordpress/code/grasshopper-code -Investigar: Diseños de pasarelas. - Seleccionar un lugar de aplicación. 	3h
SEMANA 12	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicación del trabajo bimestral (Diseño a partir del 30 St Mary Axe, Norman Foster) -Explicación del ejercicio a desarrollar, y los componentes a utilizar. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Generación de pasarela. 	<p>Pasarelas</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del trabajo final. - Universidad MIT: http://descomp.mit.edu/index.php?layout_index=1 - Actividad de refuerzo: Investigar proyectos de pasarelas. -Revisar link antes de clases: http://parametricismo.blogspot.com/2010/03/resultados--do-workshop-geometrias.html 	3h
SEMANA 13	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Revisión del avance del proyecto final. - Explicación de ejercicio en clase y de componentes a utilizar. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ejercicio 1: Generación del sistema. 	<p>Superficies para espacios de sombra.</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del trabajo final -Revisar Link: http://issuu.com/bhargavridhar/docs/grasshopper_3 -Revisar Link: http://issuu.com/rodri.rkt/docs/dossier_algorithmic_architecture - Revisar Link: http://objecte.net/uncategorized/temporaryoutdoorgallery - Revisar Link: http://arcode.blogspot.co.uk/2013/08/building-with-earth-thin-shell.htm -Revisar Link: http://issuu.com/gehyrtech/d 	3h
SEMANA 14	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relación entre formas libres y formas complejas. - Explicación de ejercicio en clase y de componentes a utilizar. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio: estrategias para generar geometrias libres. 	<p>Pabellones formas libres</p> 	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del trabajo final - Ensayo de los siguientes links: <ul style="list-style-type: none"> .http://vimeo.com/54429400 . http://www.shapeways.com/ . http://www.3dtin.com/ . http://shapeshifter.io/ http://www.ikono.org/2013/01/3-d-printing-the-world/ http://www.interactivefabrication.com/ http://www.youtube.com/watch?v=X5AZzOw7FwA 	3h

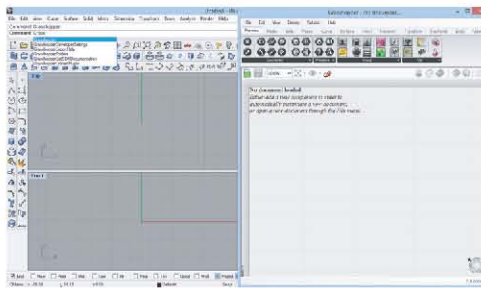




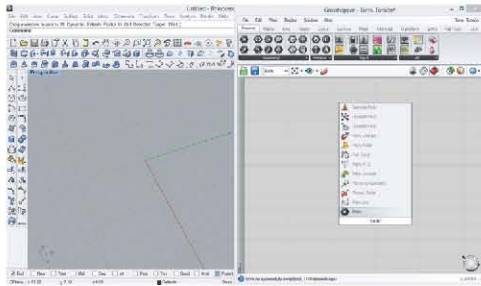
EJEMPLO Aplicación: CLASE / TUTORIAL, TALLER INTERMEDIO

Tutorial Nivel II

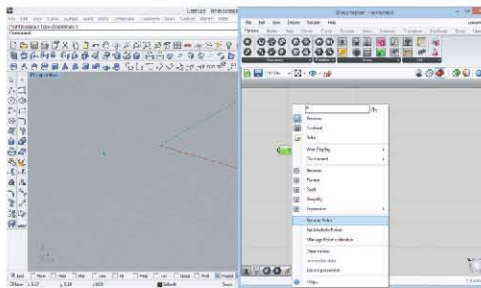
Torre torcionada.



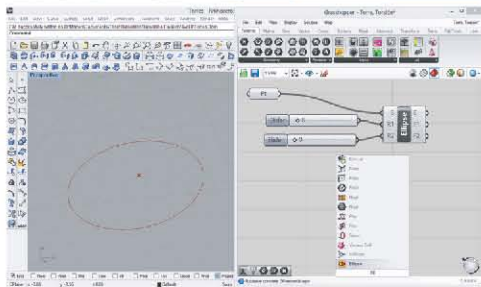
1. Abrimos **Rhinoceros**.
2. Dentro de este, procedemos a tipiar en la barra de tareas, **Grasshopper**.



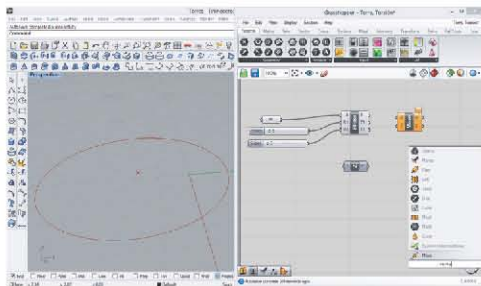
3. Buscamos el parámetro **Point**, para ello damos doble clic en el papel tapiz de Grass y tipiamos point.



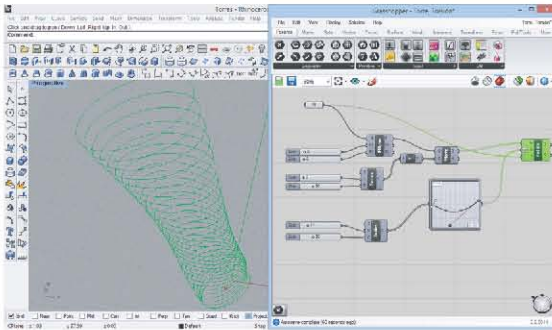
4. Damos clic derecho en el parámetro **Point** insertado.
5. Seleccionamos **Set One Point**.
6. Ubicamos un punto en Rhino.



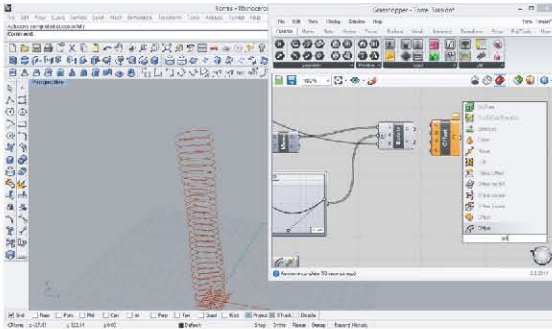
7. Buscamos el componente **Ellipse**.
8. Conectamos **Point** con el dato de entrada **B** de la ellipse.
9. Buscamos el parámetro **Number Slider**, ingresando la cantidad máxima a utilizar.
10. Conectamos un slider con **R1** y el otro slider con **R2**.



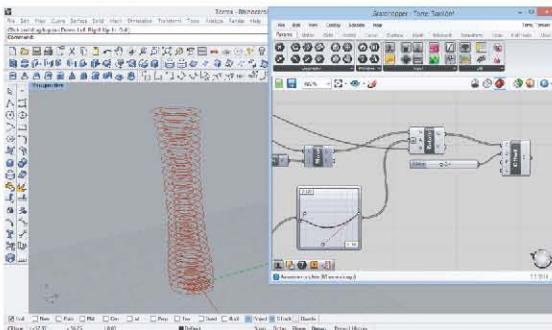
11. Buscamos el componente **Move**.
12. Buscamos además, **Unit z**.



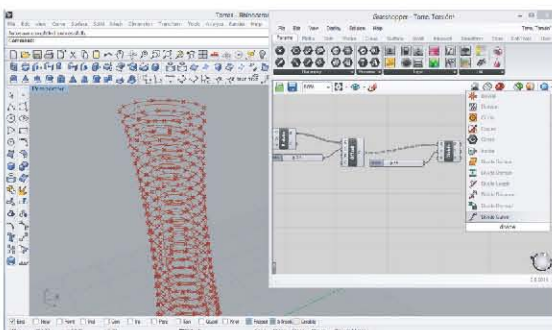
27. Conectamos el parámetro **Pt** (point) al dato **P** (plano) del rotate.



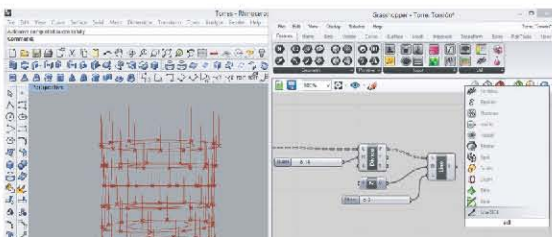
28. Buscamos e ingresamos el componente **Offset**.



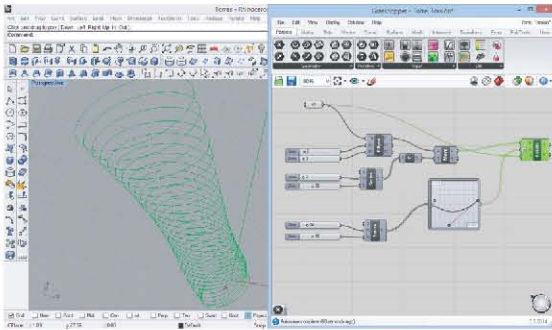
29. Conectamos el dato **G** (geometría) del rotate con el dato **C** (curva) del offset.
 30. Buscamos e insertamos un **Number slider** y lo conectamos con el dato **D** del offset.



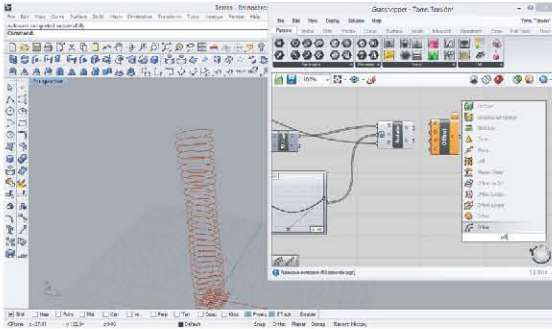
31. Buscamos e insertamos el componente **Divide Curve**
 32. Conectamos con el dato de salida del offset con el dato de entrada **C** (curva) del divide.



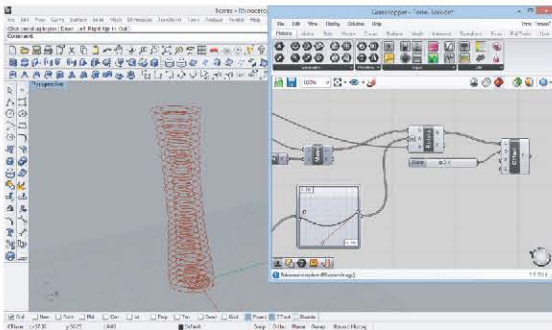
33. Buscamos e insertamos el componente **Line SDL**.
 34. Ingresamos un vector, **Unit z** y un **Number slider**.
 35. Conectamos el **Unit Z** en **D** y **Number Slider**



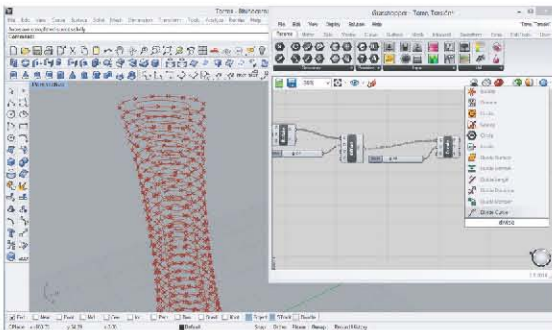
27. Conectamos el parámetro **Pt** (point) al dato **P** (plano) del rotate.



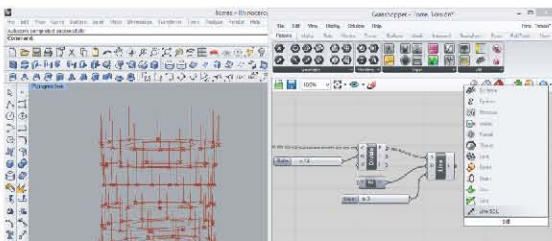
28. Buscamos e ingresamos el componente **Offset**.



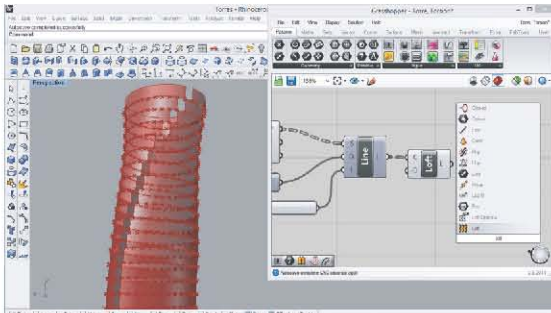
29. Conectamos el dato **G** (geometría) del rotate con el dato **C** (curva) del offset.
 30. Buscamos e insertamos un **Number slider** y lo conectamos con el dato **D** del offset.



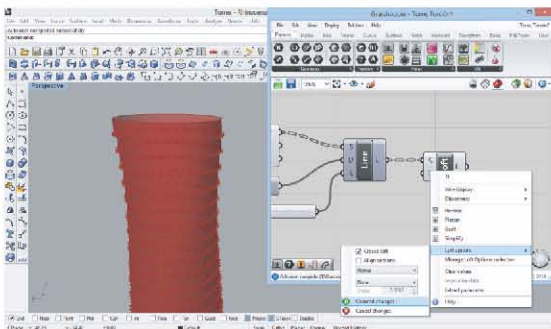
31. Buscamos e insertamos el componente **Divide Curve**
 32. Conectamos con el dato de salida del offset con el dato de entrada **C** (curva) del divide.



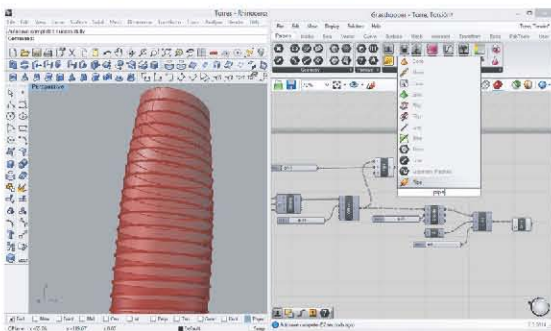
33. Buscamos e insertamos el componente **Line SDL**.
 34. Ingresamos un vector, **Unit z** y un **Number slider**.
 35. Conectamos el **Unit Z** en **D** y **Number Slider**



- 36. Buscamos e insertamos, **Loft**.
- 37. Conectamos **Line SDL** con **C de loft**.

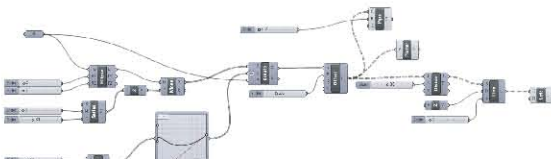
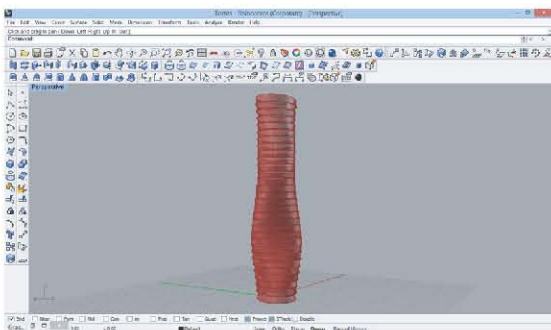


- 38. Damos **click derecho** en **loft**.
- 39. Seleccionamos **Loft Options**.
- 40. Activamos **Close Loft**.
- 41. **Aceptamos** cambios.



- 42. Buscamos e ingresamos, **Pipe**.
- 43. Conectamos **C de offset** con **C de Pipe**.
- 44. Ingresamos un **Number Slider** y conectamos con el dato de entrada **R de pipe**.

Resultado Final

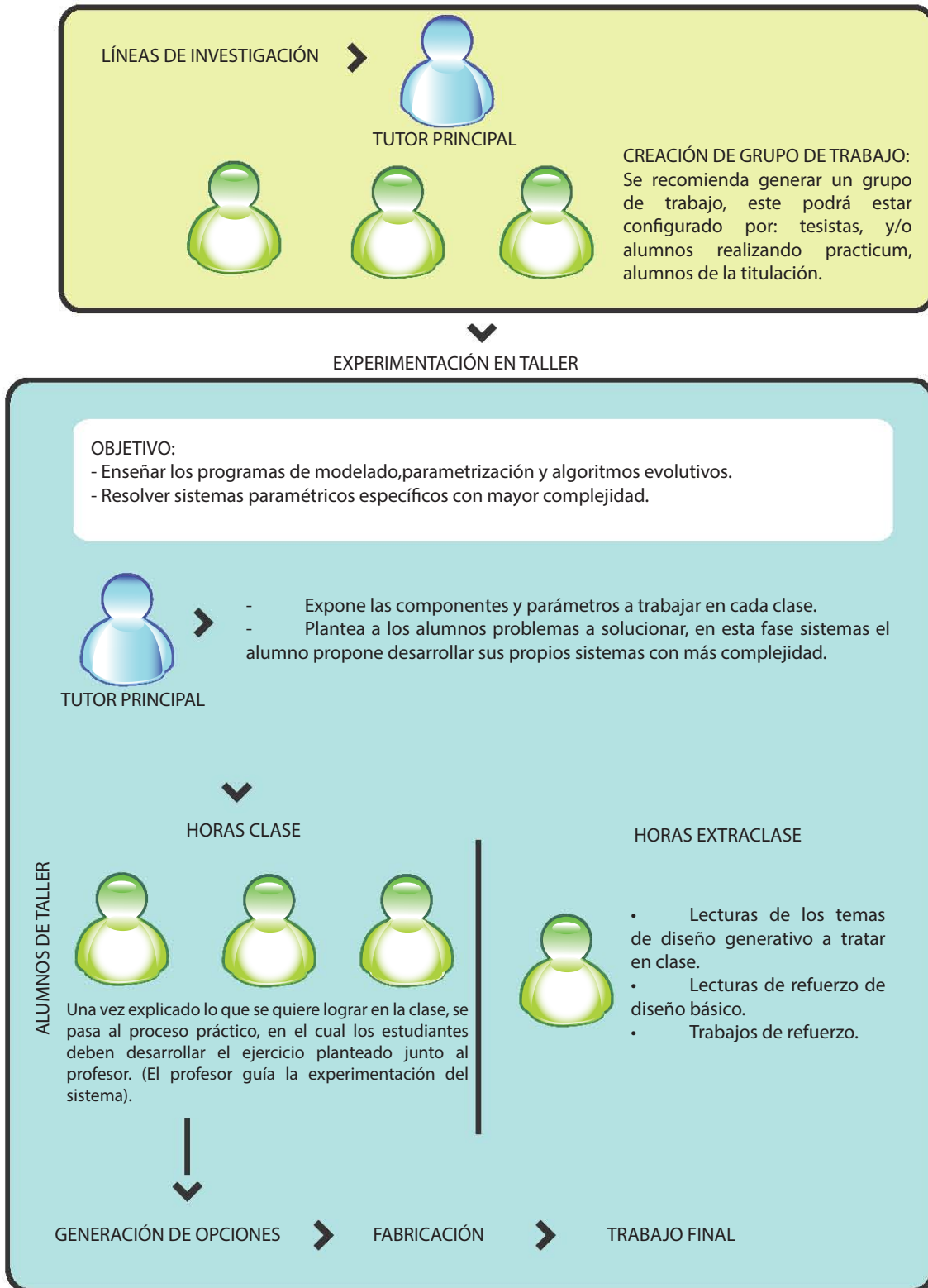




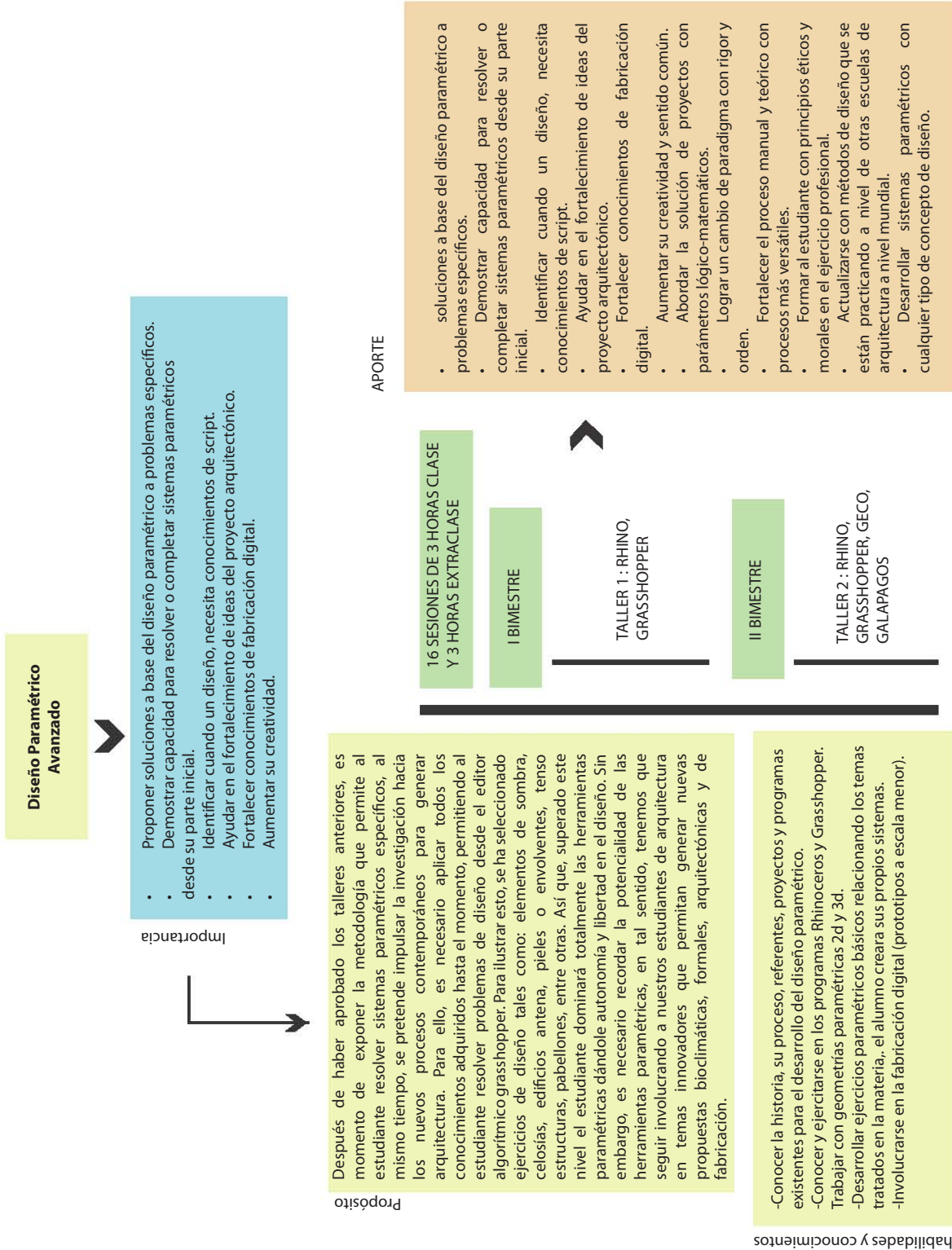
3. NIVEL AVANZADO

Taller avanzado: desarrollo de la metodología

TALLER AVANZADO



TALLER avanzado: planificación general del componente académico. Estrategias de enseñanza- aprendizaje



PLANIFICACIÓN DE CONTENIDOS - TALLER AVANZADO

PRIMER BIMESTRE/GRASSHOPPER

SEMANA	CONTENIDO	ACTIVIDADES PRESENCIALES	ILUSTRACIÓN	TIEMPO	ACTIVIDADES EXTRA CLASE	TIEMPO
SEMANA 1	INTRODUCCIÓN	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicación del tema a desarrollar durante el bimestre. - Análisis de la metodología a cumplir. - Introducción: Las herramientas tecnológicas como coadyuvadoras de problemas sociales. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <p>EJERCICIO 1: SISTEMAS CON VARIOS COMPONENTES - Ejercicios de tipos de MATEMÁTICOS: SUMA, RESTA, DIVISIÓN OTROS. - EJERCICIO 2: FUNCIONES. - EJERCICIOS 3: líneas y puntos con series.</p>	Introducción	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Indagar en problemáticas de diseño del medio. - Preparar exposición de esas problemáticas por cada grupo. - David Rutten/Grasshopper, Revisar Link: http://www.aaschool.ac.uk/V1DEO/lecture.php?ID=1212 - Revisar link: http://www.vitruality.com/category/algorithmic-design/ - Revisar link: http://www.vitruality.com/category/algorithmic-design/grasshopper/ 	3h
SEMANA 2	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición por parte de los estudiantes. - Introducción a la programación lineal. - Exposición: La innovación, la opción para el desarrollo. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generar soluciones a través de esquemas y mapas mentales. - Análisis de su proyección hacia la sociedad. 	Revisión de problemática	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajar en propuestas a nivel de bocetos detallados y bien argumentados. - Revisar link: http://fabacademy.org/archives/2014/schedule/index.htm - Investigar y realizar un ensayo de innovaciones en arquitectura a nivel mundial. 	3h
SEMANA 3	SOFTWARE GRASSHOPPER 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de bocetos e intenciones de diseño. - Exposición: La creatividad en el proceso de diseño. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicio 1: Continuación del proceso de bocetado. 	Bocetos de diseño	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Finalizar el proceso de bocetado. - Investigar el proceso de transformación de la propuesta a lenguaje lógico-matemáticos. - Investigar sistemas en Grasshopper que contengan ideas similares a las propuestas planteadas. - Entregar en un archivo con los documentos investigados. 	3h
SEMANA 4	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición: Requisitos para la construcción de un futuro mejor, emprender en tecnología. - Revisión de bocetos e intenciones de diseño. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iniciar el proceso de generación del sistema algorítmico en grasshopper. 	Investigación: Generación del sistema.	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar el proceso de generación del sistema. - Investigar sistemas en Grasshopper que ayuden a resolver ideas planteadas para la propuesta. - Entregar un archivo con los documentos investigados. - Revisar que son y que hacen los FABLab. 	3h
SEMANA 5	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRIAS 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición: Referentes en la misma línea de investigación y sus proyectos. - Generación de soluciones colectivas. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Continuar el proceso de generación del sistema algorítmico en grasshopper. 	Generación del sistema	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar el proceso de generación del sistema. - Investigar sistemas en Grasshopper que ayuden a resolver ideas planteadas para la propuesta. - Entregar un archivo con los links y fuentes de documentos investigados. - Revisar que son y que hacen los FABLab. 	3h


SEMANA 6	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRIAS 3D	<p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición: Generación de soluciones colectivas. - Explorar materiales y su ensamblaje. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Continuar el proceso de generación del sistema algorítmico en grasshopper. 	Generación del sistema	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar el proceso de generación del sistema. - Investigar sistemas en Grasshopper que ayuden a resolver ideas planteadas para la propuesta. -Revisar link: http://www.vitruality.com/ -Revisar link: http://n-e-r-v-o-u-s.com/blog/?p=4467 	3h
SEMANA 7	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRIAS 3D	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retroalimentación, fabricación digital. - Explicación de los lineamientos de la presentación final. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iniciar el proceso de prototipado del diseño generado con sistema algorítmico en grasshopper. 	Prototipado	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Finalización del proyecto, pulir su presentación. 	3h
SEMANA 8	SOFTWARE GRASSHOPPER: GEOMETRIAS 3D	<p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición del trabajo final 	Exámen	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciar el análisis de una nueva problemática, exponer en la siguiente clase. - Investigar y practicar más a fondo sistemas resueltos por autores externos. 	3h

PLANIFICACIÓN DE CONTENIDOS - TALLER AVANZADO

SEGUNDO BIMESTRE/GRASSHOPPER

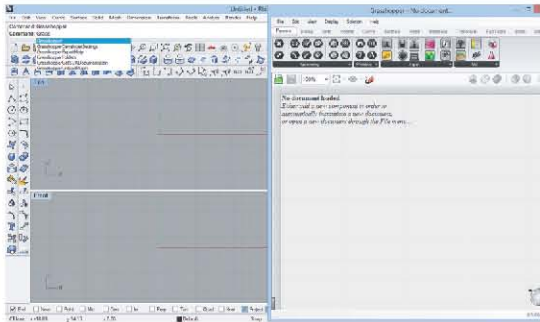
SEMANA	CONTENIDO	ACTIVIDADES PRESENCIALES	ILUSTRACIÓN	TIEMPO	ACTIVIDADES EXTRA CLASE	TIEMPO
SEMANA 9	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición de problemáticas identificadas en el medio. - Análisis y debate de su factibilidad. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iniciar el proceso de bocetado y generación de 	Análisis de problemática bocetos y principios de diseño	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar con el análisis de la problemática. - Hacer inferencias lógicas de diseño a través de bocetos. - Investigar y practicar más a fondo sistemas resueltos por autores externos. - Entregar en un archivo la información investigada y las fuentes utilizadas. 	3h
SEMANA 10	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis y solución de las dificultades presentadas en el sistema. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iniciar el sistema algorítmico para solucionar la problemática de diseño seleccionada. 	Investigación	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar con la generación del sistema en GH. - Investigar sistemas resueltos por autores externos. - Entregar en un archivo la información investigada y las fuentes utilizadas. - De ser necesario recurrir a fuentes externas con el objetivo de solucionar el ejercicio planteado. 	3h

SEMANA 11	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis y búsqueda de solución a las dificultades presentadas en el sistema. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Continuar el sistema algorítmico para solucionar la problemática seleccionada. 	Generación del sistema	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar con la generación del sistema en GH. - Investigar sistemas resueltos por autores externos. - Entregar en un archivo la información investigada y las fuentes utilizadas. - De ser necesario recurrir a fuentes externas con el objetivo de solucionar el ejercicio planteado. 	3h
SEMANA 12	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis y búsqueda de solución a las dificultades presentadas en el sistema. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Continuar con desarrollando el sistema algorítmico. 	Generación del sistema	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar con la generación del sistema en GH. - Investigar sistemas resueltos por autores externos. - Investigar y realizar un ensayo de los siguientes plugins: Paneling and structures, The Proving Ground , physics simulation using Kangaroo, intuitive structure testing with Kangaroo, daylight analysis using DIVA y el componente de optimización Galápagos. 	3h
SEMANA 13	SOFTWARE GRASSHOPPER:	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Revisión del avance del proyecto. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Continuar con desarrollando el sistema algorítmico. -Utilizar plugins de análisis y optimización de diseño. 	Análisis con geco+galápagos	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Continuar con la generación del sistema en GH. - Aplicar conocimientos de análisis y optimización de diseño. - Investigar Geco para grasshopper. 	3h
SEMANA 14	SOFTWARE GRASSHOPPER:	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Revisión del avance del proyecto. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar plugins de análisis y optimización de diseño. 	Análisis	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Culminar el sistema en grasshopper y el análisis respectivo. - Preparar la geometría para su construcción. 	3h
SEMANA 15	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE TEÓRICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Revisión del avance del proyecto. - Indicaciones de presentación del trabajo final. <p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar tecnicas de construcción y fabricación digital. 	Fabricación digital	3h	<ul style="list-style-type: none"> - Finalizar la fabricación. 	3h
SEMANA 16	SOFTWARE GRASSHOPPER	<p>CLASE PRÁCTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Exposición del trabajo final 	Exámen	3h		

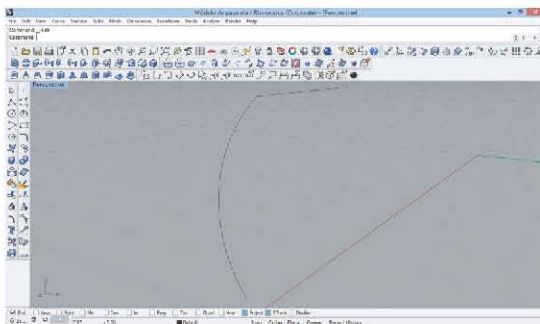


**EJEMPLO : Aplicación, CLASE / TUTORIAL
TALLER avanzado.**

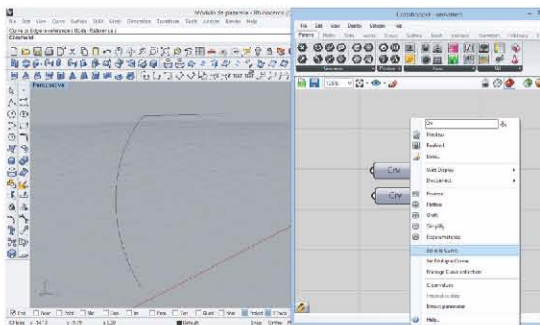
Tutorial: Envolvente para pasarela.



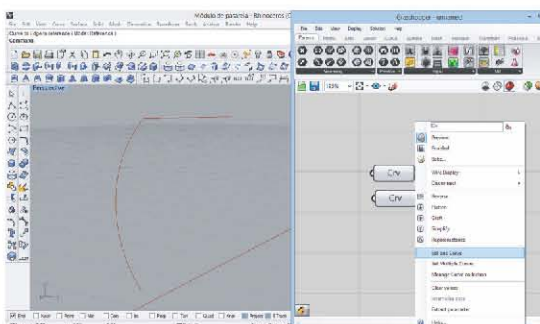
1. Abrimos **Rhinoceros**.
2. Dentro de este, procedemos a tipiar en la barra de tareas, **Grasshopper**.



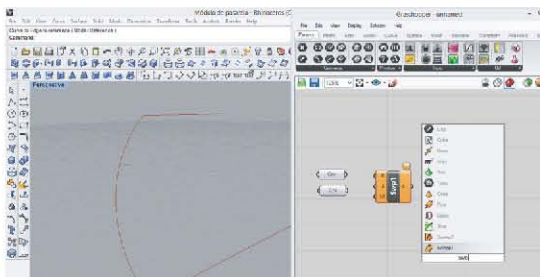
3. Para este ejemplo se seleccionará un segmento de la pasarela.
4. Dibujamos en Rhino las **curvas reales**.



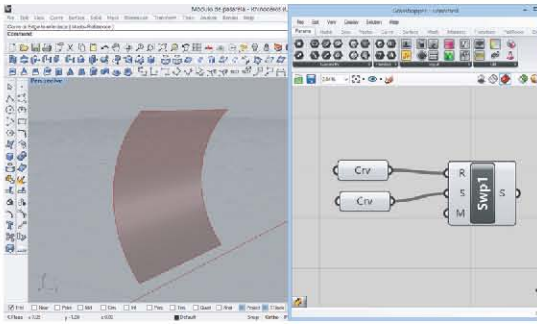
5. En Grasshopper buscamos e insertamos dos veces el parámetro **Crv** (Curva).



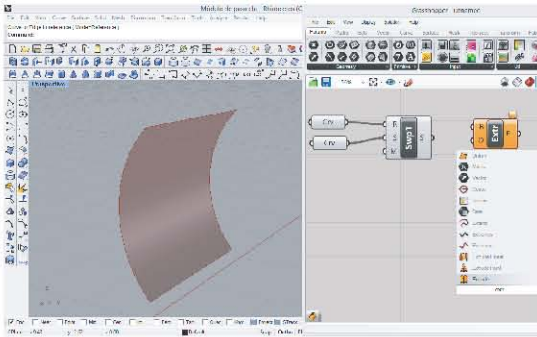
6. Damos clic derecho en cada Crv y seleccionamos **Set one Curve**.
7. Seleccionamos cada línea dibujada en Rhino.



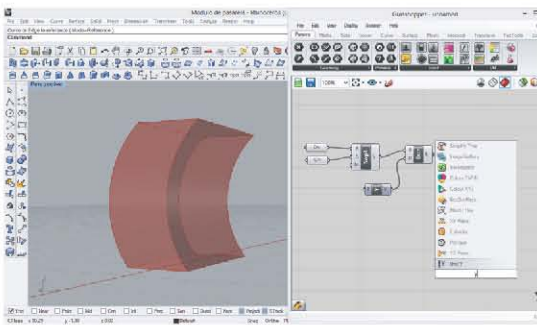
8. Insertamos el componente **Sweep1**.



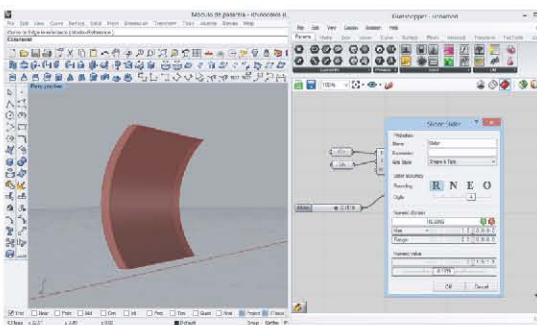
9. Conectamos la primera **Crv** con **R** (rail) y la segunda **Crv** con **S**(section de la curva) del **Sweep1**.



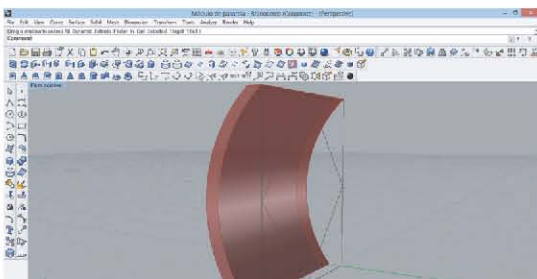
10. Insertamos **Extrude**.
11. Conectamos **Sweep1** con **B**.



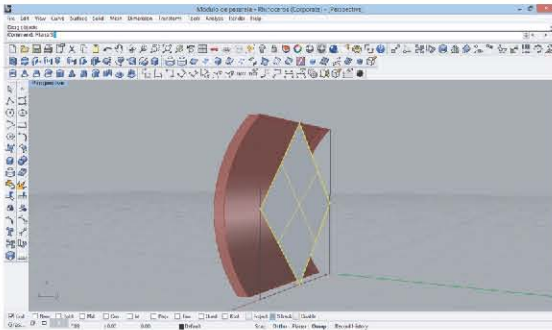
12. Insertamos **Extrude**.
13. Conectamos **Sweep1** con **B** (base a extruir).



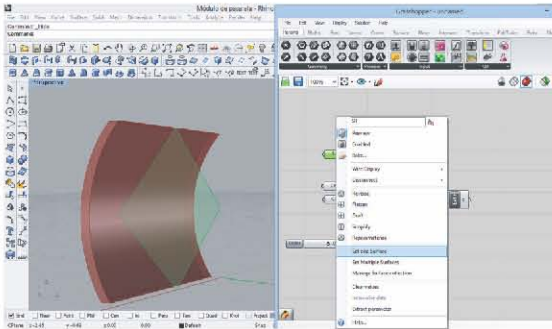
14. Ingresamos un **Number Slider**.
15. Damos **doble clic** en la palabra **slider**.
16. **Configuramos** las unidades.
17. En numeric domain ponemos como **valor mínimo -10.00**.



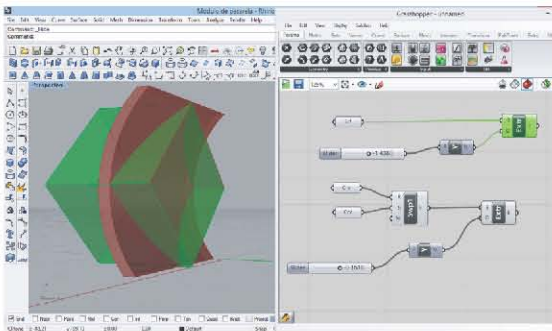
18. En **Rhinoceros** dibujamos el **perfil** del segmento de la pasarela a intervenir.



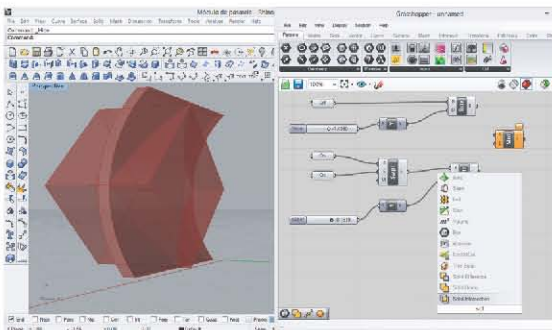
19. En Rhinoceros ingresamos el comando **PlanarSrf**.
20. Seleccionamos las curva a convertir en **superficie**.



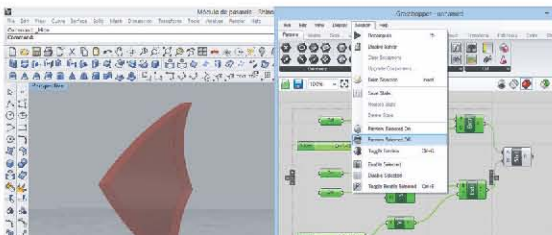
21. En grasshopper ingresamos el parámetro **Srf (superficie)**.
22. Hacemos clic derecho en srf.
23. Clic en **Set one Surface**.
24. Seleccionamos



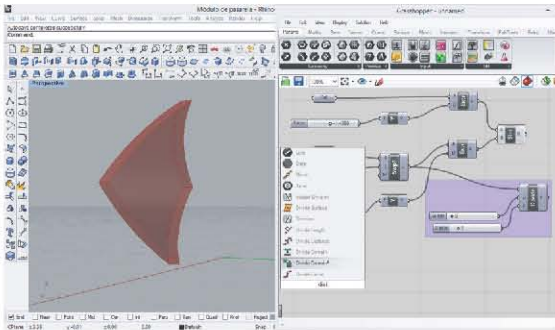
25. Ingresamos **Extrude**.
26. Conectamos Srf con B de extrude.
27. Buscamos Y (vector Y) y conectamos con D del extrude.
28. Ingresamos un Number Slider.
29. Conectamos el Slider con el vector Y.



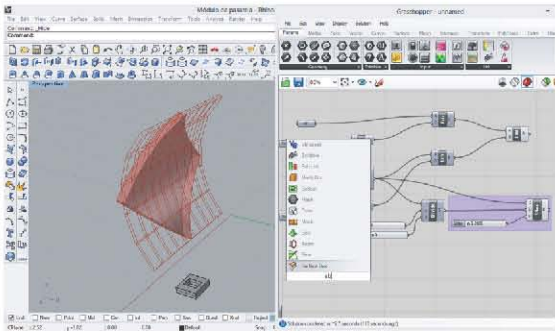
30. Ingresamos **Solid Intersection**.
31. Conectamos el primer extrude con el dato de entrada A y el segundo extrude con el dato B.



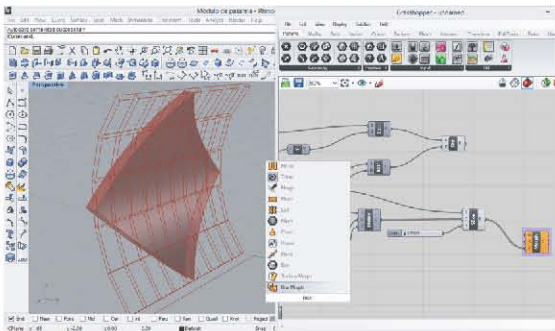
32. Ocultamos la historia de los componentes anteriores.
33. Para ello, seleccionamos todos los componentes a ocultar.
34. Nos ubicamos en **Solution** de la barra de menus.



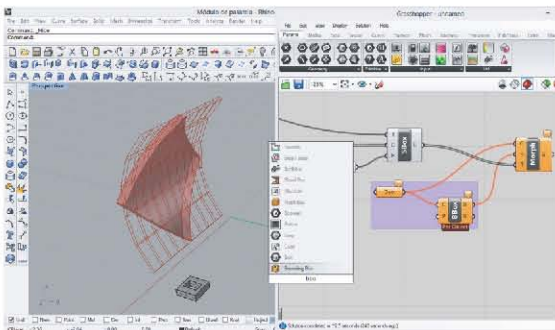
- 36. Ingresamos el componente Divide Domain².
- 37. Conectamos **Sweep1** con **I** del Divide.
- 38. Ingresamos dos **Number Slider** y los conectamos a **U** y **V** del Divide domain².



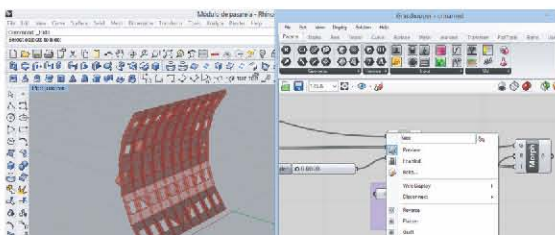
- 39. Ingresamos el componente **Surface Box**.
- 40. Conectamos **Sweep1** con **S** del **surface box**.
- 41. Conectamos **D** con el componente divide.
- 42. Ingresamos un **Number Slider** y los conectamos a **H** (altura).



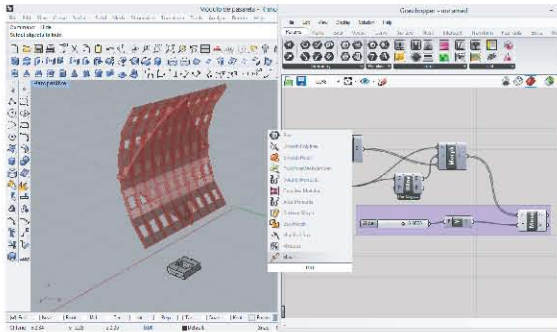
- 43. Ingresamos el componente **Box Morph**.
- 44. Conectamos **T** del Morph con el dato de salida de surface box.



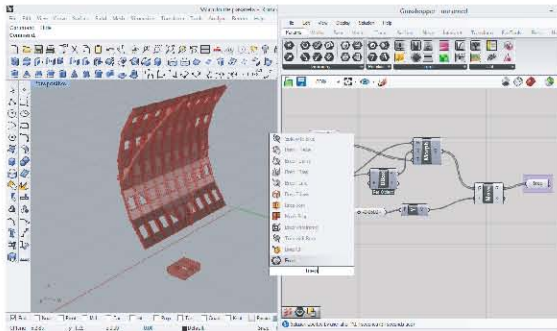
- 45. Ingresamos Geo (geometría) y la conectamos con **G** del Morph.
- 46. Insertamos el componente **BBox**.
- 47. Conectamos **Geo** con **C** del bbox.
- 48. Conectamos **B** del bbox con **R** del morph.



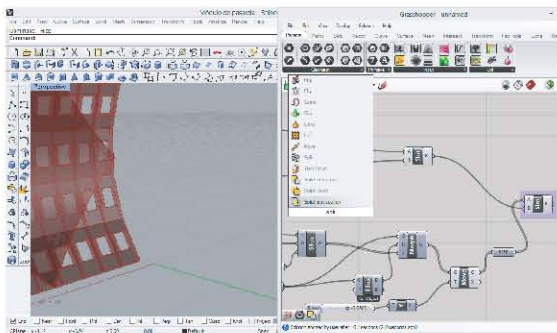
- 49. Dibujamos en Rhino un módulo(sólido) para utilizarlo como principio de diseño.
- 50. Nuevamente en Grasshopper damos clic derecho en Geo y seleccionamos **Set One Geometry**.



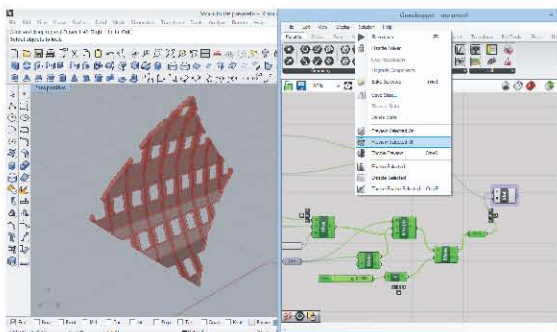
- 51. Ingresamos **Move** y lo conectamos con el dato de salida **G** de Morph.
- 52. Ingresamos **Unit Y** y lo conectamos con **T** del move.
- 53. Ingresamos un **Number Slider** y lo conectamos con **F** de unit Y.



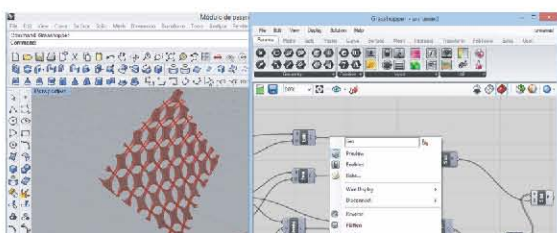
- 54. Insertamos un **Brep**.



- 55. Ingresamos un **Solid Intersection**.
- 56. Conectamos **Brep** con el dato **A** (primer sólido)
- 57. Conectamos **R** del componente **SInt** con **B** (segundo sólido).

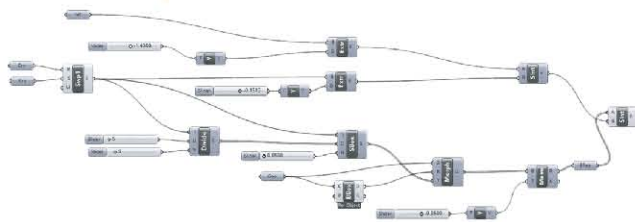


- 58. Ocultamos la historia de los componentes anteriores.



- 59. Para obtener otros diseños es necesario generar un nuevo módulo en Rhino.
- 60. Luego hacemos clic derecho en **Geo** (geometría).
- 61. Clic en **Set one Geometry**.

Sistema resultante



Resultado Final



Conclusiones

- Se debe trabajar conjuntamente con todas las instancias que involucren a la arquitectura o cualquier campo del diseño: Sociedad - Universidad - Docentes - Estudiantes.
- Actualizar al equipo de docentes en el uso de las nuevas herramientas y conceptos para su utilización, no solo en los talleres de diseño sino en todas las materias que puedan utilizar estas.
- Generar una predisposición en los estudiantes para aprender el diseño paramétrico, para ello se debe hacer conocer sus potencialidades y desventajas en el diseño.
- El proceso propuesto tiene la intención de fortalecer el diseño con nuevas herramientas y nuevos conceptos, por ello si se lo quiere utilizar este deberá ajustarse a su realidad ya que este es una guía y no se convierte en una camisa de fuerzas, puede ir modificándose de acuerdo a la realidad de los estudiantes y de la sociedad.
- Luego de las aproximaciones en los talleres de diseño en nuestra universidad es prioritario dividir en fases su implementación, especialmente su fase inicial ya que los estudiantes en su primera incursión no logran alcanzar el nivel necesario para dominar todas las herramientas.
- Es importante comprender que los alumnos de hoy van a ser los arquitectos del mañana con configuraciones innovadoras por lo tanto es preciso que vayan involucrándose en el uso y manejo de estos conceptos desde los primeros ciclos de su carrera y puedan competir con otros que ya están adelantados.

CONCLUSIONES

- El diseñador, el estudiante y/o el docente goza de un papel preponderante para convertirse en un innovador, saber trabajar en equipo y en la experimentación; sin embargo esto no se da mientras la persona no se libere de los estatutos preestablecidos dados por las arquitecturas tradicionales. Con esto no quiero decir que estoy en contra de ello, sino que tiene que re-potencializarse para que reconstruya su pensamiento hacia una comprensión geométrica, una lógica paramétrica, y sobre todo evolutiva.
- Debemos fortalecer la formación y aprendizaje del siglo XXI, promover un modelo híbrido que incluyan aprendizaje online, modelos colaborativos y el continuo uso didáctico de las TIC, así como estimular la innovación y el emprendimiento, ya que las TIC no están suficientemente integradas en los planes de estudio, por ello es importante la creación de programas que impulsen el uso didáctico de la TIC.
- Los sistemas generativos y las tecnologías digitales está permitiendo a los estudiantes, docentes experimentar posibilidades, optimizar soluciones y fabricar de una manera mas eficiente las diferentes soluciones a un solo problema, además de generar una arquitectura mas innovadora, creadora e imaginativa en los aspectos formales, funcionales y tecnológico constructivos de un proyecto arquitectónico
- Las tecnologías son fascinantes para los arquitectos y los diseñadores ya que permiten la incorporación nuevas posibilidades y resultados, así mismo pensar en una manera diferente la materialización, especialmente con el segundo grupo de programas (modelado y animación).
- Podríamos decir que nos estamos enfrentando a una cultura de pensar, imaginar, visualizar y materializar de una manera distinta, de un diseño que debe ser capaz de identificar estos requerimientos del mercado e incluso adelantarse a la tendencia, incorporar nuevos elementos y propiedades para desarrollar la competitividad; por ello el diseño individual ha pasado; ahora es la era de los sistemas conformándose en la nueva metodología de proyecto y sobre todo a una creciente virtualización de nuestra sociedad.

B I B L I O G R A F Í A

- Aish, R.** (2009). *Tools of Expression: Notation and Interaction for Design Computation*. ACADIA
- Andia, A.** (2011). *Hacia una arquitectura ciber-real*.
- Argumedo, Cristina & Paganini, A.** (2003). *Diseño digital: estudio exploratorio de caso*: Extraído el 15 de Septiembre, 2012 de http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?sigradi2003_002
- Barrios, C.** (2011). *Parametric Affordances What, When, How*. ACADIA.
- Bell, B.** (2005). *The Aggregate of Continuum*. University of Texas at Arlington: ACADIA
- Benévolo, Luis.** (1982). *Historia de la arquitectura del renacimiento*. Madrid: Alianza
- Benévolo, Luis.** (1982). *Historia de la arquitectura moderna*. Madrid: Alianza
- Benévolo, Luis.** (1967). *Introducción a la arquitectura*. Madrid: Alianza
- Bermudez, J.** (2010). *Architecture in digital space*, The University of Utah, ACADIA
- Bermudez, J.** (2010) *Design Architectural Experiences: Using Computers To Construct Temporal 3d Narratives*, The University of Utah. ACADIA
- Bermudez, J.** (1998) *Media Interaction and Design Process: Establishing a Knowledge Base*, The University of Utah. ACADIA
- Besserud, K & Cotten, J.** (1998). *Architectural Genomics*. ACADIA
- Bessone, M. & Mantovani, G.** (1999). *Integración del medio digital a la enseñanza del diseño arquitectónico: huellas de un taller experimental*. Extraído el 06 de Noviembre, 2013 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/2578.content.pdf>.
- Bessone, M. & Mantovani, G.** (2000). Extraído el 20 de Abril de 2013 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/aa69.content.pdf>.
- Bianchi, A.** (2004). *Herramientas digitales en el proceso de diseño en el taller de arquitectura*. SIGRADI
- Borgues, C. & Mara.** (2011). *La Computadora: Su papel en la formación del Arquitecto*. Extraído el 15 de Junio, 2012 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/d65f.content.pdf>. SIGRADI
- Blazquez, O & Hardin, M.** (1998). *Balancing Computer Use and Design Content in Studio*

Projects. ACADIA.

Broadbent, G. (1976). *Diseño arquitectónico. Arquitectura y ciencias humanas*. Barcelona: Gustavo Gili.

Blough, L (2010). *Digital Tracery: Fabricating Traits*. ACADIA

Bonta, P (1999). *CAO - Centro Asistido por Ordenador*. ACADIA

Boza, L. (Un). *Intended Discoveries Crafting the Design Process. The Catholic University of America School of Architecture & Planning*. ACADIA.

Burry, M.; Datta, S. & Anson, S.(2000). *Introductory Computer Programming as a Means for Extending Spatial and Temporal Understanding. School of Architecture and Building, Deakin University, Australia*. ACADIA

Bustos, G. & Burgos, I. (2011). *Desarrollo y aplicabilidad de menús virtuales en vrml*. Extraído el 10 de Mayo, 2012 de www.sigradi.com.

Bustos, G.; González, G. & Rincón, F. (2011). *Arquitectura Interactiva, reacción, comportamientos y trans-formaciones en el Programa de Diseño*. SIGRADI

Cabrinha, M (2010). *Parametric Sensibility: Cultivating the Material Imagination in Digital Culture*. California Polytechnic State University, San Luis Obispo. ACADIA

Cabrinha, M. (2002). *Function Follows Form: 10 Sticks (and a Bench)*, California State Polytechnic University, San Luis Obispo. ACADIA

Cabrinha, M. (2002). *Synthetic Pedagogy*. California Polytechnic State University, San Luis Obispo. ACADIA

Campbell, C. (2002). *Digital Design Pedagogy Setting the Foundation for Digital Design in the Architecture Curriculum*. ACADIA

Cano, E. & Llavaneras, G. (1999). *Un disparador de ideas*. Extraído el 18 de Abril, 2012 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/0637.content.pdf>.

Capitel, A. (2009). *La arquitectura compuesta por partes*. Barcelona: Gustavo Gili.

Carraher, E. (2011). *Parameters of a Digital Design Foundation*. Virginia Tech (VT). ACADIA

Castellano, D. (2011). *Humanizing Parametricism*. University of Wisconsin Madison, School

of Human Ecology, Design Studies.ACADIA

Ceccato, C.; Simondetti, A. & Burry, M. (2000). *Mass-Customization in Design Using Evolutionary and Parametric Methods*. The Hong Kong Polytechnic University, China & Deakin University, Australia. ACADIA.

Cook, Peter., Llewellyn R. (1991). *Nuevos lenguajes en arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili

Combes, L. (1998). Acerca de las posibilidades actuales de la enseñanza del diseño asistido por computadora. Extraído el 17 de Septiembre, 2012 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/43ee.content.pdf>.

Combes, L. (1998). *Acerca de las posibilidades actuales de la enseñanza del diseño asistido por computadora*. SIGRADI

Combes, L. (2002). *Dibujo ayudado por computadora vs. Diseño ayudado por computadora*. Extraído el 04 de Abril, 2013 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/c488.content.pdf>.

Cheryl Z. Qian, Victor Y. Chen, and Robert F. Woodbury. (2007). *Participant Observation can Discover Design Patterns in Parametric Modeling*. ACADIA.

Chiarella, M. (2004). *Superficies paramétricas y arquitectura: Conceptos, ideación y desarrollo*. Extraído el 25 de Septiembre, 2013 de http://www.researchgate.net/publication/228701061_SUPERFICIES_PARAMTRICAS_Y_ARQUITECTURA_CONCEPTOS_IDEACIN_Y_DESARROLLO. SIGRADI

Chiarella, M.; Costa, M.; Veizaga, M.; Gronda, G.(2011). *Patrones Generativos*. SIGRADI.

Davis, Daniel. (2013). *Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture* (Disertación Doctoral, MIT, 2013) Extraído el 03 de junio, 2014 de <http://www.danieldavis.com/>

De La Barrera, C. (2005). *Integral envelopes*. Extraído el 25 de Septiembre, 2013 de http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2005_150.content.pdf. SIGRADI

De La Barrera, C. (2006). *Algoritmos evolutivos como modelo propositivo de diseño*. Extraído el 26 de Septiembre, 2013 de http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2005_344.content.pdf. SIGRADI.

Dinámicos (URDIR.Lab). *Estrategias proyectuales paramétricas simples para el ejercicio profesional cotidiano.* SIGRADI.

Dorta, T. (1999). *La Realidad Virtual Dibujada: como una nueva manera de hacer computación.* Extraído el 17 de Abril, 2013 de <http://www.hybridlab.umontreal.ca/documents/3-ConVeACA1999.pdf>. ACADIA

Espina, J. (2002). *La tecnología digital en las edificaciones arquitectónicas de la modernidad.* Extraído el 18 de Abril, 2013 de <http://cumincades.scix.net/data/163works/att/479c.content.pdf>. SIGRADI.

Estévez, A. (2002). *El nuevo proyectar cibernético-digital y el nuevo proyectar ecológico medioambiental.* Extraído el 03 de Septiembre, 2013 de http://www.artyarqdigital.com/fileadmin/user_upload/PDF/Publicaciones_Jornada_I/Jornadas_I_AEstevez.pdf. SIGRADI.

Fiamma, P. (2002). *Architectural Design and Digital Paradigm: from Renaissance Models to Digital Architecture.* ACADIA

Filippucci, M. (2010). *Virtual en virtual, discretización en discretización: forma y percepción en modelado paramétrico para renovar la geometría descriptiva.* Extraído el 06 de Septiembre, 2013 de http://www.academia.edu/2285149/Virtual_in_virtual_discretization_in_discretization_shape_and_perception_in_parametric_modelling_for_renewing_descriptive_geometry. SIGRADI.

Filippucci, Marco. (2012). *Representaciones al cuadrado. El diseño generativo para la renovación de la geometría descriptiva.* Extraído el 05 de Septiembre, 2013 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/dcbc.content.pdf>.

Flanagan, R. (2000). *Fantasy, Reality & Animation, Factors in Design.* Extraído el 16 de Septiembre, 2012 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/37a1.content.pdf>.

Johnson, L., Adams Becker, S., Gago, D. Garcia, E., y Martín, S. (2013). *NMC Perspectivas Tecnológicas: Educación Superior en América Latina 2013-2018. Un Análisis Regional del Informe Horizon del NMC.* Austin, Texas: The New Media Consortium.

Jencks C. & Baird G. (1975). *El significado en arquitectura.*

García, Valverde, Parra & Reyes. (2000). *Creacion/Creatividad: Diseños Arquitectónicos Generados por Realidad Virtual*. Extraído de 16 de Septiembre, 2012 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/4f88.content.pdf>.

Gürsel, İ. (2012). *Creative design exploration by parametric Generative systems in architecture*. Extraído el 19 de Septiembre, 2013 de http://www.academia.edu/1821083/CREATIVE_DESIGN_EXPLORATION_BY_PARAMETRIC_GENERATIVE_SYSTEMS_IN_ARCHITECTURE

Gutiérrez, Pérez, Sánchez & Olmo. (2011). *Incorporación del diseño y fabricación digital a la arquitectura: docencia y práctica profesional*. Extraído el 04 de Noviembre de 2013 de http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15010/GUTI%C3%89RREZ%20M-P%C3%89REZ%20DE%20LAMA%20J-OLMO%20J%20J-S%C3%81NCHEZ-LAULH%C3%89%20J%20M_Incorporaci%C3%B3n%20del%20dise%C3%B1o%20y%20fabricaci%C3%B3n%20digital%20a%20la%20arquitectura%20docencia%20y%20pr%C3%A1ctica%20profesional.pdf?sequence=1

Grau, P. (1962). *Síntesis de los estilos arquitectónicos*. Barcelona: CEAC.

Guattari, Félix. (1996). *Caosmosis*. Argentina: Manantiales.

Guattari, Félix. (1996). *Las tres ecologías*. España: Pre-textos.

Hanna, S. & Turner, A. (2006). *Teaching Parametric Design in Code and Construction*. Extraído el 29 de Septiembre, 2013 de <http://discovery.ucl.ac.uk/3284/1/3284.pdf165>

Heidrich, F. & Dominguez, E. (2011). *La Identificación de una Gramática Formal a través del Modelado Digital Identification of a Shape Grammar through the Digital Modeling*. SIGRADI.

Hemmerling, M. (2011). *Informed Material*. SIGRADI

Ibelings, Hans. (1998). *Supermodernismo arquitectura en la era de la globalización*. Barcelona: Gustavo Gili.

Ingeborg, M. (2010). *Interface: Between Analog and Digital Systems*. ACADIA

Karle, D. & Kelly B. (2011). *Parametric Thinking*. University of Nebraska Lincoln (UNL) College of Architecture. ACADIA

Kolarevic, B. (2000). *Digital Architectures*. University of Pennsylvania, USA. ACADIA

- Kolarevic, B.** (2000). *Digital Morphogenesis and Computational Architectures*. Extraído el 15 de septiembre, 2012 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/fbc9.content.pdf>
- Latour, Bruno.** *CRISIS “Nunca fuimos modernos”*, obtenido de: <http://tecnologiainformatica.wetpaint.com/page/Nunca+Fuimos+Modernos+Cap%C3%ADtulo+1+-+Crisis+-+Resumen+y+ensayo?t=anon>
- López Morales, Humberto.** (1974). *Introducción a la lingüística generativa*. Madrid: Alcalá, Madrid.
- Lyon, E.** (2004). *Artificial intelligence and emergence in architecture: a multi-agent based model for design processes*. SIGRADI.
- Lyon, A. & Labarca, C.** (2009). *Modular Flow; hard on parametrics*. SIGRADI
- Marin, P.; Claude Bignon, J. & Lequay, H.** (2008). *A Genetic Algorithm for Use in Creative Design Processes*. ACADIA.
- Marrero, O. & Martínez, E.** (2008). *Estrategia para el diseño paramétrico basado en modelos*. Extraído el 06 de Septiembre, 2013 de <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/108>.
- Martín, R.** (2001). *La integración de la computación en la enseñanza de la arquitectura*. Extraído el 18 de Abril, 2013 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/603e.content.pdf>
- Martín, S.** (2011). *El diseño generativo*. Extraído el 15 noviembre, 2013, de <http://vortica.wordpress.com/2011/08/09/el-diseno-generativo/>
- Mendel,** (2004). *GENÉTICO versus GENERATIVO, o de la generación automática de formas*. Extraído el 29 marzo, 2010, de www.coac.net/ajac/premis.../2004-Genetico_y_Generatico-AJAC.pdf.
- Mitchell, William.** (1977). *Computer-aided architectural desing*.
- Nojimoto, C.; Tramontano, M & Sobral, R.** (2011). *Design Paramétrico: Experiência Didática Parametric Design: Didactic Experience*. SIGRADI.
- Ortega, Lluís.** (2009). *La digitalización toma el mando*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Paranandi, M.** (1999). *Cad in Education*. ACADIA

- Picon, A.** (2010). *Digital Culture And Architecture: Evolution or Revolution*. ACADIA
- Pereira** Alonso, José Ramón.(2005). *Introducción a la historia de la arquitectura*. México: Reverté
- Pierre**, Pellegrino & Coray Daniel (1999). *Arquitectura e informática*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Piscitelli**, Alejandro. (2002). *Ciberculturas 2.0*. México: Paidós
- Quezada**, M (2010), *Diseño generativo: Una herramienta para el diseño*. Extraído el 30 Noviembre, 2011, de mquezadag.uchilefau.cl/...generativo/72-diseno-generativo-la-nueva-
- Rifkin**, Jeremy. (1999). *El siglo de la biotecnología*. España: Marcombo
- Roncoroni**, U. (2007). *GDesign 1.0 Una aplicación de diseño basado en las gramáticas generativas y en la vida artificial*. Tesis para optar al Título de Magister en Ciencias de la Computación, Escuela de Graduados, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú
- Roe**, S. (2010). *Investigation to the production of form*. ACADIA
- Sampaio**, A. (1999). *Proceso de diseño y nuevo paradigma en expresión gráfica*. Extraído el 04 de septiembre, 2013 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/4587.content.pdf>
- Schnabel**, M. & Tang, A. (2007). *Creaciones con diseño paramétrico*. Extraído el 04 de Septiembre, 2013 de <http://cumincades.scix.net/data/works/att/863e.content.01897.pdf>
- Schnabel**, M. y Tang, A. *Disparallel spaces: creaciones con diseño paramétrico*. SIGRADI.
- Schumacher**, P. (2008). "Parametricism as Style: Parametricist Manifesto." Paper presented at The Darkside Club, 11th Architecture Biennale, Venice, 11 September. Digital copy of text. Extraído el 23 de Junio, 2014 de [http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism as Style.htm](http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm)
- Senagala**, M. (2003). *Post-spatial Architectures: The emergence of time-like parametric worlds*. SIGRADI
- Seung**, R. (2011). *Parametric Translations*. ACADIA.
- Shireen**, Erhan, Botta & Woodbury. (2012). *Desarrollo paralelo de los modelos de diseño paramétrico Utilizando gráficos de dependencia subjuntivo*. Extraído el 25 de Septiembre, 2013 de http://www.academia.edu/1940455/Parallel_development_of_parametric_design_models_

using_subjunctive_dependency_graphs

Sivam, K. (2012). *What is computational design?*. Extraído el 03 de Septiembre, 2013 de http://www.academia.edu/1488733/1._Introduction_to_Computational_Design.

Sprecher, A. (2011). *Homeorhetism: few observations on the nature of experimentation in computational architecture*. ACADIA

Steele, James. (2001). *Arquitectura y revolución digital*. México: Gustavo Gili.

Testa, P. & Greenwold, S. (2000). *AGENCY GP: Genetic Programming for Architectural Design*. ACADIA

Theodore, D. (2010). *The Limits of Digital Architecture: Interpretation versus Data*. ACADIA

Therese, T. (2008). *Network Morphologies Neuronal Systems as Models for Relational Form Generation*. ACADIA

Tokman, L.& Yamacli, R. (1999). *Imagining the ideal design studio: technology, people and environment in architectural education*. ACADIA

Virilio, Paúl. (1998). *La máquina de la visión*. España: ediciones cátedra.

Volker Mueller. (2010). *Collaboration in Parametric Design*. ACADIA

Woodbury, R. & Aish, R. (2007). *Some Patterns for Parametric Modeling*. ACADIA.

kolarevic Branko (2003). *Architecture in the digital age. design and manufacturing*. Barcelona. spon press. taylor & francis group,

Zawidzki, M. (2008). *Implementation of Cellular Automata for Dynamic Shading of Building Facade*. ACADIA