



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DEL USUARIO  
EN CONCEPTOS DE DISEÑO Y ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEOS,  
MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DE  
TECNOLOGÍA DIGITAL PERTINENTES.

AUTOR

Orlando André Buitrón Cevallos

AÑO

2017



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DEL USUARIO EN CONCEPTOS DE DISEÑO Y ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEOS, MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DE TECNOLOGÍA DIGITAL PERTINENTES.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Licenciado en Diseño Gráfico e Industrial.

Profesor Guía

MSc. María Claudia Valverde Rojas

Autor

Orlando André Buitrón Cevallos

Año

2017

## DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientado sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

María Claudia Valverde Rojas

Master en Diseño Industrial para Arquitectura

C.I.1713092011

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Edgar Patricio Jácome Monar

Magister en Ingeniería Industrial

CI.1710893197

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Orlando André Buitrón Cevallos

C.I. 1723422257

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer principalmente a mi familia por todo su apoyo y confianza, a mi tutora y mentora María Claudia Valverde, al profesor Juan Fruci por su apoyo.

## **DEDICATORIA**

Quisiera dedicar esta tesis a mi familia como apoyo incondicional, a toda persona que piensa y ve el mundo diferente y se sienten excluidas por la forma de ver el mundo, también a Claudia Valverde por inspirarme a seguir adelante.

## RESUMEN

El siguiente trabajo de titulación es un aporte teórico que empezando por el análisis de referentes de la arquitectura se explican los estilos de diseño y de las ciencias proyectuales y como estas han ido evolucionando a lo largo del tiempo, así mismo se presenta el resumen de algunos puntos del manifiesto de Patrick Schumacher "La Autopoiesis de la Arquitectura" , mismo que plantea un paradigma de diseño que, según su concepción, no existía desde el estilo modernista del diseño, este paradigma está basado en el Parametricismo, el cual es posible ampliar su uso debido a tecnologías de construcción digital de la cuarta revolución industrial. En esta tesis se hace este análisis más allá de la arquitectura para extenderla a todas las actividades del diseño, orientado al diseño de producto y diseño industrial. Esta base teórica es usada sobre una estructura paramétrica de exhibición que fue construida en madera y exhibida en CROMIA 2015, y sujeta a experimentos controlados en la Universidad de las Américas, en la sede Granados durante 3 días.

Este proyecto de titulación está enmarcado como el objetivo número uno del plan de investigación de la escuela de la Universidad de Las Américas en Quito Ecuador, que lleva como título: "Elaboración de una metodología de aplicación de conceptos de diseño y arquitectura contemporáneos, mediante el uso de herramientas de tecnología digital pertinentes" y alimentará la información necesaria para el proyecto de titulación de 2 tesis que continúen con el trabajo dentro del plan de titulación Este proyecto de investigación abarcará otras tesis y productos relacionados.

## **ABSTRACT**

The following work is a theoretical contribution, starting with the analysis of architecture referents who explain design styles and how projectile science have been evolving in the long run, in addition it presents the summary of some topic of Patrick Shumacher's manifest "The Autophoesis of Architecture", the same that states a design paradigm that, according to him, didn't exist in design's modernist style, which is based in Parametricism, in which it's possible to amplify its use with the help of digital construction technology of the fourth industrial revolution. In this thesis, there's an analysis further than architecture, where its extended into various design activities oriented to product and industrial design. This theory was applied over a parametric structure of exhibition which was made of wood and was shown in CROMIA 2015, which is subject of experiments monitored by Universidad de Las Américas in Granados campus for 3 days. This project has as its first goal to "Elaborate a methodology of concept application of contemporary design and architecture using digital technology tools" as Quito, Ecuador's Universidad de Las Americas' investigation plan which will also feed the necessary information for the project of two thesis students that will continue this work, and which will cover other thesis with similar products.

# INDICE

1.Capítulo I. Introducción .....	1
1.1.Formulación del Problema .....	1
1.2.Justificación .....	8
1.3.Objetivos .....	9
1.3.1.  Objetivo General.....	9
1.3.2.  Objetivos Específicos .....	9
2.Capítulo II. Marco Teórico .....	10
2.1.Antecedentes .....	10
2.1.1.  Experiencia del Usuario.....	10
2.1.2.  Fenomenología y Semiología .....	12
2.2.Aspectos Referenciales .....	15
2.2.1.  Frei Otto .....	16
2.2.2.  Antonio Gaudí.....	18
2.2.3.  Luigi Moretti.....	20
2.2.4.  Zaha Hadid.....	22
2.2.5.  Patrick Schumacher.....	27
2.2.6.  AADRL .....	28
2.2.7.  AADRL- Arrecife Urbano: Proyecto diseñado por Shampoo. ....	29
2.3.Aspectos Conceptuales.....	33
2.3.1.  Organización y Articulación .....	33
2.3.2.  Función.....	34
2.3.3.  Función VS Capacidad:.....	36

2.3.4.	Teoría de la Autopoiesis .....	36
2.3.5.	Proceso de diseño .....	38
2.3.6.	Diseño Paramétrico .....	40
2.3.7.	Parametricismo.....	43
2.3.8.	Parametricismo vs Modernismo.....	46
2.3.9.	Marginalización del Parametricismo .....	47
2.4.	Fabricación digital.....	49
2.4.1.	Enrutador CNC.....	51
2.4.2.	Cortador láser.....	52
2.4.3.	Impresoras 3D.....	54
2.4.4.	Modelado de deposición fundido .....	56
2.4.5.	Estereolitografía .....	57
2.4.6.	Sinterizado láser selectivo .....	58
2.4.7.	Impresoras de polvo .....	59
2.5.	Plan de investigación de la escuela de Diseño de la Universidad de Las Américas en Quito Ecuador .....	59
2.6.	Agent based Modeling ABM.....	61
2.6.1.	Agentes .....	61
3.	Capítulo III. Diseño Metodológico .....	65
3.1.	Tipo de investigación.....	65
3.2.	Población .....	66
3.3.	Muestra .....	66
4.	Capitulo IV. Desarrollo de la Propuesta .....	68
5.	CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES .....	83

5.1.Conclusiones.....	83
5.2.Recomendaciones .....	84
REFERENCIAS.....	86
ANEXOS .....	91

## 1. Capítulo I. Introducción

### 1.1. Formulación del Problema

El diseño de la experiencia del usuario, para que se materialice, requiere del procesamiento de todos los parámetros que intervienen entre el diseño y el usuario. Esta aproximación que pone al usuario como el centro del diseño, es una aproximación del diseño contemporáneo que trata de evitar el oxímoron (Combinación en una misma estructura sintáctica de dos palabras o expresiones de significado opuesto, que originan un nuevo sentido) entre uso y función.

También tenemos como conflicto la fuerte influencia que tiene el movimiento moderno en las ciencias proyectuales, aun cuando la sociedad definitivamente ya no es una sociedad moderna según Patrick Schumacher.

“El Movimiento Moderno en arquitectura había muerto y renacido varias veces” (Charles Jencks, 1930, Presentación MoMa) es posiblemente una de las primeras afirmaciones acerca del decaimiento del modernismo como movimiento durante su presentación en sociedad en el MoMa en los años 30. Charles Jencks (arquitecto paisajista, teórico e historiador de la arquitectura estadounidense y autor de libros sobre historia y crítica del Movimiento Moderno y Posmodernismo) dice que el movimiento moderno está muerto<sup>1</sup>, a partir de esta afirmación y desde entonces empiezan todas las búsquedas de lo que pasaría después.

---

<sup>1</sup>Fuimos testigos de un buen número de desastres arquitectónicos en los años 70. El más renombrado fue la demolición de Pruitt Igoe, un conjunto de vivienda social de San Louis. Varias torres, basadas en las teorías de Le Corbusier y el CIAM, fueron dinamitadas.



Figura 1. Demolición con explosivos del primer edificio de Pruitt Igoe.

Tomado de: (Modern Movements in Architecture, 1922)

Luego de presenciar la “caída del movimiento moderno”, cuáles de las expresiones que se reconocen explícitamente como contemporáneas podrían conformar un movimiento que represente a lo contemporáneo. Para dar respuesta a esto, se requiere la producción de una teoría sistematizada que describa los fenómenos de producción, evaluación y validación del diseño, no se puede partir de un simple análisis de casos de éxito, porque esto no genera información estructurada y transmisible, que es de suma importancia para el “quehacer” de la disciplina.

Ahora dentro de este contexto, esta tesis se adhiere al proyecto de investigación que pretende la “Elaboración de una metodología de aplicación de conceptos de diseño y arquitectura contemporáneos, mediante el uso de herramientas de tecnología digital pertinentes” y tanto el proyecto de investigación como dicha tesis se alinean con la teoría base que es la de la Autopoiesis de la Arquitectura, autoría de Patrick Shcumacher.

“El marco que desarrolla la teoría base del presente trabajo estructura su análisis comprensivo de la disciplina sus más fundamentales conceptos,

métodos y valores, El presente trabajo hará hincapié a aquellos que se refieren a los métodos, ya que su objetivo es establecer una metodología académica adaptada para nuestro entorno, sin embargo, esto no significa que no analice y tome lo más relevante en cuanto a conceptos y valores.” Proyecto de investigación Escuela de Diseño Udl, 2017.

Se dedicará en este trabajo a nutrir la construcción teórica que se refiere con los conceptos fundamentales que sustentan la profesión y la investigación, mismos que requieren ser repensados desde la contemporaneidad, para responder a la complejidad de los procesos sociales a los que el diseño se enfrenta, sin el registro del mismo los demás componentes del quehacer del diseño como son los procesos, metodologías, medios y sistemas de valor no tienen sentido. Esto se convierte en un problema porque los métodos y procesos suelen estancarse, es notoria la influencia del proceso de diseño modernista en la actualidad, cuando se ha reconocido que no somos más una sociedad modernista, este hecho acarrea un retraso en el manejo de los medios de producción de diseño, propios de nuestro momento histórico, lo que hace que por un lado se ignoren, castiguen y subutilicen y por otro se devalúen dentro de la sociedad. Ejemplo de esto es el uso difundido de producción de objetos sin fines sociales relevantes, utilizando tecnología de fabricación digital, aun cuando esta tiene un amplio potencial social.

Un ejemplo es lo que hace el Dr. Anthony Atala, dicho doctor está imprimiendo células, huesos e incluso órganos en una máquina de acero de 800 libras denominada "ITOP", o sistema integrado de impresión de tejidos y órganos.

El ITOP es único en su clase. En lugar de imprimir con tinta, esta impresora 3D imprime con células humanas. El ITOP hace que los órganos de laboratorio crecido que finalmente será capaz de ser implantado quirúrgicamente en el cuerpo. El Dr. Atala explicó que el proceso implica el uso de los propios tejidos del paciente. Se debe tomar un pedazo muy pequeño de tejido del paciente y luego se da comienzo a expandir esas células fuera del cuerpo, se usa dichas células para crear nuevos tejidos y órganos que luego se podrán poner nuevamente en el cuerpo. El ITOP imprime el andamio personalizado.

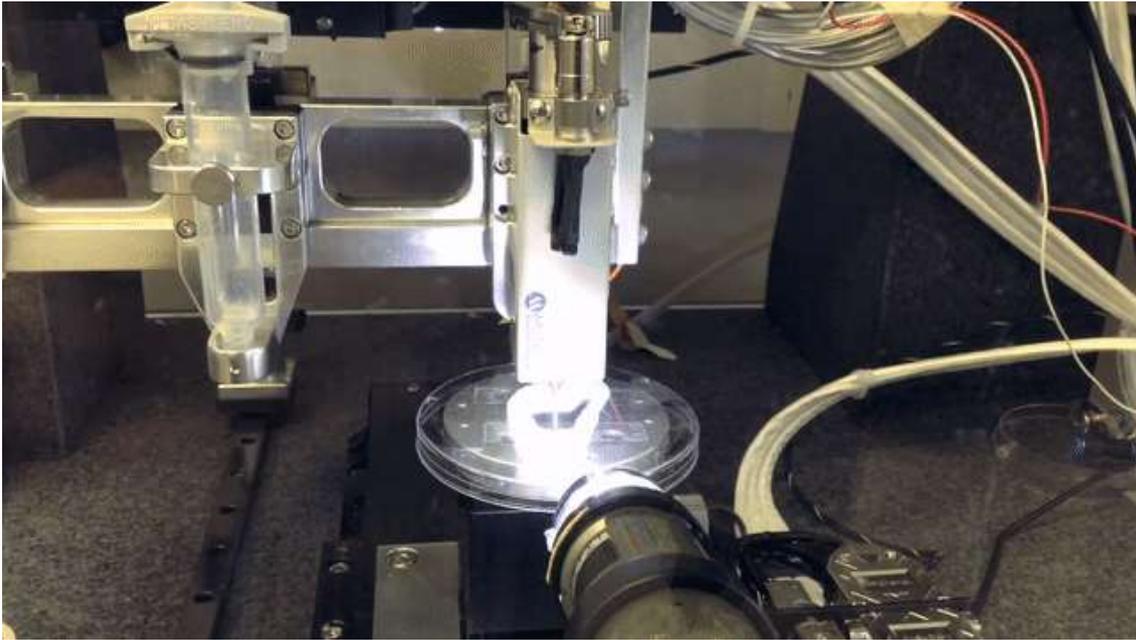


Figura 2. Máquina ITOP imprimiendo una oreja

Tomado de: (Centro Médico Bautista de Wake Forest, 2016)

El hecho de que no hay riesgo de rechazo hace que el Dr. Atala aún más ansioso de obtener estas estructuras de laboratorio a los pacientes. Según el Dr Atala, el cuerpo no rechazará los tejidos fabricados porque están hechos de las propias células de tejido de los pacientes.

En un estudio publicado por Nature Biotechnology, Atala y algunos otros investigadores admitieron que el cartílago, tejido óseo y músculo impreso en el ITOP habrían sido implantado con éxito en roedores. Después de monitorear a los roedores durante meses, notaron que el tejido había desarrollado un sistema de vasos sanguíneos y nervios.



Figura 3. Impresión de varios órganos,

Tomado de: (Centro Médico Bautista de Wake Forest, 2016)

El Dr. Atala insistía en que "en la ciencia nunca deberías decir nunca". Piensa que las futuras posibilidades tecnológicas son infinitas. En un punto incluso admitió que un cerebro humano podría ser hecho por el ITOP un día. "Es un órgano duro ... pero nunca debes decir nunca". <sup>2</sup>

Existe en nuestro contexto un sin número de diseños de artefactos que funcionan pero que nadie usa. Un ejemplo que podemos ver con facilidad es el uso de tecnologías de producción como son las impresoras 3D donde en nuestro país su única función es cumplir con pedidos de clientes que su único uso es el de crear juguetes o piezas personalizadas para regalos.

---

<sup>2</sup> El Dr. Atala y su equipo multidisciplinario de investigadores están adoptando estrategias paralelas para encontrar maneras de hacer crecer los órganos sólidos que las personas necesitan.

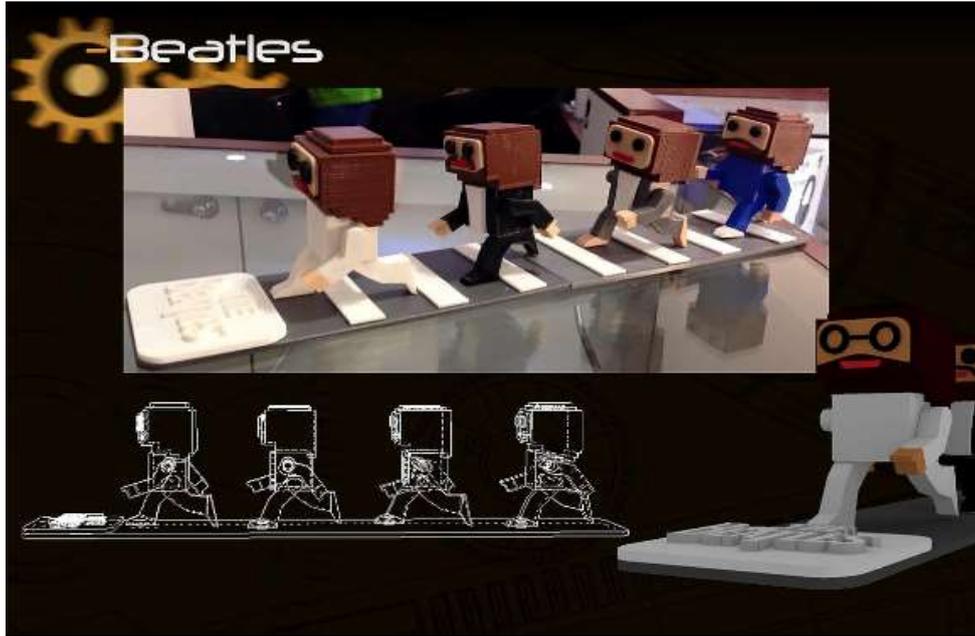


Figura 4: Impresión en 3D

Tomado de: (Market Group, Adorno de la banda The Beatles, s.f)



Figura 5: VULCAN, un pabellón temporal diseñado por Laboratory for Creative Design

Tomado de: (Laboratory for Creative Desig, 2015)

Mientras que con la misma tecnología de impresión en 3d se generan estructuras como una nombrada por los Record Guinness como la mayor estructura 3D impresa" llamada VULCAN, un pabellón temporal diseñado por Laboratory for Creative Design (LCD). Compuesto por 1023 segmentos impresos de forma individual.



Figura 6: VULCAN, un pabellón temporal diseñado por Laboratory for Creative Design

Tomado de: (Laboratory for Creative Desig, 2015)

"VULCAN representa una nueva realidad - los arquitectos y diseñadores son capaces de lograr una unión entre calidad y diseño ideal desde el concepto hasta la construcción mediante el uso de metodologías digitales de diseño y fabricación" (Arquitecto de LCD, Yu Lei-Beijin) En este caso se utilizó la tecnología de fabricación digital para procesar información, que actúa como ventaja ante usarla solo para reproducción de objetos.

También tenemos que tener en cuenta que en el país se dispone de tecnología de la Cuarta Revolución Industrial (basada en el uso de sistemas físicos cibernéticos) que no está siendo usada en todo su potencial de capacidad, ni en todas las operaciones en que se puede aplicar. Finalmente, esta tecnología, tanto en su parte cognitiva como en su parte de producción, cuando se usa es

de manera desordenada en cuanto a sus operaciones.

Es importante el cuestionamiento desde la contemporaneidad y del enfoque del diseño hacia el usuario, sustentado en una producción teórica estructurada que guíe los procesos y garantice el uso pertinente de recursos.

### 1.2. Justificación

Cómo se ha mencionado en el capítulo anterior: Es importante el cuestionamiento desde la contemporaneidad del enfoque del diseño hacia el usuario, sustentado en una producción teórica estructurada que guíe los procesos y garantice el uso pertinente de recursos.

Tanto en el Ecuador como muchas partes del mundo, existen recursos tecnológicos que pertenecen a la Cuarta Revolución Industrial, dichos recursos están instalados en instituciones educativas, empresas públicas/privadas y dedicadas a usos individuales específicos, pero no se les ha integrado en proyectos multidisciplinarios para generar innovación relevante y.

Además, por motivo de la realización de la exposición para Cromía 2015, dentro de la Escuela de Diseño Gráfico Industrial, como un ejercicio de la clase de Diseño e Innovación, se construyó y desarrolló una estructura paramétrica-expositiva que fue elaborada en madera y que es parte del proyecto de investigación de la escuela, antes mencionado.

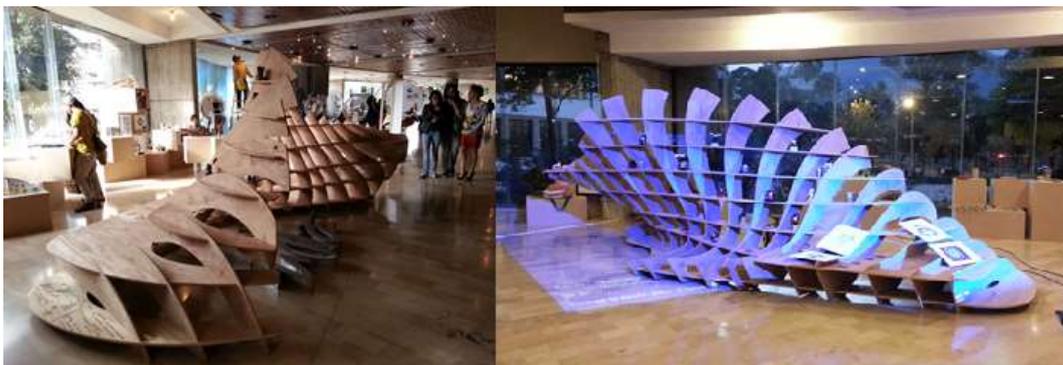


Figura 7: Estructura expositiva

El uso de tecnologías para innovar en el diseño hace que se puedan realizar varias simulaciones de desempeño antes de la construcción de un objeto,

donde el proceso es aún reversible y también sirve para monitorear el comportamiento del mismo a lo largo del tiempo. El proyecto de investigación expondrá una metodología de trabajo multidisciplinar y holística que promueve otros desarrollos investigativos para el Ecuador alrededor del diseño y construcción de objetos, basada en análisis teóricos de diseño y arquitectura contemporánea.

Se pretende mostrar la importancia de dicha metodología, demostrando a estudiantes y profesores universitarios la importancia de la aplicación de las ciencias básicas relacionadas con la Física para la elaboración de objetos reales.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Obtener un registro en torno a función social y uso social ante tecnologías digitales pertinentes mediante la evaluación experimental de una estructura paramétrica expositiva apoyado por las teorías de la Autopoiesis de la Arquitectura, donde sustenten desarrollos tecnológicos cuyo uso dentro del marco social contemporáneo, sea más efectivo.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Generación del Marco teórico en base a la Teoría de la Autopoiesis donde desembarca el diseño paramétrico y su dependencia.
- Diseño de experimentos de uso con el objetivo de estudio para observar la interacción y la experiencia de las personas entorno a formas complejas y figuras paramétricas en un ambiente controlado con una estructura de madera de carácter expositivo diseñada con herramientas paramétricas
- Interpretar los resultados de los experimentos de uso y formar un registro que alimente el objetivo uno del Proyecto de investigación Escuela de Diseño Udla 2017

## 2. Capítulo II. Marco Teórico

Esta tesis, al ser parte del proyecto de investigación que tiene como título “Elaboración de una metodología de aplicación de conceptos de diseño y arquitectura contemporáneos, mediante el uso de herramientas de tecnología digital pertinentes”, donde su objetivo es sustentar y validar el objetivo uno de dicho proyecto el cual es “Validar, utilizando un esquema tentativo de la metodología que se pretende proponer, los resultados previstos de manera digital, en el ámbito de uso analizando los tipos de interacción que genera una forma compleja y si las mismas se inscriben dentro de los conceptos de organización, articulación, función y capacidad, pertenecientes a la teoría de la Autopoiesis de la Arquitectura”, y siguiendo con el plan, formato de titulación y objetivo uno de esta tesis, el desarrollo y planteamiento del marco teórico tiene la función de producto en tema de comparación a una tesis de la escuela de diseño por ello el desarrollo de dicho marco teórico está planteado como el objetivo específico uno del plan de tesis.

### 2.1. Antecedentes

Los antecedentes se eligieron con el objetivo de sustentar y apoyar todo el marco teórico, la validación de los experimentos basados en la experiencia del usuario, utilizando conceptos y ejemplos.

Aquí se hablará de la evolución de protagonistas en el ámbito a estudiar, se presentará proyectos y sus autores que inspiraron y dieron paso a la creación de la teoría utilizada.

#### 2.1.1. Experiencia del Usuario

El diseño de la experiencia del usuario es una forma humana de diseñar productos.

El diseño de la experiencia del usuario (UXD o UED) es el proceso de aumentar la satisfacción y lealtad del usuario final mejorando la usabilidad, la facilidad de uso y el placer proporcionados en la interacción entre usuario y el

producto.

La experiencia del usuario también se relaciona con corrientes como el “diseño centrado en el Usuario”, el punto es que, si se puede observar en lo que se hace la gente se irá más allá de dictaminar funciones, sino que se puede establecer patrones de comportamiento, que es lo que se pretende hacer con los experimentos.

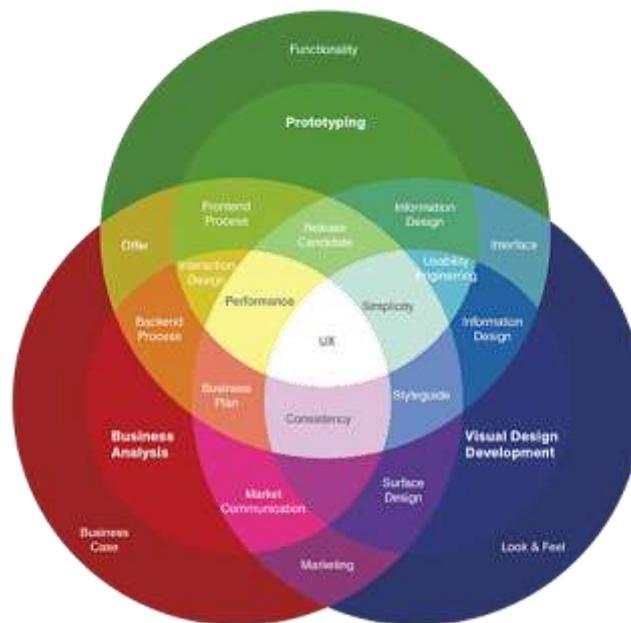


Figura 8: Diagrama Experiencia del usuario y todo aspecto que lo compone. Tomado de: (UX Nights. Adrian Solca Ux México, 2010)

Ahora se hablará de conceptos claves para entender la teoría de la Autopoiesis, conceptos que explican sobre la fenomenología y la semiología en relación al diseño. Para este proyecto es de interés la dimensión fenomenológica, ya que el concepto de reconocer patrones y no dictar funciones es una práctica extraordinaria (es decir no ordinaria), como para pasar ya la parte semántica.

### 2.1.2. Fenomenología y Semiología

La fenomenología y la semiología abordan diferentes dimensiones de la tarea de articulación arquitectónica y ahora de diseño que son igualmente indispensables para la funcionalidad del ambiente construido: la percepción del orden espacial y la comprensión del orden social. Tanto la dimensión fenomenológica como la semiológica son las dimensiones de la funcionalidad de la arquitectura y del diseño.

Hasta ahora hemos unido los fenómenos conocidos como fenomenológicos y semiológicos para distinguirlos, como dimensiones dependientes del sujeto, de la dimensión organizacional objetiva. Ahora es necesario distinguir fenomenología de la semiología, lo que conduce a la siguiente distinción

La dimensión organizativa es la parte del discurso arquitectónico / diseño-esfuerzo que se ocupa de las condiciones de la funcionalidad social del entorno construido. La dimensión organizativa se basa en el hecho de que la utilización del entorno construido depende del orden físico del usuario tales como actividades y movimientos relativos.

La dimensión fenomenológica es la parte del discurso arquitectónico / diseño-esfuerzo que se ocupa de las condiciones perceptivas de la funcionalidad social del entorno construido. La dimensión fenomenológica se basa en el hecho de que el uso del entorno construido depende de la rapidez y la percepción integral de su organización espacial.

La dimensión semiológica (semántica) es la parte del discurso del diseño que se ocupa de las condiciones semánticas de la función social de un entorno construido. Las dimensiones semiológicas se basan en el hecho de que el uso efectivo del entorno construido depende de la rápida y completa comprensión del entorno mismo, como un sistema de significados que revela su significado social, es decir, los tipos de interacciones sociales que existe en el medio ambiente.

Entre estas tres dimensiones se obtiene una relación de presuposición

sucesiva tal que la activación exitosa de la dimensión semántica presupone un logro previo dentro de la dimensión fenomenológica que a su vez presupone al menos un cierto mínimo de organización física. El resultado final de estos logros escalonados es la realización de una organización espacial designada y articulada, es decir, un orden que enmarca y facilita así los procesos de comunicación ordenada del actor participante.

La dimensión fenomenológica se refiere a procesos de conocimientos pre-semánticos en los que se perciben configuraciones y configuraciones menos familiares y las percepciones se construyen en lugar de simplemente recuperarse a través de disparadores con iconos o símbolos. Las construcciones de las percepciones podrían ser tanto de abajo hacia arriba como en los famosos principios de agrupación de la Gestalt (proximidad, similitud, continuidad, simetría, cierre), así como de arriba hacia abajo, sobre la base de esquemas previos y mapas mentales. (Max Wertheimer, Wolfgang Köhler y Kurt Koffka)

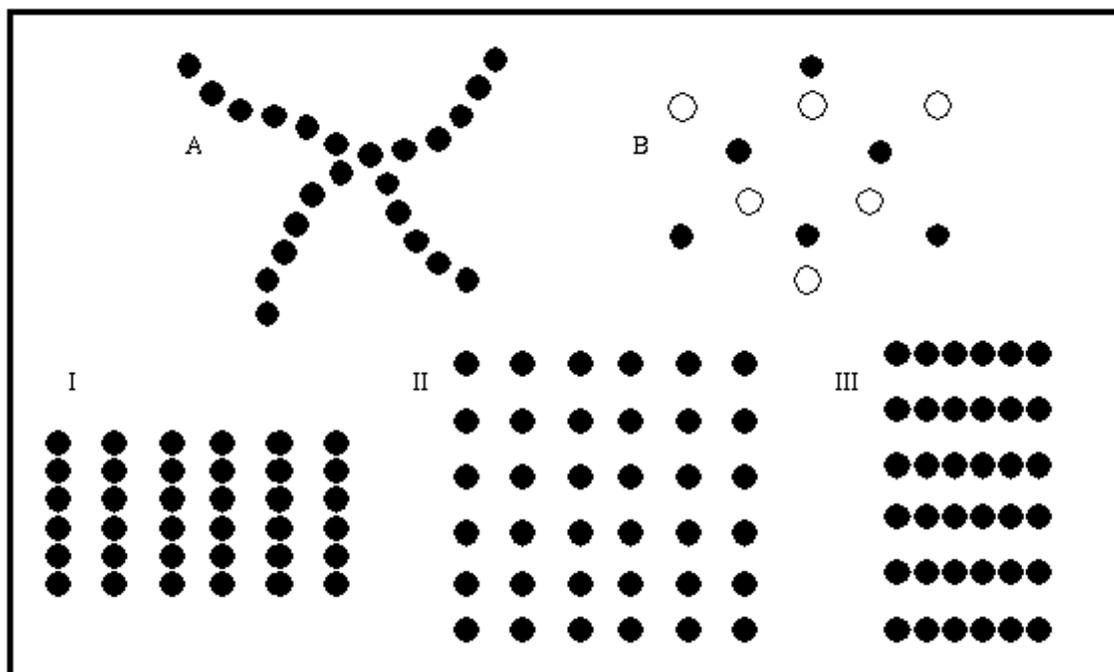


Figura 9: Principios de agrupación de la Gestalt (proximidad, similitud, continuidad, simetría, cierre)

Tomado de: (Cepsim, Madrid, s.f.)

Estos esquemas, como ejes, cuadrículas, organizaciones concéntricas, etc., son abstractos y, por tanto, abiertos a las interpretaciones nuevas. Aquí, en el dominio pre-semántico, la articulación facilita la percepción por medio de la clarificación visual en términos de criterios generales de perceptibilidad, como han sido elaborados por los psicólogos de la Gestalt a principios del siglo XX. Es importante reconocer la dimensión fenomenológica como dominio de articulación independiente y pre-semántico que opera antes que cualquier iconografía o canon simbólico convencional. La excesiva dependencia de la dimensión semiológica del diseño tiende a la iconografía, que a menudo es bastante hostil a la innovación radical. Es posible articular configuraciones abstractas que se pueden navegar sin ser codificadas con significados sociales fijos, dando así alcance a la apropiación creativa. Estos principios y dimensiones son las que se pretenden validar con los experimentos que se realizaran durante todo el desarrollo del plan de titulación.

Los diseñadores de vanguardia deben ser plenamente conscientes de las complejas codificaciones semiológicas que siempre operan dentro de la utilización social del entorno construido. Pero esta comprensión de los códigos semiológicos prevalecientes debería permitir al diseñador romper los significados prevalecientes en lugar de usarlos y mantenerlos.



Figura 10: Estructura paramétrica vanguardista para Eegoo Offices

Tomada de: (DEEP Architects, 2016)

## 2.2. Aspectos Referenciales

El marco que desarrolla la teoría base del presente trabajo estructura su análisis comprensivo de la disciplina sus más fundamentales conceptos, métodos y valores.

“El término arquitectura se asume usualmente para denotar o una cierta clase de artefactos- edificios- o un dominio académico de conocimientos referentes a este tipo de artefactos o finalmente la actividad profesional dirigida hacia la producción de dichos artefactos. Como sea, la arquitectura como un sistema de comunicaciones no es ni una mera colección de artefactos, ni una mera forma de conocimientos ni una mera práctica profesional. En vez engloba las tres categorías, artefactos, conocimientos y práctica- todo entendido como comunicaciones que se interconectan en una red recursiva en curso.” (Schumacher, 2011, p.1)

Los objetos, producto de los procesos de diseño que se toman, dentro de la teoría de Schumacher, como comunicaciones especializadas que enmarcan toda la interacción social, es imposible imaginar que la humanidad posea la estructura social que posee sin la presencia de los objetos diseñados, sin todo este repertorio de objetos que sirven a las distintas actividades humanas, los sistemas colapsarían, la humanidad volvería a su forma primitiva. Ampliando las palabras de Schumacher a todo el espectro del diseño, podríamos afirmar que los productos de esta disciplina como comunicaciones especializadas, constituyen el servicio que la disciplina entrega a la sociedad según Schumacher.

Una teoría que se comprenda del diseño como sistema de comunicaciones no puede permitirse centrar toda su atención en los objetos que ya están contruidos. Una teoría completa del diseño debe tratar todas las comunicaciones que, juntas, como una red de referencias cruzadas, constituyen al diseño como sistema “sui generis” de comunicaciones, esto es porque los objetos contruidos son un evento no tan común, comparado con toda la producción no contruida del diseño (aquella que se queda en una fase conceptual) sumada a toda la producción de comunicación en revistas, libros,

internet que tanto los artefactos construidos y conceptuales.

Desde este punto lo que se realizará será analizar exponentes relevantes que se alinean con el diseño contemporáneo y sus bases. Aquí se demostrará con dichos exponentes algunas de sus creaciones que dieron base y sustentan la teoría utilizada tanto en el desarrollo de la tesis y el plan de investigación. Se hará referencia a experimentos realizados y desarrollados para luego aplicarlos a formas complejas.

### 2.2.1. Frei Otto

Burbujas de jabón como inspiración y experimentación

Para Frei Otto, el experimentar con maquetas y modelados fue parte esencial de su trabajo como arquitecto. En el año de 1961, empezó a trabajar en una serie de experimentos y ensayos con burbujas de jabón, experimentos que consistían en una lámina de jabón colgada a la que se le logro hacer caer un hilo. Después que la lámina formada en su interior se rompiese, se generaría un círculo perfecto a partir del cual se experimentaba con las superficies generadas.

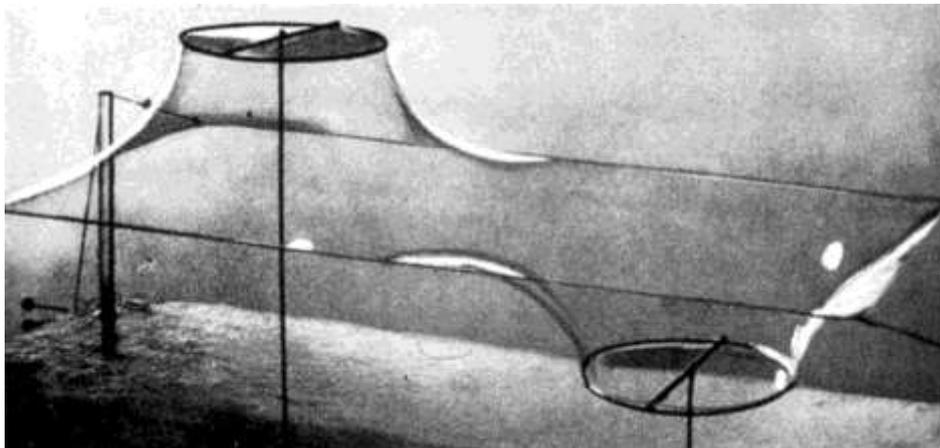


Figura 11: Experimento con la lámina formada de jabón, Experimentación con modelos de Frei Otto

Tomada de: (Plataforma Arquitectura, 2015)

"Ahora se puede calcular, algo que durante más de cuarenta años fue imposible. Yo no he esperado a que se pudiera calcular para construir las". (Frei

Otto)

El estudio con las burbujas de jabón se generó para obtener una mejor comprensión de las formas neumáticas (formas cíclicas). Cualquier burbuja de jabón, la lámina o membrana que se tensa tienen las mismas magnitudes en cada punto y dirección de la superficie (con algunas diferencias con respecto a la tensión por el propio peso de la membrana).

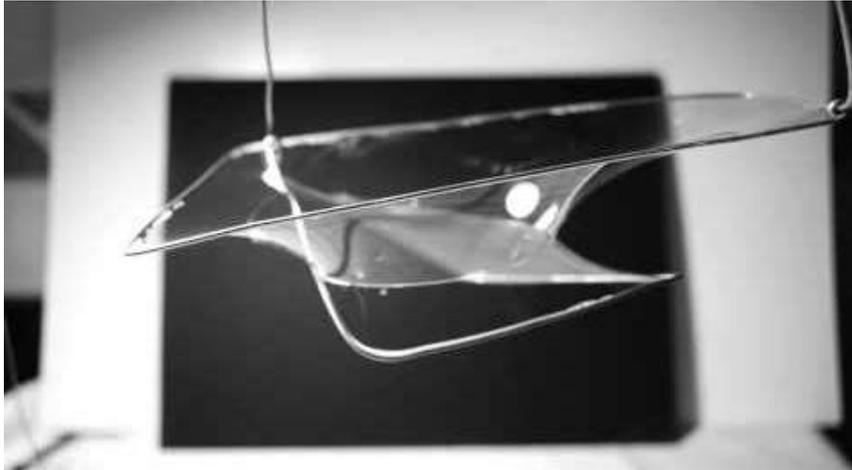


Figura 12: Experimento con la lámina formada de jabón, lamina congelada, Experimentación con modelos de Frei Otto

Tomada de: (Plataforma Arquitectura, 2015)

Una Burbuja de jabón siempre adoptara la forma correspondiente con el mínimo de superficie (área) para encerrar un volumen de aire. Ya que su piel está hecha para resistir poca tensión sus tamaños son limitados. Solo pueden ser medidas y analizadas por fotografías ya que son delicadas a cualquier tacto.

Cualquier forma que se pueda hacer con una burbuja de jabón puede ser reproducida en membrana de neumático. Estructuras con forma de burbuja son favorables para el estado fundamental y mínimo de tensiones.

Hay que hacer una distinción entre aquellas burbujas que flotan en el aire y aquellas que se apoyan en una superficie líquida. Las burbujas en el aire siempre mantienen una forma esférica; las presiones internas varían el diámetro. Una burbuja en una superficie siempre tiene un hemisferio. La base

de la burbuja, dispuesta en el agua, conforma el perímetro por medio de fuerzas moleculares entre la burbuja y el agua, dándole su forma esférica. Una ley válida para toda burbuja de jabón es que en una línea de contacto no más de 3 capas pueden juntarse, siempre con ángulos tangentes de 120 uno del otro.

### 2.2.2. Antonio Gaudí



Figura 13: Sagrada Familia- Antoni Gaudi

Tomada de: (Sagrada Familia España, 2010)

Es imposible saber si Gaudí fue directamente influenciado por los diversos científicos y matemáticos que antes habían utilizado ecuaciones paramétricas para definir la geometría. Mark Burry (2007a, 11), el actual arquitecto ejecutivo de la Sagrada Familia de Gaudí dice que "prácticamente nada escrito por el propio Gaudí acerca de las motivaciones, teorías y prácticas que lo empujaron a estirar los límites". Se sabe que el currículo universitario de Gaudí incluía, entre otras cosas, "matemáticas avanzadas, física general, ciencias naturales y geometría descriptiva" (Català 2007, 81). La comprensión profunda de Gaudí

de las matemáticas subyace en su arquitectura, especialmente en su arquitectura posterior, que casi exclusivamente consiste en superficies gobernadas matemáticamente - helicoides, paraboloides e hiperboloides - paramétricamente asociadas con líneas gobernadas, booleanos, relaciones y arcos de catenaria (J. Burry y M Burry 2010, 35-39, M. Burry, 2011, 144). Independientemente de que Gaudí supiera o no del trabajo anterior que definía la geometría con ecuaciones paramétricas, Gaudí ciertamente empleó modelos basados en ecuaciones paramétricas al diseñar la arquitectura.

Gaudí utilizó este principio para diseñar la Capilla de Colònia Güell creando un modelo invertido de la capilla usando cuerdas pesadas (M. Burry 2007b).

Debido al principio de Hooke, las cuerdas se acomodarían siempre en una forma que, cuando se invirtió, permanecerían en compresión pura. El modelo de cadena colgante tiene todos los componentes de una ecuación paramétrica. Hay un conjunto de parámetros independientes (longitud de la cadena, posición del punto de anclaje, peso de la pata de los pájaros) y hay un conjunto de resultados (los distintos lugares de los vértices de las cadenas) que derivan de los parámetros usando funciones explícitas de movimiento). Al modificar los parámetros independientes de este modelo paramétrico Gaudí podría generar versiones de la Capilla Colònia Güell y asegurarse de que la estructura resultante permanecería en compresión pura.



Figura 14: Experimento de cuerdas tensadas para el templo de la sagrada familia de Catalunya.

Tomada de: (Plataforma Arquitectura, 2015)

### 2.2.3. **Luigi Moretti**

El deseo de dar rigor a la formación de la generación es la razón principal de la iniciativa tomada en el período postguerra por Luigi Moretti, quien fundó junto con el profesor Bruno de Finetti, el Instituto de Investigación Operativa Matemática en Arquitectura y Diseño Urbano. Ese fue el punto de partida oficial de la investigación sobre el tema definido en la época como Arquitectura Paramétrica. En la escala arquitectónica, el grupo produjo diseños de estadios para fútbol, tenis, natación o salas de cine, que siguieron un procedimiento similar. El grupo de investigación parte del análisis del tema que luego es seguido por la formulación de las necesidades como relaciones geométricas entre las cantidades definidas como parámetros. La definición de la forma real de un diseño de asientos, por ejemplo, es impulsada por la interacción entre los datos. Por supuesto, la variación de las relaciones entre los parámetros (es decir, el ángulo máximo de la vista diagonal, vertical u horizontal, el perímetro de las áreas más interesantes del campo, las distancias) genera no una sino varias soluciones, el objetivo de establecer el método de Arquitectura Paramétrica fue evitar lo que él llamó el "enfoque empirista" al diseño, popular y común entre los arquitectos de su tiempo. Moretti utilizó el diseño de un

estadio como ejemplo, explicando cómo la forma del estadio puede derivarse de diecinueve parámetros relativos a cosas como ángulos de visión y el costo económico del hormigón (Moretti 1971, 207).

En los cinco años siguientes, entre 1960 y 1965, Moretti diseñó el Complejo Watergate, que "se cree que es el primer trabajo de construcción importante para hacer un uso significativo de las computadoras" (Livingston 2002). El complejo de Watergate es ahora mejor conocido por el escándalo de escuchas telefónicas que tuvo lugar allí y Moretti "apenas se discute" (Stiles 2006, 15) - incluso por los muchos arquitectos que hoy utilizan computadoras para crear modelos paramétricos de la manera en que Moretti ayudó a ser pionero. Durante el último período el equipo de investigación probó gradualmente el uso de computadoras (IBM) y queda claro el cambio dado por la informática distribuida por el Computador personal y su software de diseño, hasta la tecnología de red.

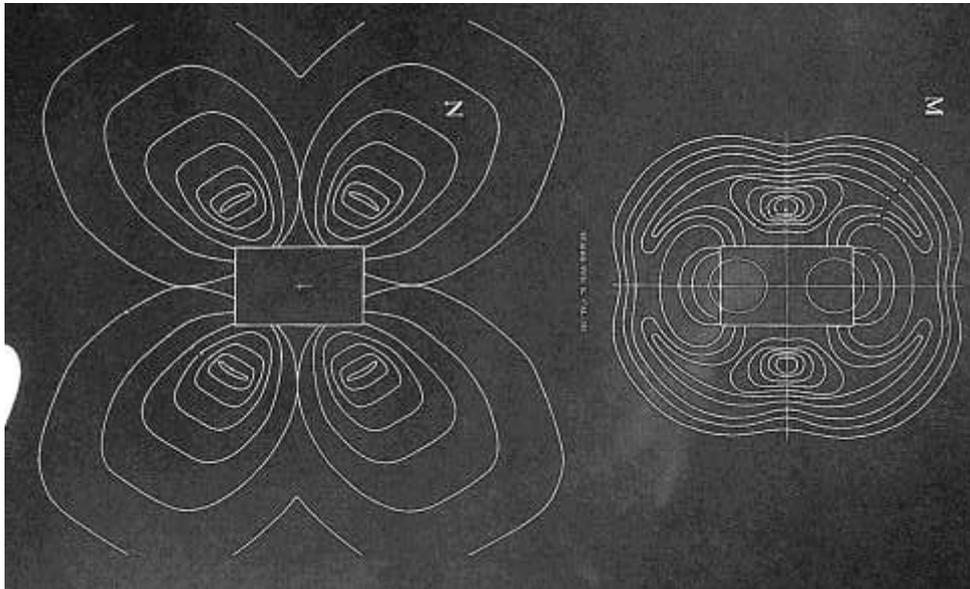


Figura 15. Arquitectura paramétrica de Luigi Moretti-Forma básica

Tomada de: (Plataforma Arquitectura, 2015)

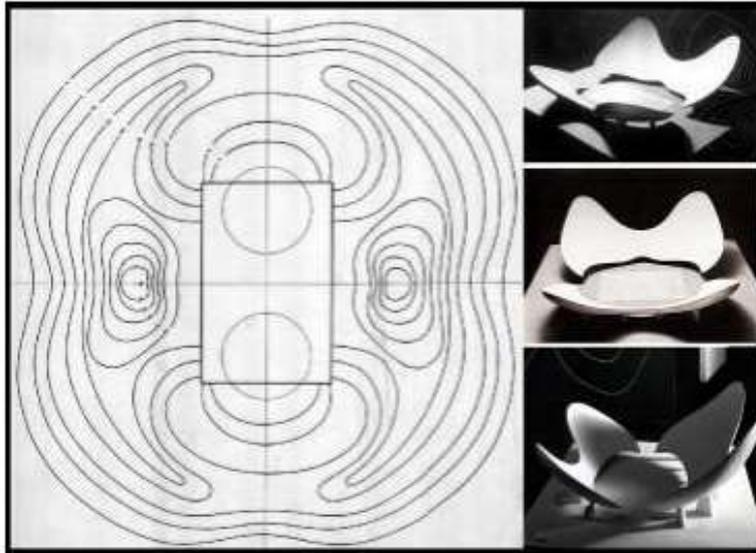


Figura 16. Arquitectura paramétrica de Luigi Moretti-Maqueta del Watergate Complex

Tomada de: (Plataforma Arquitectura, 2015)

#### 2.2.4. Zaha Hadid

La visión pionera de Zaha Hadid redefinió la arquitectura y el diseño para el siglo XXI y capturó la imaginación en todo el mundo. El trabajo de Zaha Hadid ve la forma y el espacio atraídos hacia profundas progresiones espaciales. Concretamente contextuales, estos edificios transforman nociones de lo que se puede lograr en concreto, acero y vidrio; Combinando su creencia inquebrantable en el poder de la invención y el optimismo para el futuro con conceptos de fluidez y conectividad. Una de sus frases y aportes fue y siempre decía que es fundamental siempre y en todo momento romper los límites de la arquitectura y el diseño. Refiriéndose a los límites físicos y formales

La evolución de las creaciones de Hadid - desde las formas entrelazadas de la estación de bomberos de Vitra hasta los impresionantes y urbanos espacios del Museo MAXXI.



Figura 17. Exteriores del muso MAXXI de Roma

Tomada de: (Zaha hadid architects, s.f.)

Century Art en Roma, el Centro Acuático de Londres para los Juegos Olímpicos de Londres 2012 y el Centro Heydar Aliyev en Bakú - demuestra un deseo constante de cuestionar e innovar. La forma y el espacio se tejen dentro de la estructura. Estos son edificios que emergen de su contexto y también son capaces de unir programas dispares juntos; Siempre sorprendente y siempre haciendo conexiones.

#### **2.2.4.1. Centro Heydar Aliyev en Bakú**

Como parte de la antigua Unión Soviética, el urbanismo y la arquitectura de Bakú, la capital de Azerbaiyán en la costa occidental del Mar Caspio, fue fuertemente influenciada por la planificación de esa época. Desde su independencia en 1991, Azerbaiyán ha invertido mucho en modernizar y desarrollar la infraestructura y arquitectura de Bakú, alejándose de su legado del modernismo soviético normativo.



Figura 18: Afueras Centro Heydar Aliyev en Bakú

Tomada de: (Zaha hadid architects, s.f.)

Zaha Hadid fue nombrada la arquitecta que dé el diseño del Centro Heydar Aliyev tras un concurso en 2007. El Centro, diseñado para convertirse en el edificio principal para los programas culturales de la nación, rompe con la arquitectura soviética rígida ya menudo monumental que es tan frecuente en Bakú, Aspirando en cambio a expresar las sensibilidades de la cultura azerí y el optimismo de una nación que mira hacia el futuro.

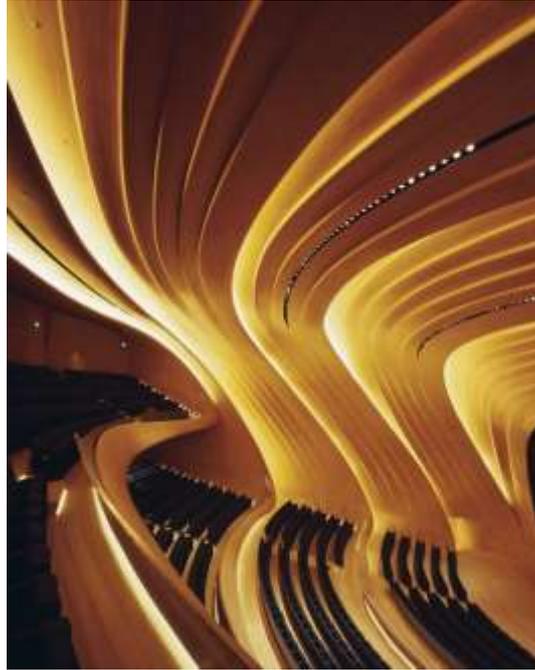


Figura 19: Dentro Centro Heydar Aliyev en Bakú

Tomada de: (Zaha hadid architects, s.f.)

Cada uno de los diseños de Hadid muestra la innovadora búsqueda e investigación que instiga y define su trabajo. Como dijo Zaha Hadid en su conversación de 2011 con Hans Ulrich Obrist, co-director de Serpentine Galleries, "Sé por mi experiencia que sin investigación y experimentación no se puede descubrir mucho. Con la experimentación, usted piensa que va a descubrir una cosa, pero en realidad descubrir algo más. Eso es lo que creo que es realmente emocionante. Descubre mucho más de lo que pides. Creo que no debe haber fin a la experimentación.

#### **2.2.4.2. Candelabro diseñado por Zaha Hadid en colaboración de Swarovski**

La colaboración entre Zaha Hadid y Swarovski Crystal Palace fue una oportunidad para desafiar ideas preconcebidas de diseño de iluminación a gran escala. Inspirándose en los sistemas auto-organizados y en la nanotecnología, el proyecto redefine la lámpara, transformándola de un objeto pasivo simplemente colgado del techo a una fuente de luz reflectante que se

engancha con el espacio.



Figura 20: Candelabro dentro del Swarovski Crystal Palace

Tomada de: (Zaha hadid architects, s.f.)

86 cables que se extienden del piso al techo en un Angulo de 45 grados. Ángulo con más de 8 toneladas de fuerza de tracción crear un cono acanalado que transporta 2.700 cristales encendidos internamente. Envuelto en un vórtice fluido alrededor del cono, los cristales encendidos de Swarovski inscriben una etérea en un tono azul claro. Más de 15m de largo y destinados a un gran interior, la araña no-menos mantiene un alto nivel de refinamiento. El candelabro de Zaha Hadid será producida como una edición limitada vendida a través de Swarovski Crystal Palace.

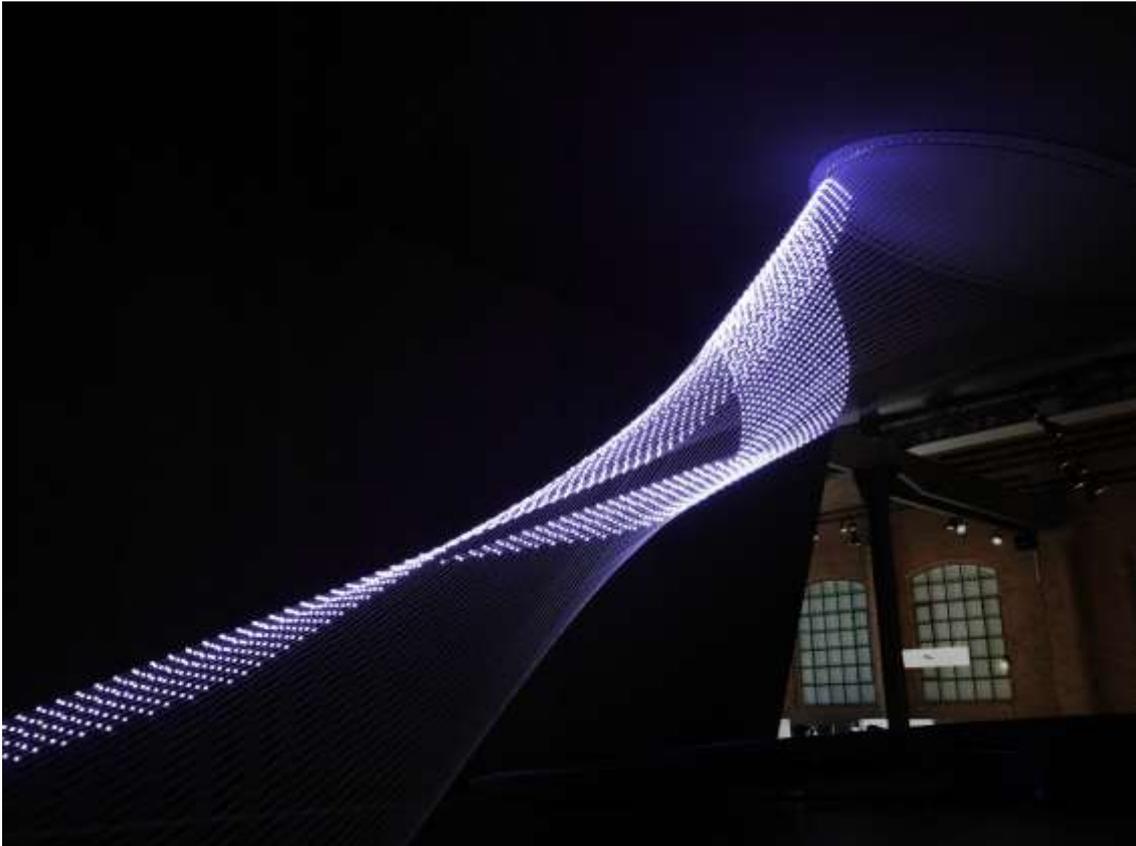


Figura 21: Candelabro dentro del Swarovski Crystal Palace

Tomada de: (Zaha hadid architects, s.f.)

#### 2.2.5. **Patrick Schumacher**

En 2008, acuñó la frase Parametricismo y desde entonces ha publicado una serie de manifiestos que incitan e inspiran el uso del Parametricismo como el nuevo estilo de época para el siglo 21. En 2010/2012 publicó su obra teórica más grande a la que llamo "La Autopoiesis de Arquitectura" en dos volúmenes.

En el volumen uno de su manifiesto, Patrik Schumacher analiza las distinciones, los conceptos, los valores, los estilos, los métodos y los medios claves de la arquitectura y el diseño. El libro presenta así un análisis del discurso integral de la disciplina. La tesis central de "La autopoiesis de la arquitectura" es que el fenómeno de la arquitectura puede ser captado más adecuadamente si se analiza como red autónoma (sistema autopoietico) de las comunicaciones. Las comunicaciones de la arquitectura comprenden dibujos, textos y obras construidas. Las obras construidas de la arquitectura constituyen

un conjunto especial de puntos de referencia dentro de la red global de comunicaciones arquitectónicas y sirven a la sociedad como marcos comunicativos para la interacción social.

En el segundo Volumen de su manifiesto, Patrik Schumacher propone una nueva agenda para la arquitectura y diseño contemporáneo en respuesta a los retos y oportunidades que plantean los actuales avances sociales y tecnológicos. El volumen termina con un manifiesto para el nuevo estilo de Parametricismo, promovido como candidato a convertirse en el estilo unificado, de época para el siglo XXI. Para ser creíble, un estilo unificado debe ser respaldado y guiado por un sistema teórico unificado que sea capaz de integrar muchas teorías parciales: una teoría de la función social de la arquitectura, una teoría de la auto democracia de la disciplina, una teoría de la vanguardia, teoría estética, teoría de los medios, teoría de procesos, etc. La teoría de la autopoiesis presenta un sistema teórico integrado. No es otra cosa que la reconstrucción racional y la sistematización de la disciplina discursivamente evolutiva, explicitada como teoría unificada y abierta a la crítica ya la elaboración constructiva

#### 2.2.6. **AADRL**

El DRL en el AA es un programa de diseño de posgrado en la Architecture' Association School of Architecture (AA), en Londres. El DRL es un curso de diseño basado en estudio que enseña el diseño arquitectónico avanzado. Cada año atrae a arquitectos y ahora más diseñadores talentosos de todo el mundo, que acuden al curso para obtener más estudios de postgrado en diseño arquitectónico avanzado y la relación del diseño con el urbanismo contemporáneo y los entornos urbanos, a través de la realización de proyectos de diseño innovadores.

El curso fue fundado en 1997 por Brett Steele, ahora director de AA y Patrik Schumacher, socio de Zaha Hadid Architects. El programa recibió su primera validación en 1998. Desde su creación, el curso ha mantenido su enfoque

único basado en el equipo de diseño. La dirección general del programa continúa construyendo sobre su marco de enseñanza innovador y se puede ver en el desarrollo del curso y la organización que ha evolucionado con los años en uno de los laboratorios de investigación arquitectónicos y urbanos principales del mundo. El curso ha seguido buscando la innovación en los campos de computación, comportamiento material, diseño generativo, fabricación, prototipado y desarrollo urbano.



Figura 22: Experimentación materiales y mallas con DRI en AADRl

Tomada de: (Architects Academy, s.f)

### **2.2.7. AADRl- Arrecife Urbano: Urbanismo Paramétrico Proyecto diseñado por Shampoo**

Shampoo es un equipo de cuatro personas que durante el período de 16 meses de la Asociación Arquitectónica DRI ha desarrollado el proyecto de tesis de maestría bajo el título "Urban Reef".

El proyecto es una propuesta de vivienda para el área de Hudson Yards de Nueva York. Ocupado por un depósito de trenes, el sitio forma un hueco en la continuidad del plano de tierra, mientras que actúa como una división física que prohíbe todas las conexiones de la parte Midtown de Manhattan al río Hudson, así como un límite programático con transporte y usos industriales que bordean las áreas residenciales y comerciales adyacentes. (Glynn, R. and Shafiei, S. eds., 2009. Digital Architecture: Passages through Hinterlands. Wembley:

Ruairi Glynn )

La investigación se centró en la exploración de las líneas como herramienta para organizar el espacio y también en los comportamientos globales emergentes y las interacciones locales dentro de los campos, inicialmente a través de modelos físicos consistentes en cuadrículas de líneas rígidas. Para trasladar la investigación a un entorno digital, se realizaron más exploraciones en el motor de Maya. Se desarrollaron varias pruebas en el programa para comprender el comportamiento de líneas flexibles y semirrígidas dentro de campos que dependían de la aplicación de fuerzas externas e internas.

Estas pruebas resultaron importantes en términos de diferentes patrones emergentes de líneas auto-organizacionales, ya sea por medio de agrupación, creación de nodos o bloqueo en formaciones 3D. Los patrones 2D en lugar de 3D fueron evidentemente más fáciles de controlar en esta etapa, mientras que las reconfiguraciones basadas en el tiempo proporcionaron una herramienta valiosa para probar y lograr transformaciones secuenciales o periódicas. Algunos modelos tendían a alcanzar el equilibrio interno en un cierto período de tiempo, mientras que otros llegaron a formaciones recurrentes y periódicas.

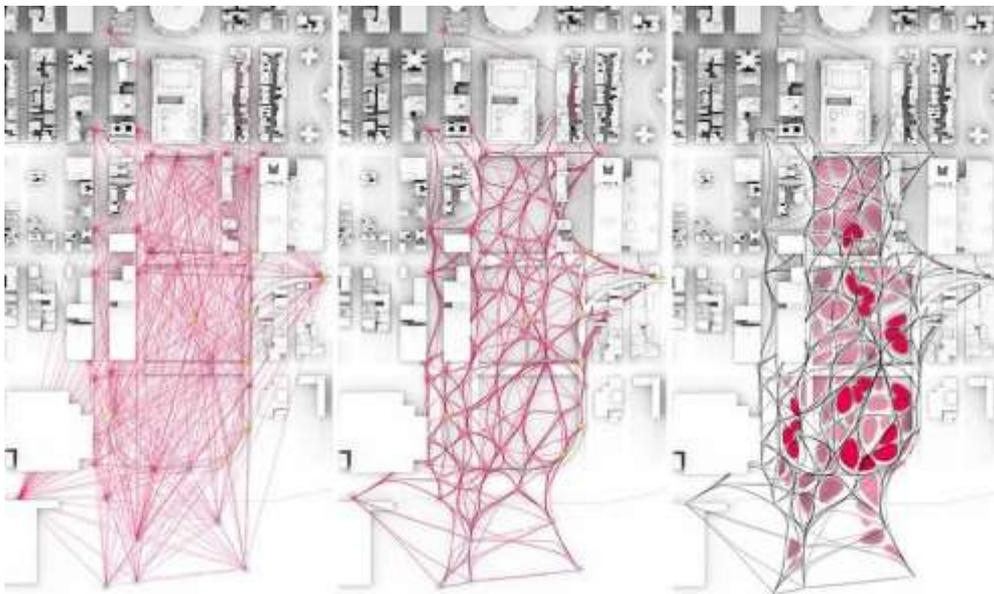


Figura 23: Arrecife Urbano: Urbanismo Paramétrico

Tomada de: (Shampoo, 2009)

La investigación en general tuvo como objetivo desarrollar sistemas que pudieran controlar los gestos de circulación para el plan urbano en el nivel del suelo del sitio, abordar las cuestiones estructurales de las posibles estructuras de fibra para los edificios y al mismo tiempo producir patrones diferenciados para negociar el espacio como un adaptable.

A escala urbana, un plano de nudos infraestructurales localizado alrededor de Hudson Yards se superpone a un mapa de recuentos de peatones por hora (AM, PM y conteos totales) en los cruces de calles alrededor del sitio, con cada nodo adquiriendo un valor de conectividad asignado por su peatón más cercano. La lógica organizativa inherente a la dinámica del cabello maya se utiliza para optimizar la red de trayectorias de conexiones entre estos nodos y posteriormente generar una serie de aberturas planas que definirían el posicionamiento y la altura de los núcleos de circulación vertical de los edificios. De una serie de escenarios posibles para la asignación de los edificios entre los caminos de circulación, el seleccionado es con una masa continua de viviendas desde el centro de Manhattan hasta el río Hudson, un gesto que proporciona incentivos programáticos (espacios verdes y áreas comerciales al Nivel del suelo) para que la gente camine a través del sitio, conectando así el corazón de Manhattan a su salida de otra manera "natural", las trayectorias peatonales de la orilla.

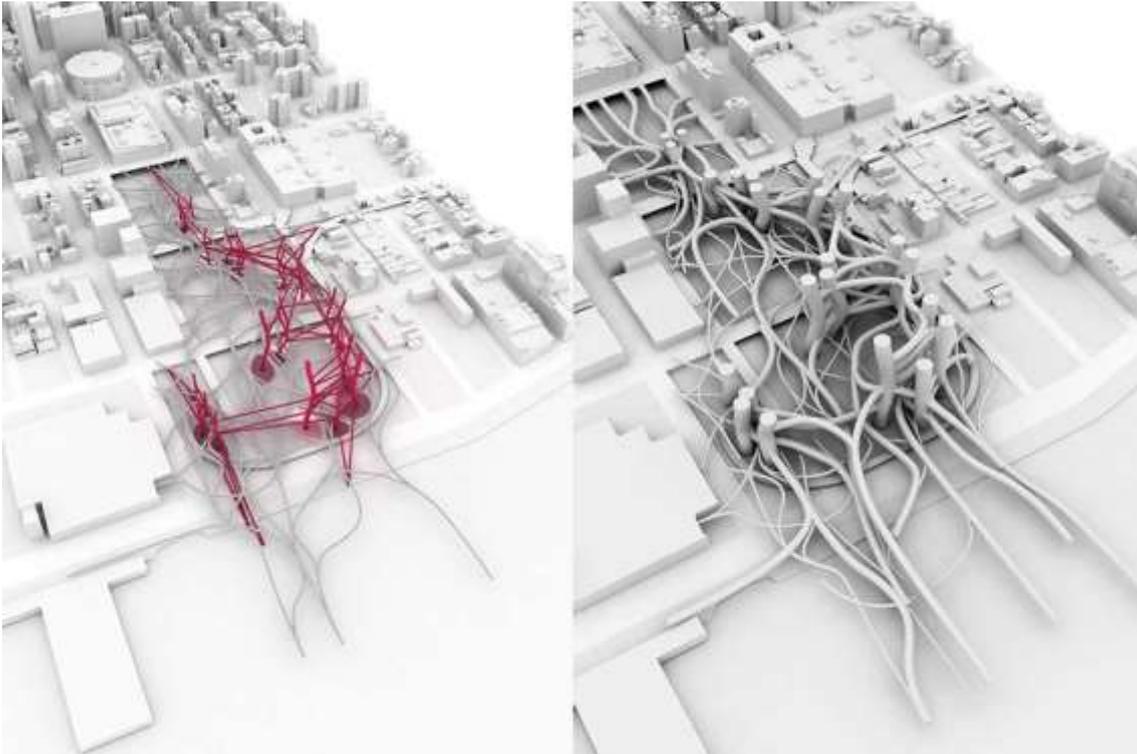


Figura 24: Arrecife Urbano: Urbanismo Paramétrico Estructural

Tomada de: (Shampoo, 2009)

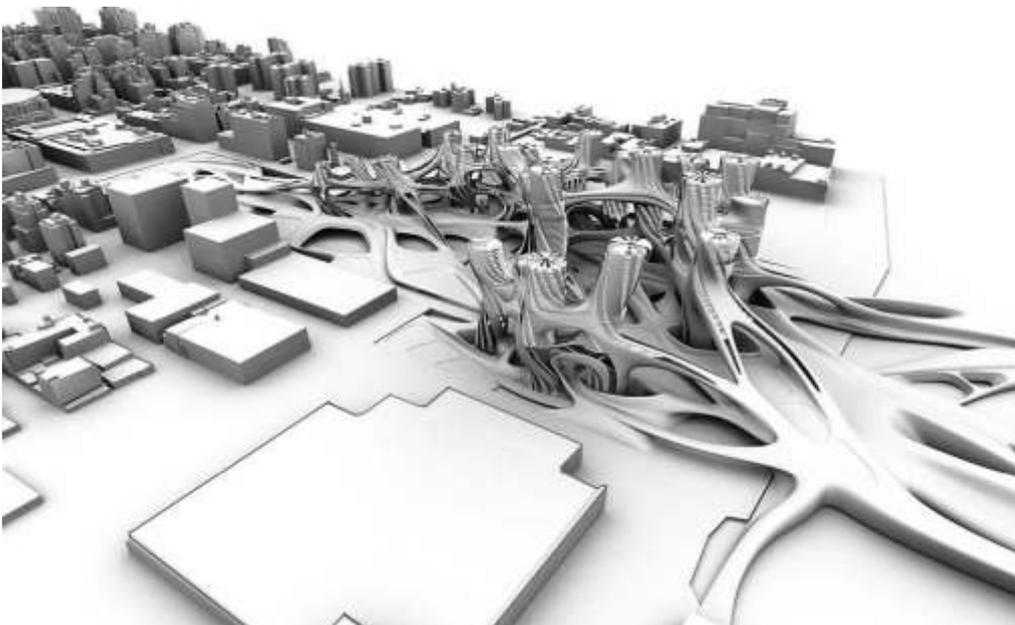


Figura 25: Arrecife Urbano: Urbanismo Paramétrico. Crecimiento estructural

Tomada de: (Shampoo, 2009)

## **2.3. Aspectos Conceptuales**

En los aspectos conceptuales se tratarán todos los conceptos claves para entender la Teoría de la Autopoiesis y también todos los conceptos que se refiere al plan de tesis y que dan soporte al plan de investigación.

### **2.3.1. Organización y Articulación**

El primer precursor del concepto de organización fue el concepto de Alberti de la "partitio" (compartición). La comparación es uno de los seis temas que juntos estructuran todo el tema del diseño arquitectónico. Los seis temas se secuencian de acuerdo con el proceso de diseño: localidad, área, compartición, pared, techo, aberturas. La compartición del edificio, esencialmente la división interna en habitaciones, se determina después de que el sitio y la huella del edificio hayan sido determinado, toda esta teoría arquitectónica se plantea ahora en el diseño de producto, como es la localidad, área, compartición, pared, techo, aberturas en la arquitectura, en diseño se toma en cuenta tanto piezas, materiales, lugar donde se planea poner el producto, esta teoría funciona en todo proceso creativo industrial, Alberti define: 'La compartición (partitio) es el proceso de dividir el sitio (huella del edificio, ubicación del objeto) en unidades, de manera que el edificio u objeto pueda ser considerado como estructuras más pequeñas y apretadas, unidas como miembros del conjunto, esta analogía de la organización del edificio con la organización del cuerpo, y con organismos y sistemas orgánicos en general, ha inspirado la arquitectura desde sus inicios (con Alberti) y también todo el camino hasta la agenda más actual de la arquitectura y el diseño de vanguardia (Parametricismo).

La importancia de la compartición es debidamente enfatizada por todo el poder de la invención, toda la habilidad y experiencia del arte de la construcción son convocados en comparación; La compartición divide todo el objeto en las partes por las que se articula, e integra cada parte componiendo todas las líneas y ángulos en uno solo, un trabajo armonioso que respeta la utilidad, la dignidad y el deleite. Así como con animales, los miembros se refieren a los miembros, también en la parte se refieren a la parte. ... Por lo tanto, cada miembro debe estar en la zona y posición correcta ". Es importante señalar

aquí que, según Alberti, la organización, y no sólo la decoración, está sujeta a ambos códigos, código de utilidad y código de belleza (dignidad y deleite). Esta relación entre la comparación y la belleza se enfatiza aún más: "Si la compartición satisface completamente estas condiciones, la alegría y la elegancia del adorno encontrará el lugar apropiado para brillar; Pero si no, el objeto, sin duda, no conservará ninguna dignidad. Por consiguiente, toda la composición de los miembros debe considerarse y también ajustarse tan perfectamente a las exigencias de necesidad y de conveniencia, que tal o cual parte no debe dar tanto placer por separado como su apropiada colocación (composición), aquí o allí, en un determinado orden, situación, conjunción, disposición y configuración. Esta proliferación final de términos -orden, situación, conjunción, disposición, configuración- demuestra efectivamente la importancia de la preocupación así señalada: la preocupación por la organización. La composición de sistemas y subsistemas en un ensamblaje determinado (parametrizado, es decir ordenado: geométrico) que cumpla con la funcionalidad y la estética, la función y la forma.

### 2.3.2. **Función**

La distinción de forma y función es la distinción principal del diseño, como una estructura de comunicación permanente dentro de la teoría de la Autopoiesis. La preocupación por la función es una característica ineludible de la comunicación a través de formas complejas. El concepto de función es primordial dentro del diseño paramétrico desde sus orígenes y se mantiene ahora que se tiene la misión de renacer al parametriso y hacerlo un movimiento más fuerte y duradero. El término «función» entró en la autopoiesis de Arquitectura sólo en el siglo XIX, quizás más prominente en los escritos de Viollet-le-Duc (Restaurador del renacimiento-gótico). El término parece haber sido tomado de los estudios biológicos de Georges Cuvier (gran promotor de la anatomía comparada y de la paleontología). Cuvier insistió en que las comprensiones de las estructuras de los organismos tenían que basarse en sus funciones, primordialmente. Enfatizó en el principio de la organización funcional que asigna funciones específicas a las diversas partes del organismo en correlación con todas sus demás partes y sus condiciones generales de

existencia. La influencia de la idea de Cuvier de análisis funcional y su principio de la correlación de partes es evidente en los escritos de Viollet-le-Duc. En cada sección de una obra, en concreto, debe indicar claramente su función.

Esas funciones constituyen la referencia mundial de la arquitectura y el diseño y sus funciones están siempre integradas en cascadas y redes de funciones, no nos dice qué tipo de entidades son las funciones de diseño. El punto de partida fundamental de la teoría de la autopoiesis arquitectónica es que todo dentro de su dominio es comunicación. Todo lo social es comunicación. Por lo tanto, todo lo arquitectónico y lo diseñado es comunicación. La teoría opera dentro de un dominio del ser homogéneo: Todo es comunicación. La distinción principal del diseño es la distinción entre la forma y la función.

Según la teoría de la autopoiesis, tanto las formas como las funciones son comunicaciones. Éste es el axioma de todas las teorías adicionales sobre la forma y la función dentro de la teoría de la autopoiesis. Las formas construidas son la forma de comunicación en que se liberan a la sociedad para enmarcar la comunicación dentro de los sistemas sociales.

Debemos ser capaces de analizar cualquier objeto, ya que es como tener un rompecabezas en piezas, de modo que el lugar y la función de cada una de las partes no puede confundirse. En el caso de la noción de Viollet-le-Duc, el concepto de función se refiere a las contribuciones de las diferentes partes de una estructura dando como resultado el rendimiento global de la misma. Estas contribuciones son principalmente técnicas.

También se puede decir que la función se asemeja a la integración funcional con armonía estética: Las partes deben estar tan bien compuestas que su armonía general contribuya al honor y a la gracia de toda la obra.

Sin embargo, la primacía de la determinación funcional y la correlación de las partes se indica claramente: Cada parte debe ser apropiada y con un propósito. Para cada aspecto, si se piensa bien, nace de una necesidad, nutrida por la conveniencia, dignificada por el uso, y sólo al final se percibe un placer previsto.

### 2.3.3. **Función VS Capacidad:**

Si bien una función de un producto son un efectivo y real de uso del objeto, la capacidad del objeto es un efecto ocasional o único de utilización potencial. (El concepto de efecto de utilización coexiste con el concepto de comunicación social (acción, interacción). Todos los efectos de utilización de artefactos son las comunicaciones sociales). Las funciones pueden ser manifestadas o latentes. Una función se manifiesta si se reconoce explícitamente como el propósito del objeto o producto. La mayoría de los productos tienen una sola función manifestada a la que se hace referencia en el nombre del espacio / elemento. Por ejemplo, la función que se manifiesta de un edificio de oficinas se utiliza para el trabajo de oficina, la función que manifiesta un teatro de conferencias es para dar cabida a las conferencias, la función que manifiesta un dormitorio es su uso nocturno habitual como lugar de dormir, etc. (Todas estas actividades se pueden entender como acción comunicativa: trabajar, dormir, dar conferencias, escuchar una conferencia, entrar en un edificio). El edificio, el espacio, el elemento arquitectónico o artefactos diseñados pueden utilizarse rutinariamente de manera que no se reconozca explícitamente. Sin embargo, estos tipos de uso no reconocidos pueden todavía ocurrir regularmente, ofreciendo ventajas que continúan motivando la reproducción de las respectivas formas de los edificios, espacios o elementos en cuestión. Por ejemplo, los pasos de entrada generosos en un edificio público podrían tener la función implícita o latente de servir como espacio informal y persistente que da a la respectiva institución un sentido de animación de bienvenida. Los mostradores de recepción en los vestíbulos tienen la función latente de controlar el acceso.

### 2.3.4. **Teoría de la Autopoiesis**

Autopoiesis significa autoproducción<sup>3</sup>, este concepto desarrollado primero por la biología para explicar las características esenciales de la vida como una organización circular, que se auto genera desde sus propios procesos, es

---

<sup>3</sup> La palabra es un neologismo creado por el biólogo Humberto Maturana. Combina las palabras griegas autos (auto) y poiesis (producción).

extrapolado primero por Nikolas Luhmann en su teoría de los sistemas sociales y posteriormente por Patrik Schumacher, en su teoría de autopoiesis de la arquitectura, que enfatiza en el “quehacer” del diseño como un sistema de comunicaciones con procesos propios de auto referencia (un sistema autopoietico). “... trata de capturar las estructuras conceptuales constitutivas de este sistema (conceptos), sus patrones regulares de comunicación (métodos), su criterio de evaluación (valores)...” (Schumacher, 2011).

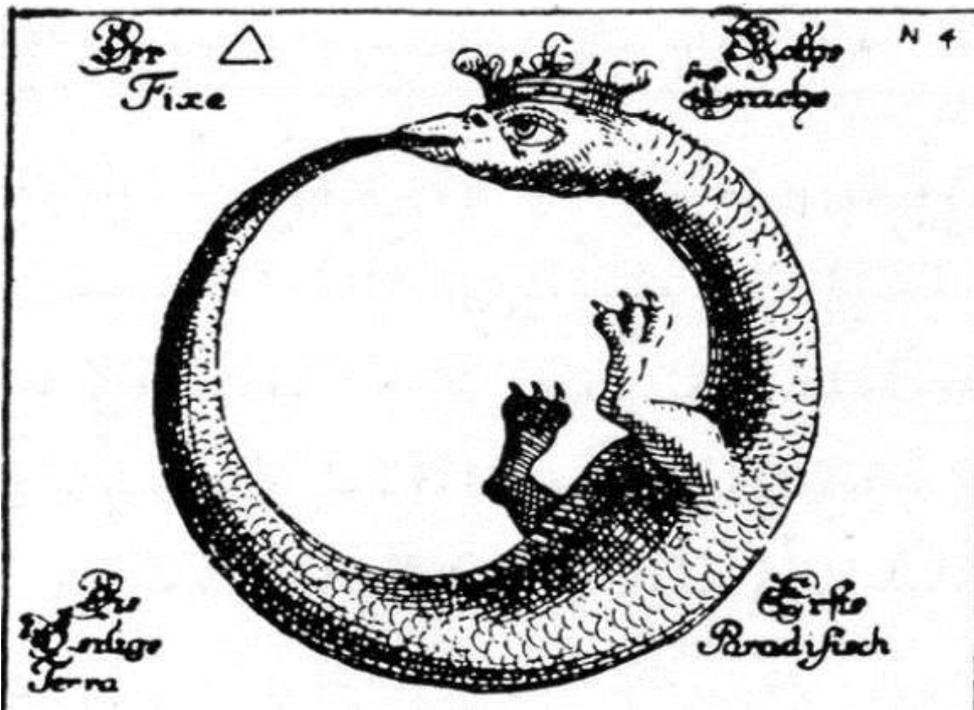


Figura 26: Uroboros: definición de Autopoiesis: producirse a sí mismos.

Tomada de: (Letras Libres,2014)

La teoría de la autopoiesis arquitectónica es identificada o definida como la Función o como el marco innovador de la interacción social. La interacción es definida como comunicación entre los participantes físicamente presentes, a diferencia de la comunicación a distancia por escrito, teléfono, Internet, etc. todas las comunicaciones, y por lo tanto todas dentro de los sistemas sociales entendidos como sistemas de Comunicaciones.

Todas las interacciones sociales tienen lugar en espacios diseñados y lleno de artefactos de uso común y socialmente aceptados, artefactos arquitectónicos -

así como otros objetos: muebles, electrodomésticos y prendas de vestir, todos estos objetos participan en la reproducción de los sistemas sociales de comunicación en los que vivimos y estamos ya acostumbrados. Los artefactos arquitectónicos marcan prácticamente todos los sistemas de comunicación social, con excepción de los sistemas que se reproducen exclusivamente fuera de la interacción entre los participantes físicamente presentes.

El diseño del medio ambiente también enmarca todas las interacciones de comunicación que se puedan dar sobre la base de lo que concebimos como sistema complejo. Todas las comunicaciones arquitectónicas, así como todas las comunicaciones de las disciplinas de diseño, son las vías en el medio del espacio, lo que nos rodean y donde nos desenvolvemos.

La arquitectura enmarca la interacción social. Esta fórmula muy general caracteriza el rol social del diseño en general, la responsabilidad y su razón de ser. En este nivel de abstracción de la fórmula no puede decir nada sobre cómo el diseño podría ser capaz de cumplir con su responsabilidad, es decir, ser capaz de ordenar y enmarcar las múltiples interacciones sociales que reproduce la sociedad.

#### **2.3.5. Proceso de diseño**

El proceso de diseño debe ser teorizado como proceso de comunicación. Esto es consistente con el marco general adoptado por la teoría de la autopoiesis arquitectónica. El tipo básico de operación comunicativa que caracteriza la autopoiesis de la arquitectura es la decisión de diseño. Las decisiones de diseño, como las decisiones en general, son un tipo especial de comunicación. Las decisiones son comunicaciones ya que las decisiones son sólo decisiones (efectivas), si se comunican como decisiones. Por lo tanto, podemos decir que el proceso de diseño es un proceso de comunicación que procede a través de decisiones de diseño. En la observación de secuencias de decisiones de diseño, podría ponerse primero la atención sobre su descripción, es decir, qué medios implican, su patrón de concatenación, cómo se mueven de lo abstracto

/ general a lo concreto / particular, cómo proceden a construir complejidad, Cómo oscilan entre las preocupaciones formales y funcionales, etc. Un segundo paso más en el análisis implica su reconstrucción como episodios que siguen un método. Aquí la cuestión de la racionalidad entra y exige de la teoría una postura crítica.

Dentro de una teoría de procesos de diseño que pretende sondear y mejorar la racionalidad del diseño, el proceso de diseño debe teorizarse como un proceso de resolución de problemas. La resolución de problemas -especialmente a nivel de una tarea tan compleja como diseñar el entorno construido- sólo puede teorizarse adecuadamente como realización de un sistema de comunicación autopoético, adaptado a toda su tabla de estructuras de comunicación.

El proceso de diseño es un proceso de comunicación especializado que está orientado a resolver las tareas de diseño. Se puede describir como un tipo especial de proceso de resolución de problemas. Procede a través de decisiones de diseño.

Arriba, el proyecto de diseño se definió como un proceso completo de comunicación. Sin embargo, los procesos de comunicación sólo pueden tener lugar dentro de los sistemas de comunicación social. Los sistemas de comunicación locales podrían constituir subsistemas dentro de sistemas de comunicación más amplios. En este sentido, un proyecto de diseño puede considerarse como un sistema de comunicación incorporado dentro de la autopoiesis de la arquitectura (por lo tanto, el término "proyecto de diseño" tiene dos niveles de significado: como proceso y como sistema social de comunicaciones. Desde el contexto). Las comunicaciones de proyectos están reguladas por las estructuras generales de comunicación de la arquitectura, diseño y por las estructuras de comunicación, más específicas que regulan el trabajo del proyecto, dichas estructuras guardan relación con los medios de diseño, propios de cada época. Además, cada proyecto individual construye sus propias estructuras de comunicación únicas dentro del curso de su historia del proyecto. Cada proyecto produce estructuras que sólo los conocedores saben y pueden confiar en sus comunicaciones.

Un sistema de comunicación social es un sistema autopoietico, es decir, una red recursiva auto-referencialmente cerrada de comunicaciones que reproduce las estructuras de comunicación en las que se basa en su proceso de comunicación en curso.

Las unidades de base de los procesos / sistemas de comunicación son las comunicaciones.

Una comunicación implica tres momentos constitutivos o selecciones: importación, información y unificación. Es posible analizar el proceso de comunicación y aislar su aspecto informativo. Esto también es posible con respecto a un proyecto de diseño: el aspecto de procesamiento de información puede aislarse del proceso de comunicación de diseño total. Esto ofrece la posibilidad de teorizar ciertos segmentos del proceso de diseño como procesos de procesamiento de información. (Termino información se profundizará su análisis ABM)

#### **2.3.6. Diseño Paramétrico**

El diseño paramétrico es un proceso basado en el pensamiento algorítmico y diseño de un algoritmo que permite la expresión de parámetros y reglas que juntos, definen, codifican y aclaran la relación entre la intención de diseño y la respuesta de diseño. (Jabi, W. (2013))

Dicho método de diseño es un paradigma en el diseño donde la relación entre elementos se utiliza para manipular e informar el diseño de geometrías y estructuras complejas. El término 'paramétrico' se origina a partir de la matemática (ecuación paramétrica) y se refiere al uso de ciertos parámetros o variables que pueden ser editados para manipular o alterar el resultado final de una ecuación o sistema. El diseño paramétrico ofrece un nuevo paradigma en el campo del diseño asistido por computadora; Un paradigma centrado en el potencial para el procesamiento de información compleja y acumulada, que luego genera como resultado formas responsivas a dichos parámetros.

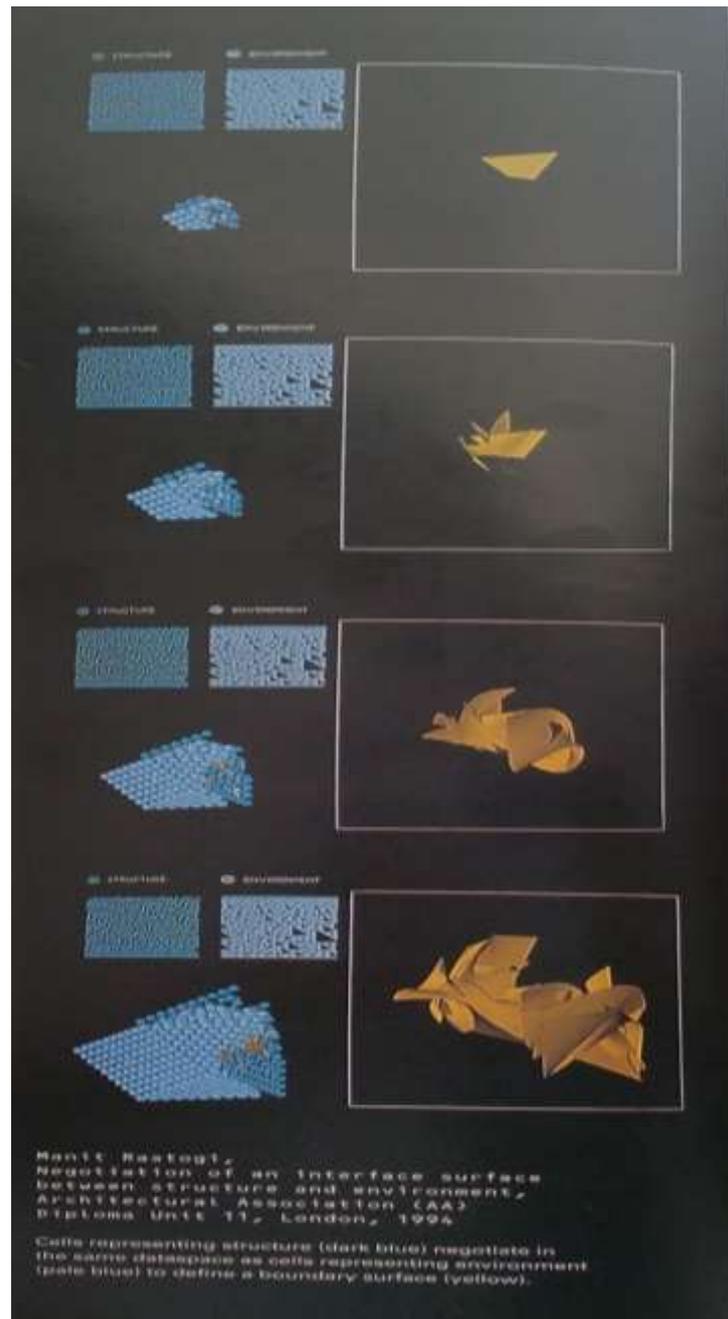


Figura 28 Negociación de una interfaz-superficie entre una estructura y un ambiente.

Tomado de: (Burry, J., & Burry, M. (2012). The new mathematics of architecture. Londres, Inglaterra Editorial Thames & Hudson,62)

El diseño paramétrico no es un concepto que recién nace, aunque en nuestro siglo ha tomado mayor fuerza como parte de una campaña de enseñanza y revivir su uso. Siempre ha formado parte de la arquitectura y el diseño. La consideración de las fuerzas cambiantes como el clima, la ambientación, la cultura y el uso siempre ha formado parte del proceso de diseño.

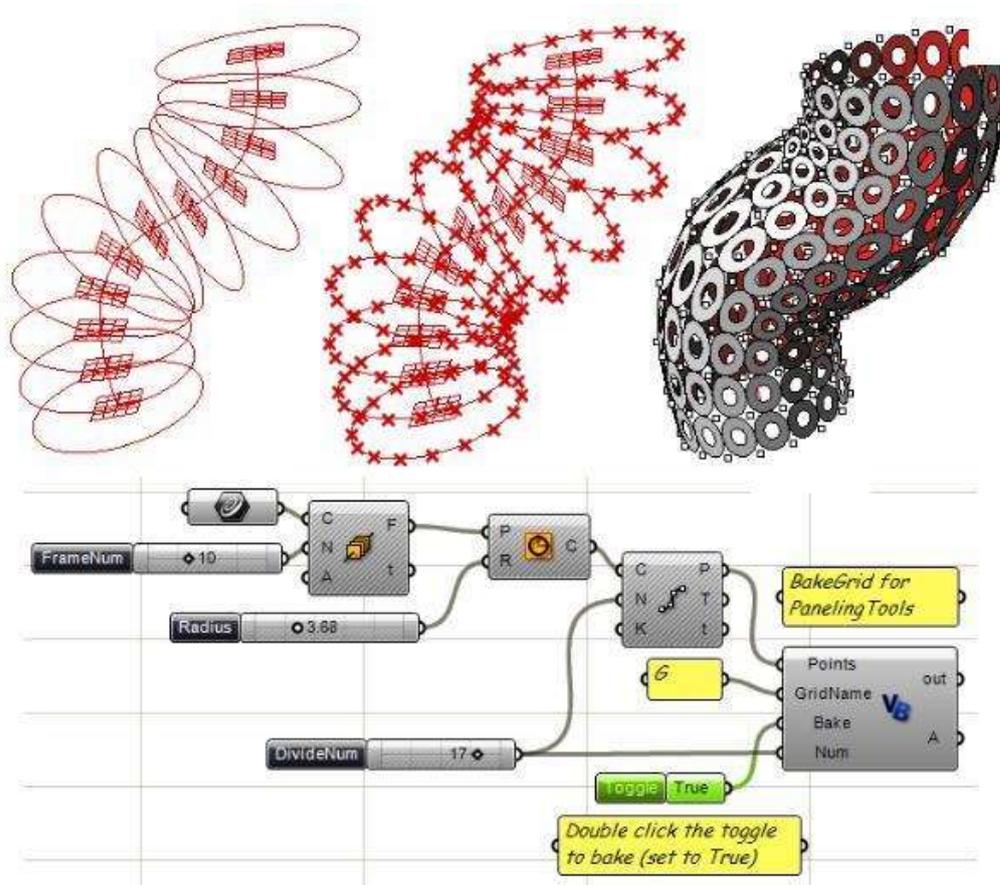


Figura 29: Proceso de diseño mediante parametros y algoritmos generación de formas complejas. Grasshopper- Rhino

Tomada de: (Pinterest,s.f)

### 2.3.7. Parametricismo

El parametricismo es el estilo contemporáneo que está avanzando dentro del diseño sobre la base técnicas de diseño paramétrico. Como definición conceptual del parametricismo se le podría decir: El parametricismo implica que todos los elementos de diseño y dichas composiciones están sujetos a modulación (ritmo, tensión, dinamía) a través de variables o parámetros. Esto implica un cambio fundamental dentro de los elementos básicos de la arquitectura y en el diseño en los últimos años. En lugar de la dependencia clásica y moderna de las figuras geométricas ideales y rígidas como rectas, rectángulos, cubos, cilindros, pirámides y esferas, las nuevas formas canónicas del parametricismo son topológicas y no superficies orgánicas, y así generan flexibilidad. Estos nuevos "elementos" se convierten en los bloques de construcción fundamentalmente nuevos para composiciones dinámicas que pueden hacer resonar con contextos y entre sí a través de scripts. (En el extremo más sofisticado del espectro encontramos optimización multi-objetivo con algoritmos evolutivos.) En principio, cada propiedad de cada elemento complejo está sujeta a variación paramétrica y deformación topológica.

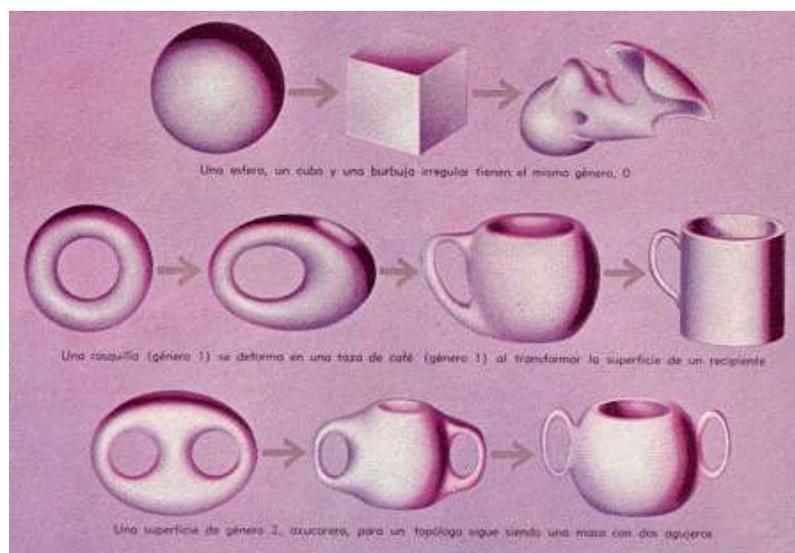


Figura 30: Deformaciones Topológicas.

Tomada de: (Universidad de Zaragoza, s.f.)

La técnica clave para manejar esta variabilidad es el scripting de reglas que diferencian matrices o sistemas de elementos que a menudo se relacionan con parámetros de rendimiento o parámetros contextuales y que establecen correlaciones entre los distintos subsistemas diferenciados.

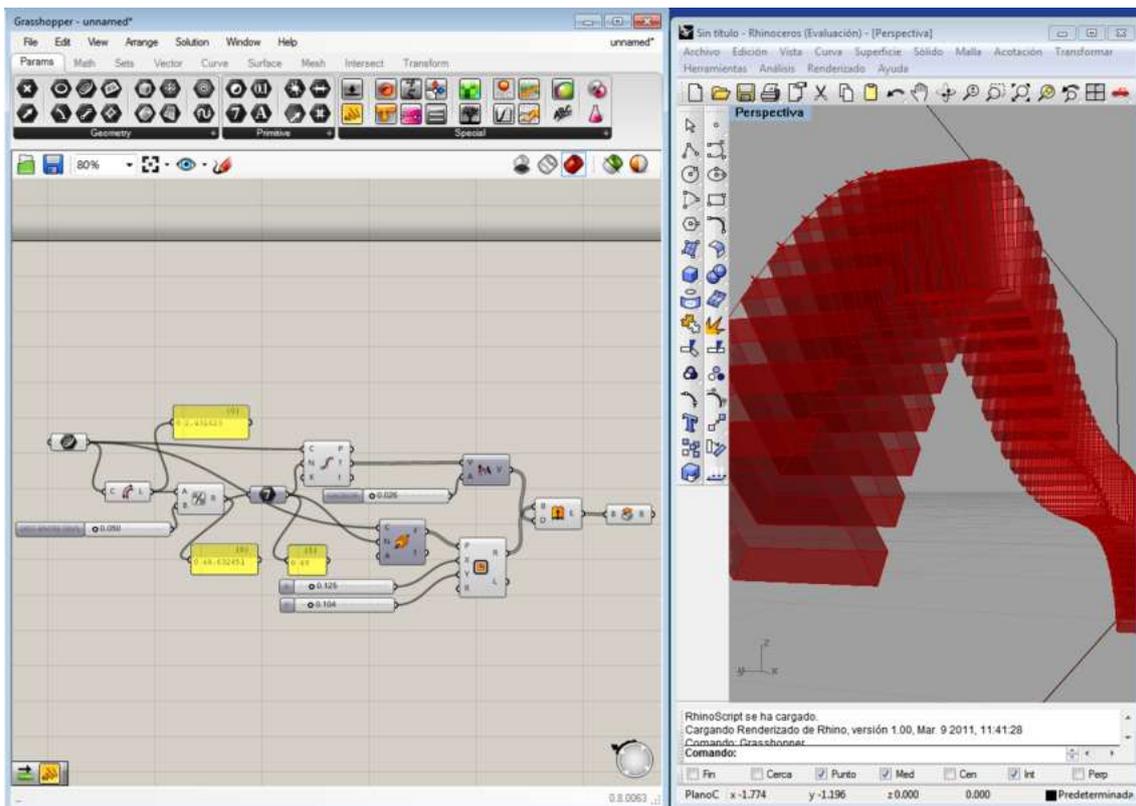


Figura 31: Proceso de diseño mediante parámetros y algoritmos (scripting) generación de formas complejas. Grasshopper- Rhino

Tomada de: (Pinterest,s.f)

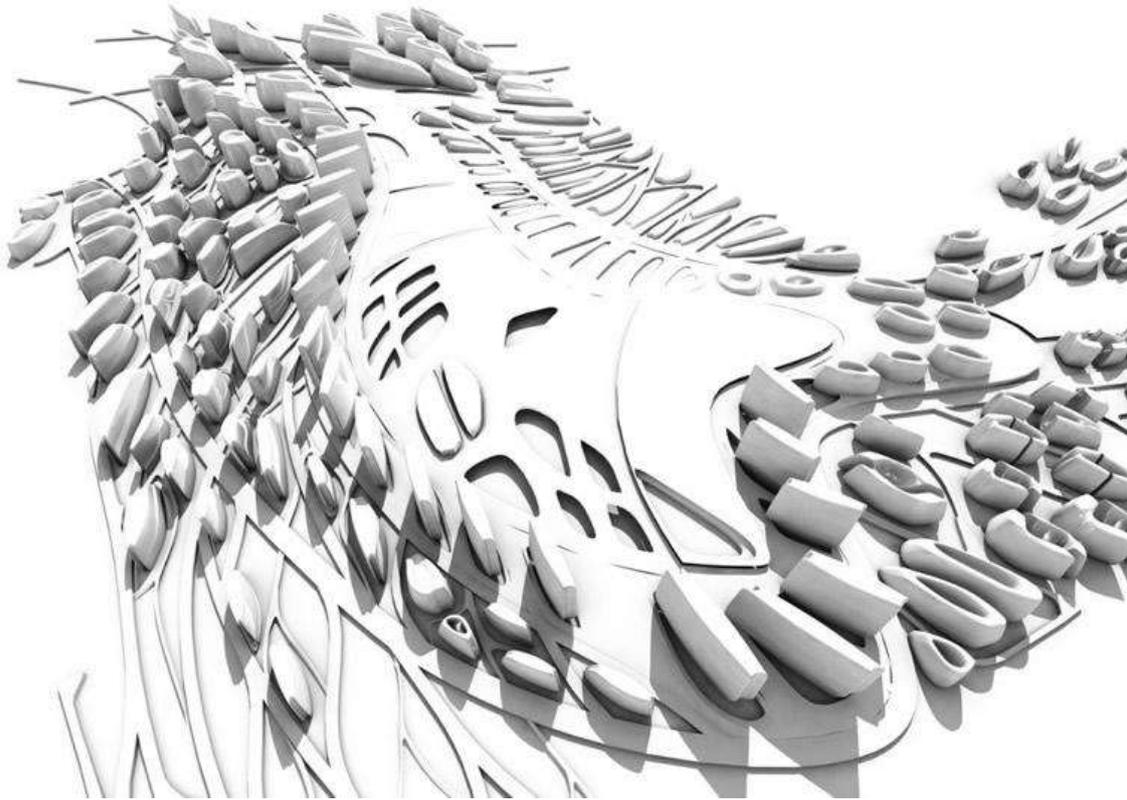


Figura 32: Zaha Hadid Architects, Appur Masterplan competition Modernismo y parametricismo.

Tomada de: (Zaha Hadid Architects, 2015)

Aunque el nuevo estilo depende de estas nuevas técnicas de diseño, el estilo no puede reducirse a la mera introducción de nuevas herramientas y técnicas. Un nuevo estilo es un nuevo paradigma. Pero es un tipo específico de nuevo paradigma, un nuevo paradigma para las disciplinas de diseño y por lo tanto engloba una nueva visualidad (fisonomía) así como una nueva metodología y marco conceptual. La intención de añadir el “ismo” al diseño paramétrico es distinguirlo como un nuevo estilo, lo que caracteriza al nuevo estilo son las nuevas ambiciones y valores, tanto en términos de forma (valores estéticos) como en términos de función (valores de desempeño) y que deben perseguirse con la ayuda de las nuevas herramientas y técnicas de construcción digital.

El parametricismo persigue un nuevo orden espacial complejo a través de los principios de diferenciación y correlación. El objetivo es intensificar las interdependencias internas dentro de un diseño, así como las afiliaciones y

continuidades externas dentro de sistemas complejos (objetos).

### 2.3.8. Parametricismo vs Modernismo

La diferencia entre los dos órdenes sociales: modernismo, también llamado "posmoderno", y el parametricismo es este cambio de un tipo de sociedad a otro lo que hace emerger el nuevo estilo arquitectónico y de diseño: "La principal diferencia entre los dos órdenes está relacionada con el cambio del proceso de producción: el modernismo representa a las empresas que estaban en el centro de la producción, se separaron los departamentos productivos y cada uno de ellos era repetitivo en sí mismo, era un orden de separación, de especialización y de repetición, al mismo tiempo estas son características de la arquitectura moderna: la compartimentación según una función particular y la repetición sin fin de la misma, las ciudades modernistas se construyeron de acuerdo con la misma lógica y es esencialmente la lógica de la producción en masa. Durante la era fordista todo fue reconstruido de acuerdo con este estilo, la crisis se produjo en los años 70 porque esta lógica ya no podía sostenerse debido a el desarrollo de la tecnología, la proliferación de necesidades y la individualización (Véase de nuevo Demolición con explosivos del primer edificio de Pruitt Igo). El proceso de producción ha acelerado y aumentado la dependencia de la diversidad social y por ende ya no era posible que funcionaran separados, haciendo repetitivamente algo a lo que nos especializábamos y siempre eficientemente, es decir, era la misma cosa. Ahora se tendrá que actualizar constantemente y mejorar, estar siempre conectados con todos los demás, verificando si lo que se está haciendo sigue siendo relevante con el respeto de lo que todo el mundo está haciendo. Ahora estamos en una sociedad en red que nos exige un continuo contacto, observación y comunicación. La arquitectura y el diseño necesitan ajustarse y seguir este proceso de evolución.

Sin embargo, ninguno de estos intentos de crear el nuevo estilo posmoderno reemplazó verdaderamente al paradigma modernista: "se hizo evidente que necesitábamos entornos más ricos y complejos." El deconstrutivismo estableció la idea de diversidad, pero en forma de collage. Otros sin orden y sin

comunicación entre sí. El parametricismo es el único estilo después del modernismo que se puede llamar de época ya que su discurso se basa en una teoría a diferencia de todos los demás.

Patrik Schumacher pasó el proceso de evolución a lo largo de su carrera desde el modernismo, a través del postmodernismo, y finalmente terminó en el parametricismo. Zaha Hadid, arquitecta reconocida, está convencida que este estilo ha madurado lo suficiente como para convertirse en el nuevo estilo dominante, movimiento mucho más grande de lo que el deconstructivismo fue.

### **2.3.9. Marginalización del Parametricismo**

El parametricismo es la respuesta del diseño a la civilización computacionalmente habilitada. El parametricismo es el único estilo que puede aprovechar al máximo la revolución computacional que impulsa la civilización contemporánea. Más específicamente, es el único estilo adecuado para los recientes avances en las capacidades estructurales y de ingeniería ambiental basadas en análisis computacional y técnicas de optimización. Todos los demás estilos son incapaces de trabajar con la eficiencia de las diferenciaciones estructurales que emanan de la nueva inteligencia de ingeniería, arquitectura y diseño en sí, es decir, obligan a sus adherentes a desperdiciar esta oportunidad y por lo tanto a desperdiciar recursos. Así que, una vez que los diseñadores contemporáneos toman esas condiciones de funcionamiento en serio, casi inevitablemente son llevados al parametricismo ya la transcodificación geométrica de las variaciones paramétricas en geometrías diferenciadas. Esto se relaciona con la obvia superioridad del parametricismo en términos de la funcionalidad técnica del entorno construido en comparación a otros movimientos tales como el modernismo. Lo que quizás sea menos obvio, pero no menos convincente, es la superioridad del parametricismo con respecto al avance de la funcionalidad social del entorno construido. Debido a su versátil repertorio formal y espacio-organizacional, el parametricismo es el único estilo contemporáneo que puede abordar adecuadamente las nuevas tareas sociales planteadas al diseño por las nuevas dinámicas sociales engendradas por la era de la información. De acuerdo con

ello, el parametricismo se ocupa ahora de todas las principales tareas de diseño y de construcción urbana, en todas las escalas, incluyendo, por ejemplo, proyectos de infraestructura como estaciones de tren y aeropuertos y todo objeto de uso regular dentro de los mismos tales como muebles, sillas, etc...



Figura 30: Aereopuerto ZHA's New Beijing

Tomada de: (Zaha Hadid Architects, 2015)

Sin embargo, estos hechos son raramente apreciados. La funcionalidad del parametricismo, ya sea técnica o social, suele considerarse sospechosa. De hecho, ni siquiera se presume que las obras de parametricidad apunten a la funcionalidad, son mal entendidas como expresiones de exuberancia artística o tecnófilas, o como fetichismo del proceso de diseño esotérico. Este malentendido es desafortunado, pero tal vez excusable, ya que por un lado la funcionalidad de muchos proyectos sigue siendo sospechosa y por otro lado el discurso del movimiento del diseño paramétrico no ha puesto suficiente énfasis en la discusión y explicación de las ventajas prácticas del parametricismo, especialmente en el ámbito de la funcionalidad social. Este es un aspecto del carácter vanguardista del movimiento en el que la exuberancia artística y tecnófila (así como la orientación "esotérica" del proceso de diseño interno) deben desempeñar un papel. Pero este aspecto debe retroceder a medida que

el movimiento madura, va a la corriente principal y quiere ser tomado en serio como contendiente de las mejores prácticas globales.



Figura 31: Aereopuerto SOM's Mumbai

Tomada de: (Zaha Hadid Architects, 2015)

#### **2.4. Fabricación digital**

"Algo debe tener forma para ver, pero debe tener sentido para ser comprendido y utilizado", (Krippendorff, 2006 pg. 39). La computación (entiéndase por computación al procesamiento de información para obtener una respuesta), ha cambiado la manera en que se percibe, propone y produce la forma. Los conceptos fundamentales sobre los que se asienta la teoría y práctica del diseño computacional exponen a la forma como un componente subsidiario del ambiente y al ambiente como una red de energías complejas en intercambio dinámico para generarse y regenerarse. Es importante anotar que desde este punto de vista el diseño computacional se deslinda del uso neto del computador para la simple representación de información (Menges, 2011). No existe diferencia entre dibujar la planta de un edificio a mano o hacerlo con un ordenador, tampoco una ventaja significativa, que vaya más allá de la reversibilidad del dibujo, pero aun así es un uso primitivo de las capacidades de

la herramienta. Valverde M, Forma 2017

Los medios de diseño son los agentes que enriquecen sus funciones y aumentan sus capacidades hacia horizontes sin precedentes. El medio es un gran factor potencial para la innovación del diseño, (Schumacher, 2011), el dibujo como el medio más energético de las disciplinas proyectuales, puede ejemplificar esta afirmación, a lo largo de la historia este ha ido retroalimentando para enriquecer el repertorio de las mismas: la perspectiva durante el Renacimiento, las proyecciones geométricas elaboradas que acentuaban el dramatismo del Barroco, la axonometría de composiciones espaciales en el Modernismo, evidencian a este medio mutante como herramienta proyectual. Valverde M, Forma 2017



Figura 33: Proceso de fabricación pabellón ICD 2017

Tomada de: (Zaha Hadid Architects, 2015)

Tomando la analogía de Schumacher (2011), sobre la inflación de los medios de un sistema, el medio de diseño, al igual que el dinero, está sujeto a estas tendencias a medida que se adapta al dominio de lo obtenible. Esto por un lado exige la reinención de los recursos con los que cuentan estos medios, pero por otro lado puede hacer que el medio pierda su uso persuasivo, por ejemplo, gracias al abuso de ciertos recursos, para mostrar promesas ilusorias, como las imágenes foto realísticas, o la impresión tridimensional de objetos irrelevantes, los medios de generación y fabricación digital, pueden ya no ser un medio de confianza efectiva según Shumacher

El uso más difundido de los medios digitales, en el diseño, es el de una simple herramienta de representación, ignorando su capacidad de procesamiento de información para generar respuestas. Situémonos en un escenario en donde las capacidades de nuestro pensamiento simplificador se amplíen para digerir una cantidad de información, sin precedentes y que el resultado de esta situación se plasme en las propuestas, que el diseñador plantea a la sociedad. Sería la descentralización del diseñador como ser omnipotente que decide como las personas deben vivir, sería una adquisición de la consciencia servicial de la disciplina y el reconocimiento de su función social.

Aquí se analizarán algunas de las herramientas de fabricación digital con referencia a los medios de diseño de los que se habló en un punto anterior, con ello conocer algunas de las herramientas más conocidas y útiles que existen en el mercado ahora, y ver su potencial de fabricación y construcción de objetos

#### **2.4.1. Enrutador CNC**

El CNC está basado en el control numérico de la computadora. Los enrutadores CNC incluyen software propietario que interpreta dibujos vectoriales 2D o modelos 3D y convierte esta información en un código G, que representa funciones específicas de la CNC en formato alfanumérico que el molino CNC puede interpretar. Los códigos g conducen una herramienta mecanizada, un dispositivo mecánico accionado normalmente utilizado para fabricar componentes. Las máquinas CNC se clasifican según el número de ejes que poseen, siendo las máquinas de 3, 4 y 5 ejes comunes, y los robots industriales que se describen con un máximo de 9 ejes. Máquinas CNC son especialmente exitosas en el grabado de materiales como madera contrachapada, tablero de espuma y metal a una velocidad rápida.



Figura 34: Enrutadora CNC

Tomado de: (Roble ec, s.f.)



Figura 35: Juguete decorativo terminado cortado en la Enrutadora CNC

Tomado de: (Roble.ec, s.f.)

#### 2.4.2. Cortador láser

El cortador láser es una máquina que utiliza un láser para cortar materiales tales como tablero de viruta, tablero mate, fieltro, madera y acrílico de hasta 3/8

"(1 cm) de espesor. El cortador láser es a menudo incluido con un software de controlador que interpreta dibujos vectoriales producidos por cualquier número de plataformas de software CAD.

El cortador láser es capaz de modular la velocidad de la cabeza del láser, así como la intensidad y resolución del haz del láser, y como tal es capaz tanto de corte y como gráficos aproximados.

Los objetos cortados del material escogido pueden ser utilizados en la fabricación de modelos físicos, que solo requerirán el montaje de las partes planas. Esta opción es utilizada con mayor frecuencia con modelos que fueron fabricados en planos seriados para luego ser ensamblados.



Figura 36: Cortadora laser-Cortando acrílico

Tomado de: (Mercado libre: 2015)



Figura 37: Cortadora laser Piezas cortadas y grabadas a laser. Acabado final escritorio a escala.

Tomado de: (Mercado Libre, 2015)

### 2.4.3. Impresoras 3D

Las impresoras 3D utilizan una variedad de métodos y tecnología para ensamblar versiones físicas de objetos digitales. Típicamente las impresoras 3d de escritorio pueden hacer pequeños objetos de plástico que por lo regular es la tendencia en estos momentos. Dichas impresoras usan un rollo de filamento de plástico fino, este filamento puede ser de cualquier tipo de plástico sea este en diferentes colores, densidades, resistencias y acabados, derritiendo el plástico y luego depositándolo precisamente en el diseño que se mandó a imprimir para enfriar y endurecer. Normalmente construyen objetos 3D de abajo hacia arriba en una serie de capas horizontales muy finas de plástico. Este proceso a menudo sucede en el transcurso de varias horas, esto dependerá de la complejidad del objeto a imprimir y los soportes internos y externos que la maquina este programada para darle al objeto. (Gian-Lluís Ribechini Creus)



Figura 38: Impresora 3D común de extrucción de material.

Tomado de: (Las mejores electrónicas, s.f.)



Figura 39: Zapatos impresos mediante una impresora 3D material plástico ABS

Tomado de: (Zaha Hadid Architects, 2015)

#### 2.4.4. Modelado de deposición fundida

El modelado de deposición fundida, también conocido como fabricación de filamentos fusionados, utiliza un sistema robótico de 3 ejes que extrude material, típicamente una capa termoplástica, una capa fina a la vez y construye progresivamente una forma.



Figura 40: Representación de proceso de modelado por deposición fundida.

Tomado de: (Modelado por deposición fundida, s.f.)



Figura41: Objeto decorativo impreso mediante el modelado por deposición fundida.

Tomado de: (Modelado por deposición fundida, s.f.)

### 2.4.5. Estereolitografía

La estereolitografía utiliza un proyector de luz de alta intensidad, generalmente con tecnología DLP, con una resina de polímero fotosensible (sensible a la luz). Proyectará el perfil de un objeto para construir una sola capa, curando la resina en una forma sólida. A continuación, la impresora moverá el objeto de la manera en una pequeña cantidad de material es adherida al objeto ya en impresión y proyectar el perfil de la siguiente capa.

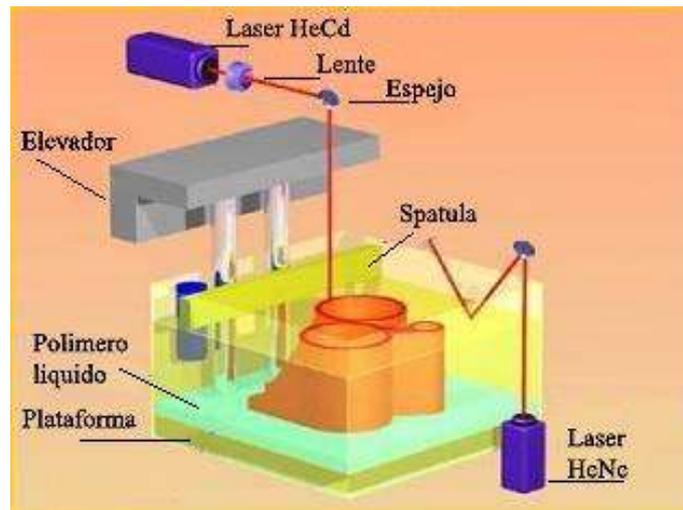


Figura 42: Representación proceso de impresión mediante estereolitografía

Tomado de: (Modelado por estereolitografía, s.f.)



Figura 42: Soportes y ventilador impresos mediante estereolitografía

Tomado de: (Modelado por estereolitografía, s.f.)

#### 2.4.6. Sinterizado láser selectivo

El sinterizado láser selectivo utiliza un láser para trazar la forma de un objeto en un lecho de material finamente pulverizado que se puede fusionar por aplicación de calor del mismo láser. Después de que una capa ha sido trazada por el láser, el lecho y la parte parcialmente terminada se mueven fuera del camino, se extiende una capa delgada del material en polvo y se repite el proceso. Los materiales típicos utilizados son aluminio, acero, vidrio, termoplásticos (especialmente nailon) y ciertas cerámicas.

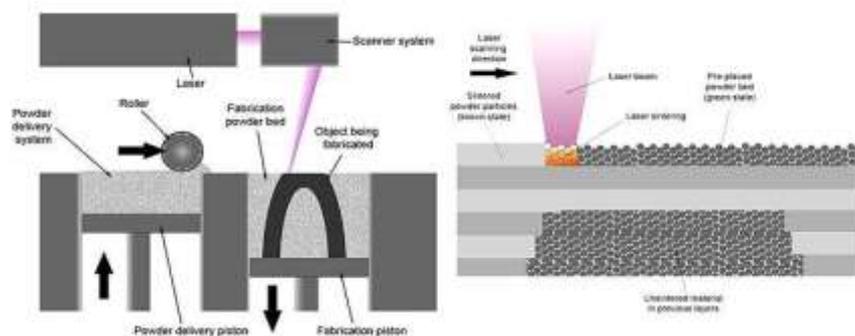


Figura 43: Representación de proceso de modelado por sinterizador laser selectivo.

Tomado de: (Proyecto Nike, 2016)

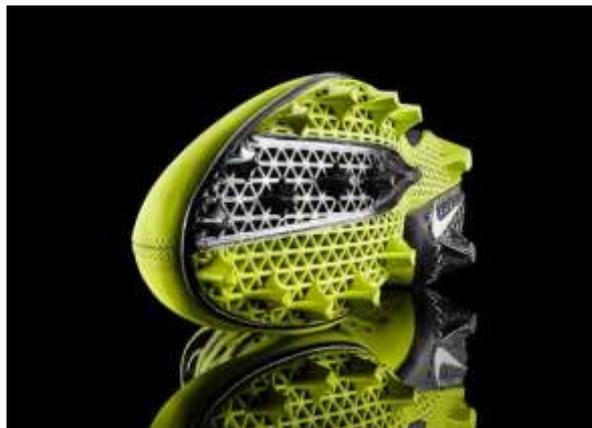


Figura 43: Suela de zapato deportivo Nike impresa mediante el proceso de modelado por sinterizado laser selectivo.

Tomado de: (Proyecto Nike, 2016)

#### **2.4.7. Impresoras de polvo**

Las impresoras de polvo trabajan de una manera similar a las máquinas SLS, y usan típicamente polvos que pueden curarse, endurecerse o solidificarse de otro modo mediante la aplicación de un aglutinante líquido que se suministra a través de una cabeza de impresión de chorro de tinta. Los materiales comunes son el yeso, la arcilla, el azúcar en polvo, la masilla de unión de relleno de madera y la harina, que típicamente se curan con agua, alcohol, vinagre o alguna combinación de los mismos. La principal ventaja de las máquinas de polvo y SLS es su capacidad para soportar continuamente todas las partes de sus objetos durante todo el proceso de impresión con polvo sin imprimir. Esto permite la producción de geometrías no fácilmente creadas de otra manera. Sin embargo, estas impresoras son a menudo más complejas y costosas.

#### **2.5. Plan de investigación de la escuela de Diseño de la Universidad de Las Américas en Quito Ecuador**

Lo que plantea el trabajo de investigación, que lleva como título: “Elaboración de una metodología de aplicación de conceptos de diseño y arquitectura contemporáneos, mediante el uso de herramientas de tecnología digital pertinentes” es buscar establecer una metodología de aplicación académica, que permita la generación de productos que encajen dentro de las exigencias contemporáneas de la sociedad, debido a la validación previa de su eficiencia productiva y de uso.

La aplicación primera de esta propuesta de metodología de Diseño será sugerida en los medios académicos de nuestro país, empezando con los estudiantes y profesores relacionados con diseño de productos dentro de la UDLA.

El objeto que se utilizara para la investigación es una estructura expositiva, fabricada en madera con tecnología de la llamada Cuarta Revolución Industrial: CAD (Diseño Asistido por Computadora), CAM (Manufactura Asistida por Computadora) y CAE (Ingeniería Asistida por Computadora).

El primer proyecto expuesto se trata de una estructura expositiva, que

utilizando el diseño paramétrico busca maximizar la interacción de los asistentes, su forma compleja, obtenida de la torsión máxima de una superficie en equilibrio, busca llamar la atención del usuario y que el mismo mediante su navegación en el espacio descubra esta geometría.



Figura 45: Estructura Expositiva CROMIA 2015

Para su elaboración se utilizaron software de modelado paramétrico (Grasshopper y RhinoScript), de simulación estructural, de comportamiento mecánico (Catia), de obtención de despieces y finalmente su fabricada con una máquina de control numérico CNC. Para su diseño y ejecución no fue necesaria la elaboración de proyecciones ortogonales.

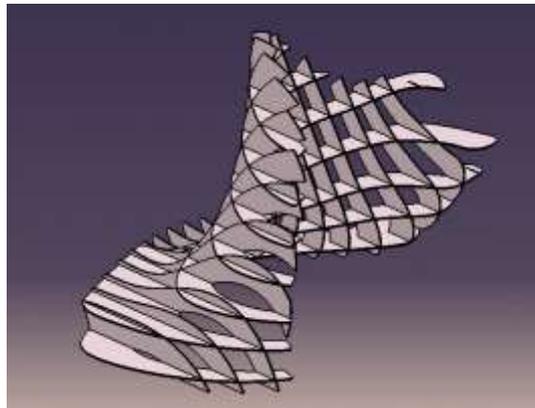


Figura 46: Proceso de modelado digital, obtención de despieces.

Los resultados obtenidos fueron favorables, el comportamiento de las personas alrededor de la estructura era más activo que en otros lugares.

La teoría que se está validando y utilizando tanto en el plan de tesis como en la investigación es la “Autopoiesis de la Arquitectura” de autoría de Patrik

Schumacher, misma que se utilizó para la generación del producto, bajo sus conceptos de organización, articulación, función y capacidad.

## **2.6. Agent based Modeling ABM**

El modelado basado en agentes (ABM) es un estilo de modelado en el que los individuos y su interacción entre sí y su entorno están explícitamente representados en un programa o incluso en otra entidad física como un robot. Los individuos modelados llamados agentes son, por ejemplo, personas, animales, grupos o células, pero pueden modelar entidades que no tienen una base física, pero son entidades que se conciben como una tarea como recopilar información o teóricamente modelar la evolución de la cooperación. Este modelo se tomó para la realización de los experimentos ya que nos proporcionaría los datos necesarios y al tratar con agentes independientes se necesitaba un modelo que logre analizarlos de una forma discreta sin cambiar su naturaleza.

Típicamente, ABM está asociado con un estilo de programación relativamente reciente llamado programación orientada a objetos. En lenguajes de programación orientados a objetos como Java, los métodos y procedimientos de datos y de programación se encapsulan en objetos que pueden manipular sus propios datos e interactuar con otros objetos de programación. La encapsulación o encriptación de programas como objetos hace que la representación de entidades del mundo real como personas o células intuitivamente representable por objetos en un lenguaje de programación orientado a objetos. Especificaremos información que la gente necesitaría tener y reglas para cómo interactúan entre sí y con su entorno.

### **2.6.1. Agentes**

La necesidad de modelado basado en agentes se vio necesaria ya que vivimos en un mundo cada vez con sistemas aún más complejos.

Los sistemas que necesitan ser analizados se están volviendo más complejos

Descentralización de la toma de decisiones

Sistemas que se aproximan a límites de diseño: ej Redes de transporte

Aumento de las interdependencias físicas y económicas: infraestructuras

(Electricidad, gas natural, telecomunicaciones)

Nuevas herramientas, herramientas, enfoques de modelado

Algunos sistemas siempre han sido complejos, pero no analizarlos

Los mercados económicos y la diversidad entre los agentes económicos

Sistemas sociales, redes sociales

Los datos ahora organizados en bases de datos en niveles más finos de granularidad (micro datos)

La representación de individuos del mundo real como agentes en un programa es quizás la característica más típica de ABM, pero las instanciaciones físicas como los robots físicos también son cada vez más importantes. En el lado individual, buscamos identificar qué información necesita tener un individuo, cómo puede manipular esta información, cómo interactúa con otros individuos y su entorno. Por lo tanto, los mecanismos para manipular la información sobre el mundo pueden incluir algoritmos de aprendizaje o redes neuronales. En el lado de la programación, definimos clases de agentes, especificando la necesidad de los agentes de información en términos de estructuras de datos, mecanismos para manipular la información y reglas sobre cómo interactúan entre sí y con su entorno. Por ejemplo, un agente puede necesitar aprender localizaciones donde se encuentra el alimento. Qué acciones un agente elige puede ser justas reacciones a otros agentes o características de su ambiente. Mecanismos cognitivos más sofisticados también pueden ser implementados en un ABM como la memoria y las motivaciones. Para la instanciación física de un agente, no sólo tenemos que considerar las dos primeras cuestiones, sino también las propiedades físicas del agente y su entorno.

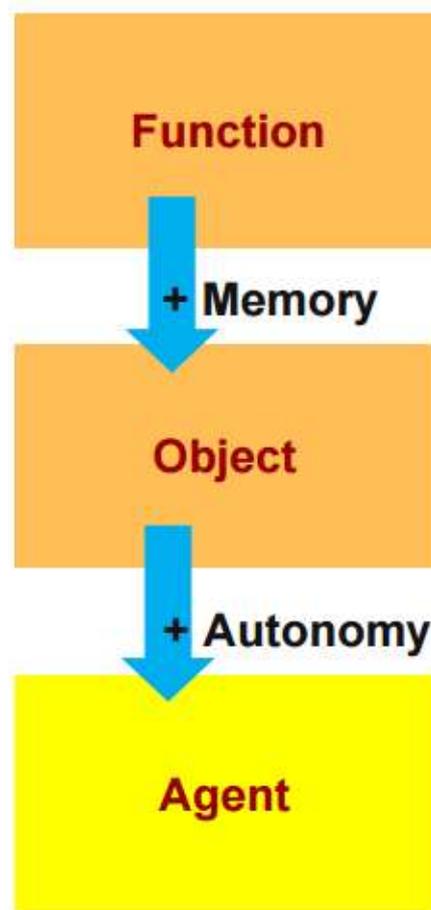


Figura 47: Mapa definición de Agente.

Tomado de: (MSC.anl, 2006)

- Las reglas de decisión varían según el agente:

El agente al ser independiente y autónomo, con su conocimiento y experiencia, las decisiones que tomen son independientes de otros agentes o del entorno.

- Sofisticación de las reglas

Depende del grado de complejidad con el que se genere los experimentos, serán los grados de sofisticación que posea y las reglas designadas discretamente se espera que los agentes cumplan.

- Carga cognitiva

Todo conocimiento que el agente posea es individual y le permite tomar decisiones en base a su entorno, su carga cognitiva también se refiere a todo lo que entienda el agente del ambiente controlado.

- Memoria empleada

Experiencias pasadas que generaron enseñanza dentro del subconsciente y consciente del agente, con su memoria y experiencia de sucesos pasados le permiten interactuar libremente con el ambiente.

- Los agentes varían según sus atributos y recursos acumulados disponibles

ABM ofrece a las ciencias del comportamiento una herramienta computacional para desarrollar modelos precisos y específicos de cómo interactúan los agentes de estudio y para descubrir patrones de comportamiento y organización que surgen de estas interacciones. Con dichos patrones de comportamiento se puede tener una especie de guías o rutas de diseño de acorde a las interacciones de los agentes. En lugar de confiar en teorías verbales y cualitativas, ahora podemos construir ABMs de los fenómenos que estamos interesados en entender y explicar. Podemos probar estos modelos en contra de los datos y en la medida en que coinciden con los datos, podemos lograr una comprensión más profunda y precisa de los fenómenos que queremos entender, explicar y predecir.

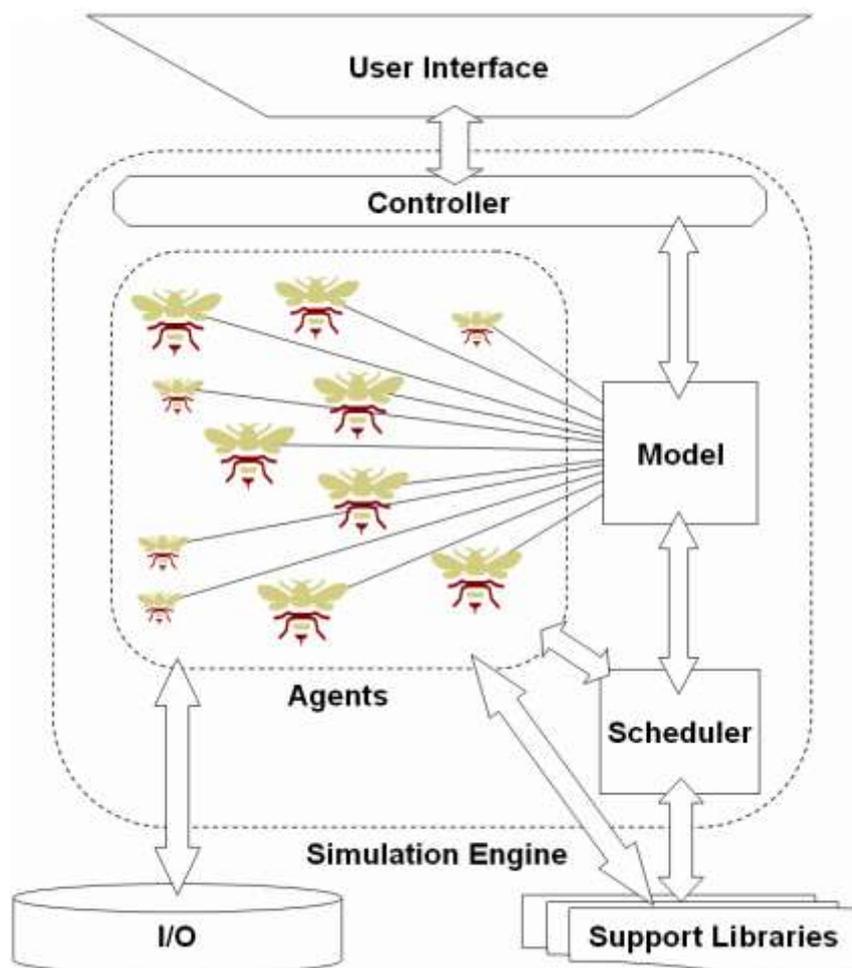


Figura 48: Experimento diseñado para el comportamiento de las abejas ante un ambiente controlado discretamente.

Tomado de: (MSC.anl, 2006)

### 3. Capítulo III. Diseño Metodológico

#### 3.1. Tipo de investigación

La investigación que se pretende realizar será cualitativa y experimental en su mayor parte donde se quiere conseguir una validación utilizando un esquema tentativo de la metodología que se pretende proponer, los resultados previstos

de manera digital, en el ámbito de uso analizando los tipos de interacción que genera una forma compleja y si las mismas se inscriben dentro de los conceptos de organización, articulación, función y capacidad, pertenecientes a la teoría de la Autopoiesis de la Arquitectura.

### 3.2. Población

Se realizarán 2 experimentos, en el patio central de los campus de Granados. El primero sin estímulos en el espacio y el segundo utilizando un elemento expositivo de formas complejas. La población elegida para los experimentos sería la gente que transita regularmente la sede granados de forma natural.

### 3.3. Muestra

La muestra se realizará a los alumnos de la Universidad de las Américas y se pondrá una atención al movimiento y ocupación en el patio de las culturas al tener gente presente.

### 3.4. Variables

Tabla 1

*Definición operacional de las variables*

Definición operacional de las variables			
Variable	Definición	Tipo de variable	Posible valor
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Cuantitativa	1-50 años
Sexo	Género Femenino o Masculino	Cuantitativa	F/M

Carrera	La carrera que está estudiando dentro de la universidad	Cualitativa	Diseño Gráfico-Industrial NABA Diseño Gráfico-Industrial Arquitectura
Nivel de acceso/apertura a la tecnología	La capacidad de conocimiento sobre tecnologías de fabricación digital.	Cualitativa	Corte a laser Impresoras 3d Impresoras 3d industriales
Tiempo estimado de la visita	Tiempo que una persona pasa interactuando con las formas complejas	Cuantitativo	1-10 min 5-10min 10-15min 15-30min 31-40min Más de una hora
Disponibilidad de lugar en la universidad			

Daño registros fotográficos y videos	Algún percance a daños al material fotográfico y en video de los experimentos	Cualitativo	Daño parcial Daño total Ningún daño
Daño a la estructura expositiva	Algún daño ocasionado a la estructura que cause la retirada de la misma	Cualitativo	Daño parcial Daño total Ningún daño
Momento académico cuando se exponga (vacaciones)	Fecha tentativa a cuando se pueda exponer la estructura	Cualitativo	Inicios de semestre Mediados de semestre Finales de semestre En vacaciones(verano)
Clima	Clima que se presente el día de desarrollo de los experimentos	Cualitativa	Sol Lluvia

#### 4. Capitulo IV. Desarrollo de la Propuesta

Se desarrollaron un total de 2 experimentos basándonos en el método de modelo basado en agentes ABM (Agent based modeling en sus siglas en inglés) donde se utiliza una clase de agentes (Alumnos de la sede Granados de la Universidad de Las Américas) y se controlará la lista de funciones o

capacidades discretamente (controlar discretamente las funciones nos da el control de dichas funciones sin que los agentes de estudio conocieran de ellas) para los grados de sofisticación del experimento. Al ejecutarlos, interpretarlos y validarlos sabremos si los comportamientos asumidos en un principio se cumplen

Se utilizó distintas funciones o capacidades para el experimento, al inicio se planteó 2 capacidades que podrían los agentes ejecutar, mediante esa ejecución de acciones, las funciones van avanzando en cada capacidad. Las capacidades iniciales en un ambiente controlado fueron tener el estímulo o no tenerlo. Ante estas funciones y como actúen los agentes a ellas, se analizan las siguientes funciones y así sucesivamente.

# Experimento Definiendo discretamente limites

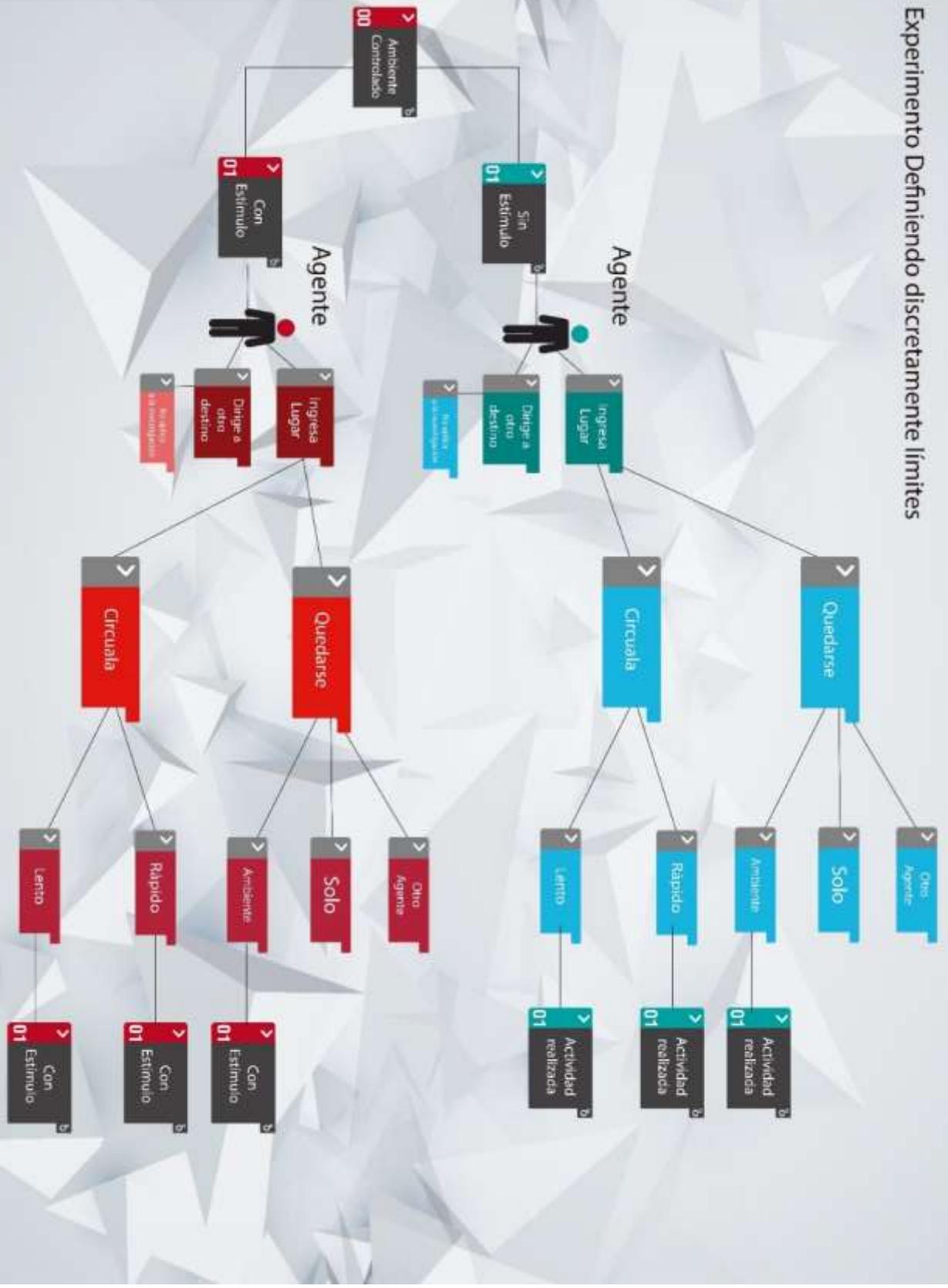


Figura52: Experimento creado en base al método ABM

El grado de sofisticación se midió en base a los parámetros que se necesita analizar y recoger datos. En total tenemos 5 grados de sofisticación que mientras va subiendo de grado tendremos más datos con que comparar y tener información para la validación de la investigación.

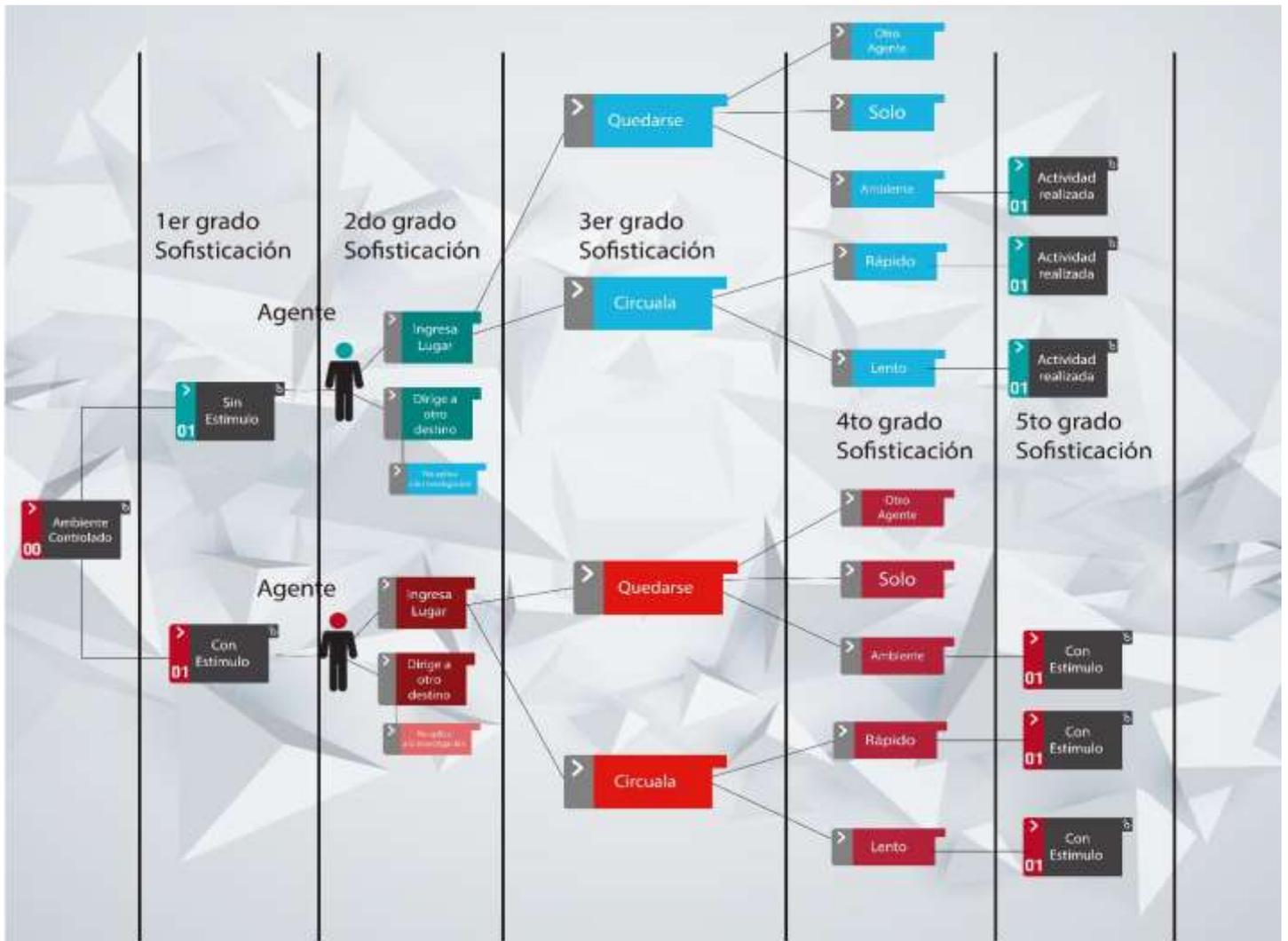


Figura 53: Grados de sofisticación en los experimentos creados.

Contemplando y teniendo claro todos los niveles de sofisticación de los experimentos se procedió a instalar una cámara en el último piso de la sede granados de la Universidad de las Américas para poder grabar el comportamiento de los agentes el día lunes (abril 2017) desde las 12:00 de la tarde hasta las 2:00 de la tarde, donde se encontró que hay el mayor número de agentes y mayor movimiento en dicha sede.

Al mismo tiempo que se grabó discretamente todo el ambiente controlado, también se observaron y tomaron datos importantes como donde el grado de sofisticación y las funciones dentro de ellos se “saturaron” (Se explotó alguna función al máximo) y donde solo fueron temporales.

El primer experimento que se realizo fue el que no posee ningún estímulo diferente a lo cotidiano dentro del patio de las culturas, con estímulo nos referimos a la estructura de forma compleja.

Lo primero que pudimos notar en la primera hora de grabación fue un notable patrón de movimiento de los agentes, al ingresar al patio de culturas por lo general se posee un recorrido notable.

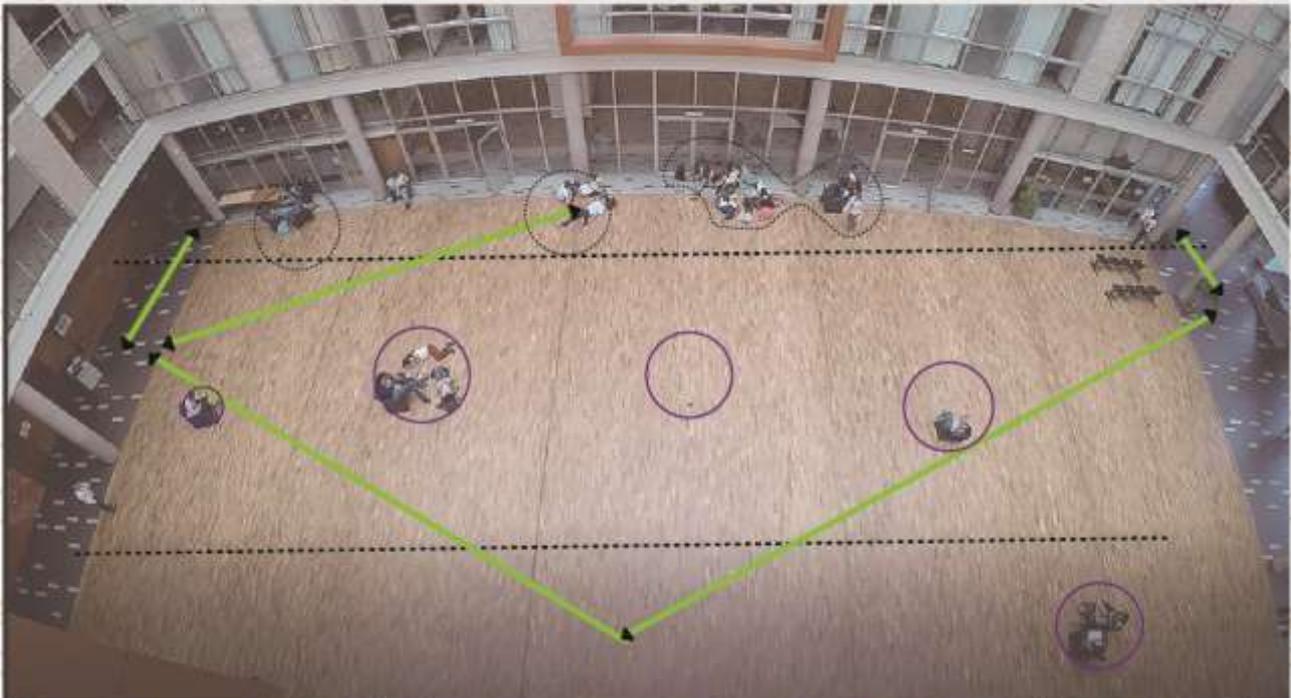


Figura 54: Captura del 1er video grabado en la sede granados. Comportamiento sin estímulo externo.

También se pudo detectar puntos específicos donde los agentes se quedan tanto con otros agentes como también solos. El comportamiento de estadía de los agentes en el ambiente controlado se debe a puntos de corriente en el suelo y sofás para poder descansar, pero al mismo tiempo también tienden a simplemente descansar en el piso del patio. Con todo esto observado se generó la edición del video donde se adelantó en un 400% de la velocidad normal para poder ver las funciones y capacidades más claras y poder generar un patrón de movimiento y estadía con la evaluación del video.

Al detectar ya todas las funciones y capacidades y su grado de saturación se

### Resultado Experimento sin Estímulo: Sede Granados



Nivel de Sofisticación:  
Recorrido de los agentes.

Saturación media: - - - - -

Saturación máxima: ————

Saturación puntos fijos: ○

Saturación media puntos fijos: ○

logró establecer un patrón específico.

Figura 55: Análisis completo del 1er video de validación sin estímulo- Recorrido de los agentes en la sede granados.

Como resultado pudimos observar que las capacidades de circulación son tan claras y su uso es tanto que sus funciones se saturaron al máximo, esto quiere decir que los agentes utilizan ese patrón de movimiento con tanta regularidad que se logra general un patrón claro y visible.

Sin embargo, se encontraron 2 patrones de movimiento que no llegan a saturarse ya que el uso de dicho patrón de movimiento es ocasional y se pudo observar que se usa solo en casos de limitación de tiempo (llegar tarde) o un modo de movilización rápida.

También tenemos un total de 5 puntos fijos donde 4 de ellos corresponden a puntos de luz adheridos al piso del patio, y uno sin razón específica aparente pero que siempre se mantiene. Donde tenemos puntos no fijos son en la entrada de los auditorios, ya que ocasionalmente los agentes se colocan por un límite de tiempo.

Se analizaron los puntos de ocupación y se los dividió por tiempos, por lo general el tiempo de ocupación "fija" se determinó como una ocupación de más de 10 minutos, mientras que una ocasional se midió menos de esos 10 minutos. Así tendremos una visión no solo de movimiento sino de ocupación. El mismo tratamiento se dio para el análisis, primero en una versión más grande con el proyector para tener una visión más clara de los puntos de ocupación.

Luego de tener claro los puntos de ubicación que se encontraron se procedió a graficar y pasar a limpio los resultados para un análisis mejor de los datos.

## Resultado Experimento sin Estímulo-Ocupación : Sede Granados



Nivel de Sofisticación:

Puntos de ubicación.

Ocupación más de 10min: ●

Ocupación menos de 5 min: X

Al quedarse más de 10 minutos por lo general los agentes se agrupan y quedan conversando o durmiendo, mientras cuando el agente se queda solo es o para cargar algún dispositivo o igual para descansar, sin embargo, no hay muchos puntos de ocupación menor ya que dichos puntos de ocupación son en estilo de ver a un agente conocido llegar a interactuar y continuar su curso original.

Al tener todos los datos necesarios para comprender el comportamiento de los agentes tanto en circulación y de ocupación, se procedió a continuar con el siguiente experimento, añadiendo un estímulo y ver si el comportamiento de los agentes cambia. El estímulo fue la estructura de forma compleja que se utilizó en la feria CROMIA 2015, esta figura fue diseñada utilizando el concepto de parametricismo basándose en la teoría de la autopoiesis y utilizando tecnología de construcción digitales tales como programa RHINO-CEROS con sus

extensiones Grasshopper y Rhinoscript.



Figura 57: Estructura expositiva utilizada como estímulo en el experimento.

Se procedió a la filmación del 2do experimento con los mismos parámetros, pero ahora ya con la estructura expositiva ya armada y colocada en el patio de las culturas de la sede granados de la plaza de las Américas. Se grabó y observo el comportamiento de los agentes el día lunes 8 de mayo del 2017 desde las 16:00 horas de la tarde hasta las 19:00 horas de la noche, donde se pensó que se podría tener más concurrencia de gente ya que hay un gran número de alumnos que estudian durante las horas de la noche, este es el mismo criterio que se utilizó en el 1er experimento.

Al mismo tiempo que se grabó discretamente todo el ambiente controlado, también se observaron y tomaron datos importantes como donde el grado de sofisticación y las funciones dentro de ellos se saturaron (Se explotó alguna función al máximo) y donde solo fueron temporales



Figura 58: Captura del 1er video de validación con estímulo- Recorrido de los agentes.

Se evidencio mucha gente como se esperaba, pero su manera de comportarse fue diferente, ya que se veía como muy poca gente entraba al patio de las culturas y si lo hacía era para ir a la biblioteca, o solo de paso, sin embargo, se pudo observar las primeras interacciones con la estructura expositiva. Observamos que hay una idea ya predispuesta a que, si hay algún objeto de exposición en el patio de las culturas, la gente por lo general no se acerca o lo hace, pero rodeando dicho elemento ya que por lo general en una exposición se solicita que no toquen los objetos expositivos o que no les tomara fotografías.

Luego se pasó a obtener los patrones de movimiento de los agentes para ver como se comportaban ante la estructura y que tipo de patrones de formaban diferente a los patrones que vimos ya cuando no existía el estímulo (estructura)



Figura 59: Análisis final del 1er video de validación con estímulo- Recorrido de los agentes.

Al ya tener señalizados los patrones encontrados tanto del primero como del segundo experimento, nos pudimos dar cuenta que la estructura no afectaba al recorrido principal que detectamos, por ello se asumiría que el recorrido de los agentes sería el mismo, sin embargo pudimos observar que los agentes se veían atraídos por la estructura por varias razones, por curiosidad, por interés o notamos que inevitablemente y sin interactuar para nada con la estructura, el recorrido que normalmente se genera desaparece y se genera nuevos patrones distintos que rodean la estructura. También pudimos observar que los agentes en la noche no tenían el mismo interés de ocupación que los agentes en la mañana, pareciera que no poseen tanto tiempo lúdico o los mismos intereses que los agentes que concurren en la mañana



Figura 60: Análisis primario del 2do video de validación con estímulo- Recorrido de los agentes.

Por ello se decidió hacer un tercer experimento y una 3era grabación en el lapso de 12:00 horas de la tarde hasta las 15:00 de la tarde, un rango similar de tiempo que el primer experimento. Mientras la cámara grababa pudimos observar un parámetro ajeno a nuestro experimento que nos sirvió como objeto de comparación. Este objeto se trataba de un banner informativo interactivo de la Escuela de Sonido y Acústica de la Universidad de las Américas, en él se tenían que acercar y ejecutar algún ruido y dependiendo del ruido que se generaba, el banner te mostraría el nivel de desniveles o de ruido que se estaba generando en el patio de las culturas.



Figura 61: Panel interactivo, muestra el nivel de ruido que hace en algún lugar.

Con este objeto al frente de la estructura, vimos una oportunidad de comparar una estructura de forma compleja sin ser interactiva contra un panel interactivo, pero con su forma cotidiana y tradicional.

Al concluir la filmación, pudimos notar un aumento notorio de los agentes interactuando con la estructura.

### Resultado Experimento con Estímulo: Sede Granados 2da validación

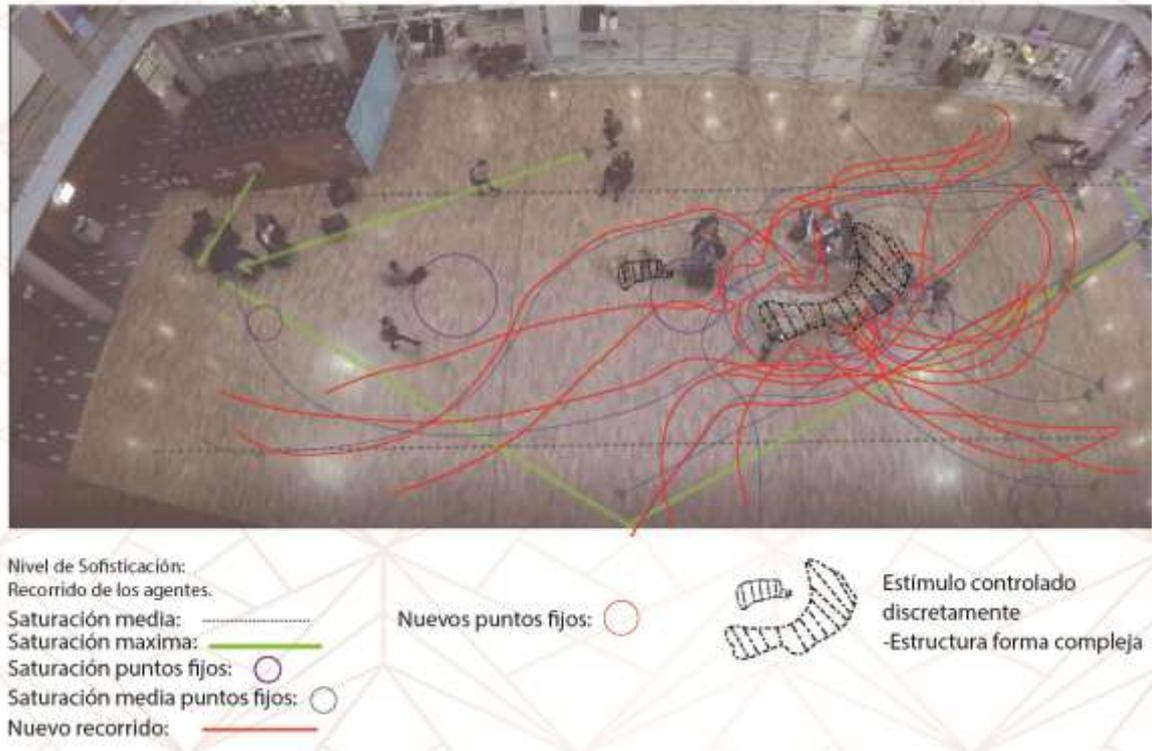


Figura 62: Análisis del 3er video de validación con estímulo- Recorrido de los agentes.

Al tener ya el video listo para su análisis, empezamos a trazar los patrones de movimiento y vimos ya una tendencia clara de acercamiento a la estructura, aquí pudimos ver como los agentes ya tenían confianza en la estructura y se acercaban con normalidad, se sentaban en ella, la movían, se acostaban debajo de ella.

Como podemos observar, los patrones de movimiento se centran claramente en la estructura, haciendo que los patrones la rodeen y generando nuevos puntos fijos alrededor de la estructura, y aquí es más notorio el hecho de que la estructura no interfiere con los patrones normales de movimiento que observamos en el primer experimento, y aun así ese patrón bien marcado de movimiento desaparece y se generan nuevos patrones en base a la estructura.



Figura 63: Análisis final del 3er video de validación con estímulo- Puntos de ocupación

Podemos observar la comparación de los puntos de ocupación que se encontraron en el nuevo experimento con la estructura ya colocada. Podemos ver una ocupación de más de 10 minutos alrededor de la estructura estos puntos de ocupación se volvieron nuevos puntos fijos ya que los agentes pasaban más de 10 minutos ahí. También los agentes espontáneos que solo iban por un momento se pudieron observar que su estadía se prolongaba un poco al tener la estructura ahí pero que sus objetivos no eran una estadía prolongada.

Ahora lo más notorio, la comparación entre el elemento interactivo de ruido, que poseía una forma simple, la estructura en tema de ocupación tanto fija como espontánea, el objeto interactivo, donde los agentes se acercaban a aplaudir o gritar para ver como el nivel de ruido subía o bajaba, no se compara ante la ocupación fija y espontánea de la estructura expositiva de forma compleja, donde vemos una mayor interacción tanto en patrones de

movimiento como de ocupación.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Cada instancia puede estar asociada o relacionada con cualquier otra propiedad de cada elemento de un proyecto. El mundo es un compendio de funciones y capacidades, cada uno de nosotros igual y como tal vamos avanzando y transformando quienes somos y nuestra manera de pensar y ver el mundo.

Al ser la primera tesis teórica de la escuela de diseño, general un tipo de tesis como esta es aún más complejo por toda la información que se debe manejar y se tiene que tener cuidado como se la presenta para que todo público pueda entenderla. En el desarrollo de esta tesis, para generar una similitud a una tesis práctica, el producto en si que se entrega es el marco teórico resumido, y entendible para todo tipo de persona, no solo para un conocedor en específico de la teoría tratada.

El desarrollo del marco teórico tanto para la tesis como para sustentar el proyecto de investigación es crucial, explicar y dar a comprender la Teoría de la Autopoiesis y todo lo que abarca tanto como referencias, conceptos y la misma teoría en si nos ayuda a entender de manera resumida y de manera clara todo el proceso de creación y diseño que ahora es necesario.

En la validación de los experimentos se logró afirmar muchos de los conceptos que se desarrolló, y utilizando una herramienta como el ABM para dichos experimentos nos demostró que hasta en el caminar de la gente podemos ver patrones y comportamientos que luego se generan en algoritmos y funciones que se podría desembarcar en estructuras complejas con sustento, que comunican y que generan comunicación.

Es importante destacar aquí que el objetivo principal de una nueva metodología en la teoría de la Autopoiesis debería ser proporcionar un marco para

comprender complejas, no lineales, sistemas vivos.

Dentro de las Universidades del Ecuador, se ha extendido el uso de software y hardware como herramientas para desarrollo de productos y actividades proyectuales. Sin embargo, no se conoce de artículos u otro tipo de publicaciones que expongan el grado de mejora del diseño de un producto, por este motivo se necesita generar un plan de investigación para usarlo de referente para el desarrollo de productos.

Como pudimos observar en el desarrollo de la validación del proyecto, aun se tiene un poco de recelo y desconfianza a estas formas complejas, pero al mostrarlas y desarrollarlas, las personas no solo la aceptaron, sino que también la hicieron parte de su vida cotidiana. Demostrar que ya no necesitamos metodologías que ya se volvieron obsoletas por el medio en donde vivimos, por una sociedad llena de información y que esta interconectada en todo el mundo.

El abrirnos a un nuevo modelo de diseño es crecer como sociedad, es mostrar que una forma/función va mucho más allá, que ahora se quiere expresar con la forma. Aquí se registra la validación del objetivo uno del plan de investigación, un plan que pretende mostrarnos un nuevo camino hacia el diseño contemporáneos, mediante el uso de herramientas de tecnología digital pertinentes.

## **5.2.Recomendaciones**

Guiados por el plan de titulación, contemplando sus objetivos, desarrollo de los mismos y sus validaciones, se tiene a recomendar unos cuantos puntos para la continuación del plan de investigación de la escuela de diseño Udla 2017:

Elevar el grado de sofisticación de los experimentos: Al elevar el grado de sofisticación de los experimentos, se lograría obtener datos específicos que se requieran en un futuro y analizar todos los grados de sofisticación a fondo.

Generar protocolo de pruebas Crear un protocolo de pruebas con parámetros

generales que funcionen para todos los experimentos que se realicen, parámetros como: temperaturas, horas de observación, cantidad de gente estimada en la zona.

Programas análisis de los experimentos. (gratis y de paga): Para la obtención de los resultados rápidos y precisos de los experimentos basados en ABM, se posee varios softwares tanto de uso libre como de paga que, mediante distintas aptitudes como la programación o el conocimiento teórico biológico, se puede hacer alianzas con las carreras que manejen esas aptitudes y tener acceso a dichos softwares.

Desarrollar los experimentos en los 4 campus de la universidad: Se considera oportuno que los experimentos que se desarrollaron ya en el Campus Granados de la Universidad de las Américas se desarrollen también en los 3 campus restantes para una obtención de datos y resultados más amplia.

Desarrollar los experimentos en espacios públicos ajenos a la universidad dentro de la ciudad de Quito: Tener la oportunidad de generar nuevos experimentos con nuevos ambientes sería un punto crucial y beneficioso para el plan de investigación. La obtención de datos sería mayor y se podría generar resultados más prometedores.

Generar una nueva estructura expositiva con los resultados de los experimentos: Poder generar una nueva estructura expositiva de forma compleja que siga los resultados de la validación de los experimentos le daría más validez al plan de investigación y a las tesis venideras.

Generar un texto informativo de cómo afecta objetos expositivos a las curvas de circulación de la gente.

## REFERENCIAS

AA School. (2017) History AADRL Architecture and Urbanism. Recuperado el 11 Julio del 2017, de <http://drl.aaschool.ac.uk/history/>

Álvarez, L. (2017). Zaha Hadid, vida y obra de la arquitecta que lo cambió todo - Moove Magazine. Moove Magazine. Recuperado el 11 de Julio del 2017, de <http://moovemag.com/2016/04/zaha-hadid-vida-y-obra-de-la-arquitecta-que-lo-cambio-todo/>

Bürdek, B. E., & De, V. L. (2007). Diseño: historia, teoría y práctica del diseño industrial. Barcelona, España. Editorial G. Gili.

Burry, J., & Burry, M. (2012). The new mathematics of architecture. Londres, Inglaterra Editorial Thames & Hudson.

Davis, D. (2017). A History of Parametrics. Recuperado el 16 de Mayo del 2017, en <http://www.danieldavis.com/a-history-of-parametric/>

Davis, N. (2017). World Economic Forum. Recuperado el 23 Mayo del 2017, de <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-fourth-industrial-revolution/>

Garcia, J. (2017). Los muebles paramétricos y el diseño de vanguardia. Muebles, texturas y colores. Recuperado el 22 Mayo del

2017, de <http://muebletexturasycolor.es/los-muebles-parametricos-y-el-diseno-de-vanguardia/#more-234>

Jabi, W. (2013). *Parametric Design for Architecture* (2nd ed.). Londres, Inglaterra. Editorial CRC/Taylor & Francis.

Krippendorff, K. (2006). *The semantic turn: a new foundation for design*. Boca Ratón: Editorial CRC/Taylor & Francis.

Lee, J.H., Gu, N., Jupp, J., Sherratt, S. (2012), *Towards a formal evaluation of creativity in parametric design process: a pilot study*. In: *Design Research Societ*. Bangkok, Tailandia. Editorial Univerisdad de Chulalongkorn

Leone, G. (2004). *LEYES DE LA GESTALT*. Recuperado el 25 de Mayo del 2017 de <http://www.guillermoleone.com.ar/LEYES%20DE%20LA%20GESTALT.pdf>

Macal, C., & North, M. (2017). *Introduction to Agent-based Modeling and Simulation* (1st ed.). Estados Unidos: Editorial Charles M. Macal and Michael J.

Maturana, H., & Varela, F. (2004). *De máquinas y seres vivos*. Buenos Aires, Argentina. Editorial Lumen.

Menges, A., & Ahlquist, S.(2011). Computational design thinking. Chichester, Reino Unido. Editorial John Wiley & Sons.

Quezada, A., & Canessa, E. (2017). Agent-based modeling: A tool for complementing the analysis of social phenomena. Scielo.org.co. Recuperado el 11 de Julio del 2017, de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S179447242010000200007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S179447242010000200007).

Rampino, L. (2012). Dare forma e senso ai prodotti: il contributo del design ai processi d'innovazione. Milano, Italia. Editorial Angeli.

Sanchez, S. (2017). Autopoiesis o la obstinación de seguir siendo lo mismo. La Máquina de Von Neumann. Recuperado el 9 de Mayo del 2017, de <https://vonneumannmachine.wordpress.com/2012/10/30/autopoiesis-o-la-obstinacion-de-seguir-siendo-lo-mismo/>

Schumacher, P. (2011). The autopoiesis of architecture. Chichester, Inglaterra. Editorial Wiley.

Schumacher, P. (2011). The autopoiesis of architecture: a new agenda for architecture. Chichester, Inglaterra. Editorial Wiley.

Schumacher, P. (2016). The Concept of Style and Parametricism as Epochal Style. Recuperado el 15 April 2017, en

<http://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Concept%20of%20Style%20nd%20Parametricism%20as%20Epochal%20Style.html>

Schumacher, P. (2017). Parametricism 2.0 - Gearing up to Impact the Global Built Environment. Recuperado el 20 Mayo 2017, de: [http://patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%202\\_0\\_Gearing%20up%20o%20Impact%20the%20Global%20Built%20Environment.html](http://patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%202_0_Gearing%20up%20o%20Impact%20the%20Global%20Built%20Environment.html)

Schumacher, P. (2017). Parametricism as Style - Parametricist Manifesto. Recuperado el 19 Abril 2017 de: <http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm>

Schumacher, P. (2017). The Stages of Capitalism and the Styles of Architecture. Recuperado el 20 Mayo 2017 de <http://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Stages%20of%20Capitalism%20and%20the%20Styles%20of%20Architecture.html>

Schumacher, P., & Leach, N. (2017). On Parametricism - A Dialogue between Neil Leach and Patrik Schumacher. Recuperado el 13 de Marzo 2017 de: <http://www.patrikschumacher.com/Texts/On%20Parametricism%20%20A%20Dialogue%20between%20Neil%20Leach%20and%20Patrik%20Schumacher.html>

Schumacher P. People - Zaha Hadid Architects. (2017). Recuperado el 11 Julio del 2017 de: <http://www.zaha-hadid.com/people/patrik schumacher>.

Schumacher, P. (2016). Parametricism 2.0: Rethinking architecture's agenda for the 21st century. Londres, Inglaterra. Editorial Wiley.

Schumacher, P. (2017). Patrik Schumacher Theory Against

Theory. Recuperado el 21 Abril 2017, de <https://theoryagainsttheory.wordpress.com/tag/patrik-schumacher/>

Scott, R. (2017) VULCAN, la más grande estructura impresa en 3D gana récord mundial Guinness [online] Plataforma Arquitectura. Recuperado el 15 de Abril del 2017 de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/776778/vulcan-la-mas-grande-estructura-impresa-en-3d-gana-record-mundial-guinness>

Solca, A. (2017). Licenciados en Experiencia de Usuario. Revista UX Nights. Recuperado el 11 Julio del 2017 de <http://revista.uxnights.com/licenciados-en-experiencia-de-usuario>.

Ugail, H. (2011). Partial differential equations for geometric design. Londres, Inglaterra. Editorial New York: Springer.

Woodbury, R. (2010). Elements of parametric design. Londres, Inglaterra Editorial Routledge.

Zaha Hadid - People - Zaha Hadid Architects. (2017). Zaha-hadid.com. Recuperado el 11 Julio del 2017, de <http://www.zaha-hadid.com/people/zaha-hadid>.

Zaha Hadid Chandelier - Design - Zaha Hadid Architects. (2017). Zaha-hadid.com. Recuperado el 11 Julio del 2017 de <http://www.zaha-hadid.com/design/zaha-hadid-chandelier>.

Zhang, J. & Sun, C. (2013). Global design and local materialization: 15th International Conference, CAAD Futures 2013, Shanghai, China, Julio 3-5, 2013. Editorial New York: Springer.

**ANEXOS**

## **GLOSARIO (orden de aparición)**

**Oxímoron:** Combinar dos expresiones de significado distinto u opuesto en una misma estructura gramatical. Una figura lógica que consiste en usar dos conceptos de significado opuesto en una sola expresión.

**ITOP:** Sistema integrado de impresión de tejidos y órganos.

**UXD-UED:** El diseño de la experiencia del usuario (UXD o UED) es el proceso de aumentar la satisfacción y lealtad del usuario final mejorando la usabilidad, la facilidad de uso y el placer proporcionados en la interacción entre usuario y el producto.

**Fenomenología:** Uso del entorno construido depende de la rapidez y la percepción integral de la organización espacial.

**Semiología:** Uso efectivo del entorno construido depende de la rápida y completa comprensión del entorno mismo, como sistema de significación que revela su significado social, es decir, los tipos de interacciones sociales que existe en el medio ambiente.

**Arquetipo:** Primer modelo de algún proyecto. Este concepto se puede vincular a un prototipo.

**Proximidad:** Los elementos parecidos los percibimos como si pertenecieran a la misma forma. Nuestro cerebro logra agrupar objetos o imágenes que tienen alguna propiedad visual común.

**Similitud:** Los elementos parecidos los percibimos como si pertenecieran a la misma forma. Nuestro cerebro logra agrupar objetos que tienen alguna propiedad visual común.

**Continuidad:** Los elementos orientados en una misma dirección, tienden a organizarse de una forma determinada.

**Simetría:** Las imágenes son percibidas como iguales, como un solo elemento, en la distancia.

**Cierre:** Si una línea forma una figura cerrada, o casi cerradas tendrá a ver una figura encerrada por una línea, en lugar de ser simplemente una línea.

**ui generis:** De su propio género o especie

**Compartición:** División interna en habitaciones, se determina después de que el sitio y la huella del edificio hayan sido determinado

**Autopoiesis:** Características esenciales de la vida como una organización circular, que se auto genera desde sus propios procesos= Autoproducción

**Diseño Paramétrico:** Proceso basado en el pensamiento algorítmico que permite la expresión de parámetros y reglas que juntos, definen, codifican y aclaran la relación entre la intención de diseño y la respuesta de diseño.

**Parametricismo:** Estilo contemporáneo donde se Implica todos los elementos de diseño y dichas composiciones están sujetos a modulación a través de variables o parámetros.

**Transcodificación:** Decodificar/descomprimir datos originales a un formato crudo.

**Script:** Programa o secuencia de instrucciones que es interpretado o llevado a cabo por otro programa en lugar del procesador del equipo (como es un programa compilado).

**Enrutador CNC:** Máquina de fresado equipada con motores en cada uno de sus ejes que son controlados por una computadora mediante un CNC (Control Numérico Computarizado)

**CAD:** (diseño asistido por ordenador) Uso de tecnología y programas informáticos para crear representaciones gráficas de los objetos físicos en dos o tres dimensiones (2D o 3D)

**Código G:** (Lenguaje de programación G) Lenguaje de programación de código numérico de mayor uso. Utilizado principalmente en automatización

**Rhino:** Software de diseño asistido por computadora, se especializa en el modelado mediante NURBS (modelo matemático muy utilizado en

la computación gráfica para generar y representar curvas y superficies)

**RhinoScript:** Herramienta de scripting basada en el lenguaje VBScript de Microsoft. Con RhinoScript, puede agregar rápidamente funcionalidad a Rhino o automatizar tareas repetitivas.

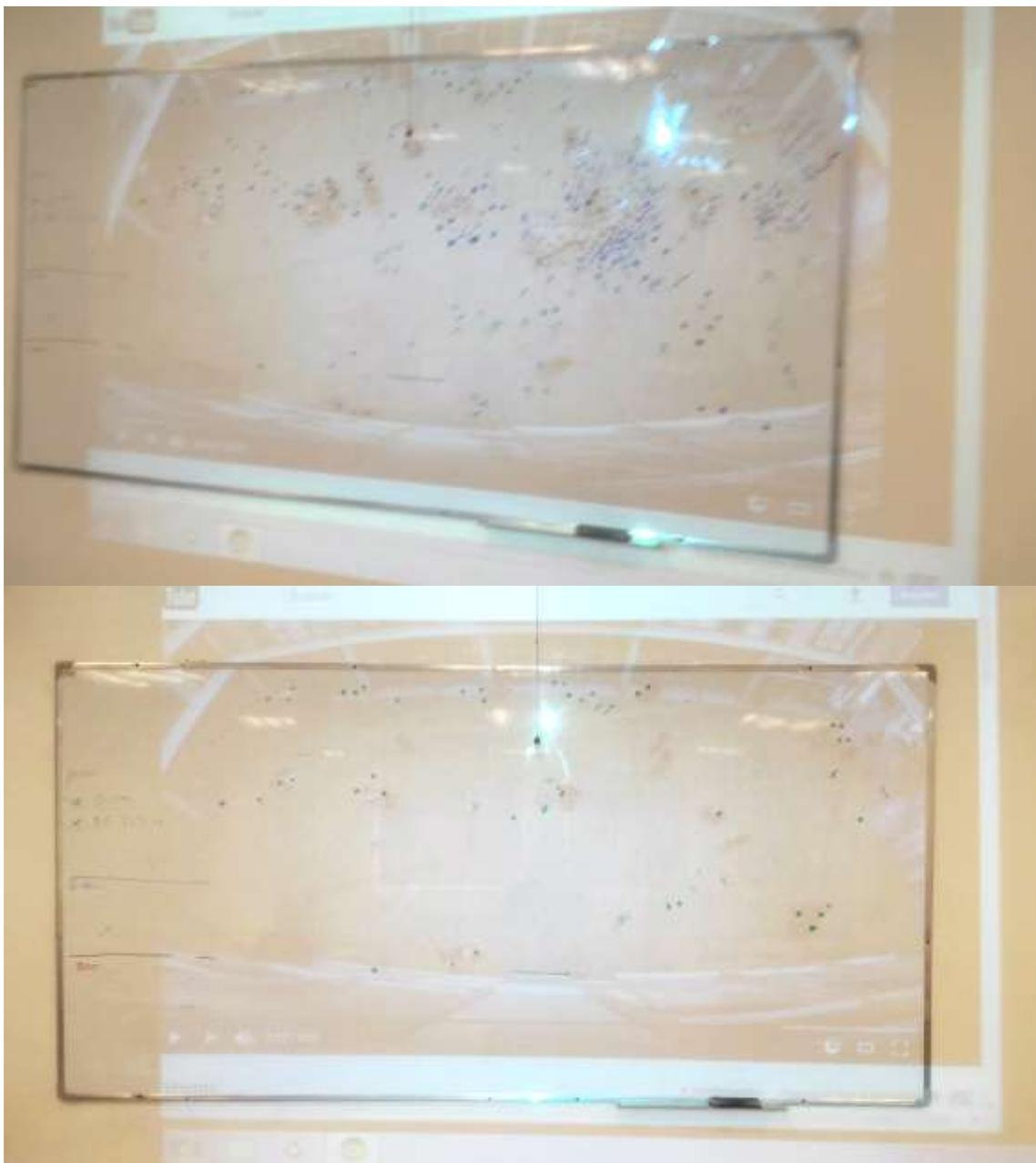
**Grasshopper:** Editor de algoritmo gráfico estrechamente integrado con las herramientas de modelado 3-D de Rhino. A diferencia de RhinoScript, Grasshopper no requiere conocimientos de programación o scripting, pero aun así permite a los diseñadores crear generadores de formularios desde lo simple a lo impresionante.

**CATIA:** (Aplicación interactiva tridimensional asistida por ordenador) es un programa informático de diseño, fabricación e ingeniería asistida por computadora.

**ABM:** (Agent based modeling o modelo basado en agentes). Es una de una clase de modelos computacionales para simular las acciones e interacciones de agentes autónomos (tanto entidades individuales como colectivas como organizaciones o grupos) con el fin de evaluar sus efectos en el sistema como un todo.

**Grado de Sofisticación:** Grado de parámetros de comportamiento a analizar.

**Anexo 1:** Fotos evidencia del análisis primario de los resultados de los experimentos. Se los desarrollo en un pizarrón proyectando atrás los videos para poder trazar la trayectoria que tenían los agentes.







## Anexo 2: Direcciones de los videos grabados para la validación

1er Experimento 5 abril 2017

<https://www.youtube.com/watch?v=vh63NXkZapM&t=5s>

2do Experimento, 9 abril 2017

<https://www.youtube.com/watch?v=pbaCzz4HFms>

3er Experimento, 9 abril 2017

<https://www.youtube.com/watch?v=ZM2xRhRTdzE&t=634s>



