

HABITAR EL CIBERESPACIO

MODOS DE VIVIR Y OCUPAR EL ESPACIO DIGITAL
Y SU APLICACIÓN DIRECTA

AUTORA: **PAULINE CAROLINE STOM**

TUTOR: **JAVIER FERNÁNDEZ GARCÍA**

TRABAJO FIN DE GRADO 2018/2019



HABITAR EL CIBERESPACIO

MODOS DE VIVIR Y OCUPAR EL ESPACIO DIGITAL
Y SU APLICACIÓN DIRECTA

AUTORA: **PAULINE CAROLINE STOM**
TUTOR: **JAVIER FERNÁNDEZ GARCÍA**

TRABAJO FIN DE GRADO 2018/2019
UNIVERSIDAD DE GRANADA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE ARQUITECTURA
ÁREA DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS

"El ciberespacio. Una alucinación consensual experimentada diariamente por millones de legítimos operadores, en todas las naciones, por niños a quienes se enseña altos conceptos matemáticos... Una representación gráfica de la información abstraída de los bancos de todos los ordenadores del sistema humano. Una complejidad inimaginable. Líneas de luz dispuestas en el no-espacio de la mente, agrupaciones y constelaciones de datos..., el propio terreno de lo virtual, donde todos los medios se juntan y nos rodean."

- *Neuromante*, William Gibson

ÍNDICE

9	INTRODUCCIÓN
10	BASES
10	COMIENZO DEL CIBERESPACIO
18	CIBERESPACIO COMO HETEROTOPÍA
22	MODOS DE HABITAR EL CIBERESPACIO
30	VIDEOJUEGOS
33	1. VIDEOJUEGOS BASADOS EN LA ARQUITECTURA COMO MODO DE JUEGO PARA CREAR SU MUNDO PARTICULAR
	1.1 BLOCK'HOOD
	1.2 MINECRAFT
	1.3 CITIES: SKYLINES
	1.4 SIMCITY
	1.5 THEME HOSPITAL
	1.6 LOS SIMS
47	2. VIDEOJUEGOS CON UNA ARQUITECTURA SINGULAR EN LA CUAL SE DESARROLLA EL JUEGO
47	2.1 ARQUITECTURA, GEOMETRÍA Y AXONOMETRÍA
	2.1.1 MONUMENT VALLEY
	2.1.2 EMPTY
	2.1.3 PORTAL
55	2.2 VIDEOJUEGOS DE MUNDO ABIERTO
	2.2.1 ICO
	2.2.2 RAIN
	2.2.3 GRAND THEFT AUTO
	2.2.4 ASSASSIN'S CREED
70	METAVERSO
75	MISCELÁNEA

78	HERRAMIENTAS
79	PROGRAMAS SOFTWARE
83	MOTORES DE JUEGO ENGINES
86	APLICACIÓN AL ESPACIO FÍSICO
86	PARAMETRICISMO
95	PARAMETRICISMO COMO ARQUITECTURA ACTUAL
96	ESPACIOS FÍSICOS CONSTRUIDOS obras tangibles
96	JEAN NOUVEL
	Filarmónica de París
	Museo nacional de Catar
	Louvre Abu Dhabi
104	STUDIO FUKSAS
	Palacio de Congresos de Roma
108	ZAHA HADID ARCHITECTS
	Galaxy Soho
	Plaza Dongdaemun
112	CONCLUSIONES
116	BIBLIOGRAFÍA WEBGRAFÍA

"Poetizar es propiamente dejar habitar. Ahora bien, ¿por qué medio llegamos a tener un habitáculo? Por medio del edificar. Poetizar, como dejar habitar, es un construir."

- Martin Heidegger

"La vida social ya se ha transformado en una vida electrónica o cibervida."

- Zygmunt Bauman

INTRODUCCIÓN

La arquitectura es el arte y la técnica de proyectar, diseñar, construir y modificar el hábitat humano, incluyendo tanto edificios y estructuras como espacios. La arquitectura se encarga de modificar y alterar el ambiente para satisfacer las necesidades del ser humano creando espacios donde podemos estar, vivir, existir y habitar.

Cuando hablamos de vivir y usar la arquitectura, hablamos de habitar. La palabra habitar viene del latín *habitare*, de *habere*, que significa tener de manera reiterada, apropiarse del espacio.

La arquitectura, por tanto, tiene como finalidad crear espacios habitables para el hombre, así como ayudar al hombre a habitar. Podemos constatar pues que la arquitectura es necesaria para habitar un lugar o un espacio, sea de la índole que sea.

Percibimos el espacio como algo intangible e inmaterial, pero a pesar de no poderse tocar físicamente, nos hace sentir y experimentar sensaciones. La arquitectura, por tanto, puede definirse como nexo entre lo tangible y lo intangible: una obra física nos proporciona espacios intangibles al igual que sensaciones que no podemos tocar físicamente.

El espacio es un lugar homogéneo, continuo, tridimensional e ilimitado en el que se sitúan cuerpos, objetos, movimientos y sensaciones. El ciberespacio tiene las mismas características, es un espacio tridimensional e ilimitado situado en un plano paralelo a nuestro espacio que habitamos físicamente. Existe una difusa separación entre ambos mundos que atravesamos diariamente sin darnos cuenta.

Si ambos espacios, el físico y el virtual, tienen las mismas características, ¿la arquitectura mediante la cual lo habitamos es la misma?

De esta pregunta surge este trabajo con el que se intenta enlazar ambos mundos hasta llegar a un punto en común donde la arquitectura es el nexo de unión que permite habitar los espacios.

B A S E S

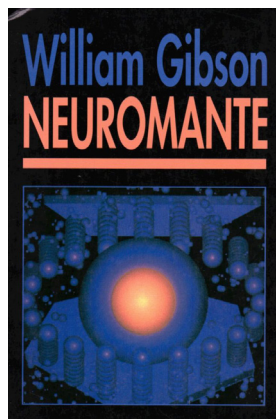
COMIENZO DEL CIBERESPACIO

Para comenzar cabe definir el término ciberespacio, el cual tiene origen en la novela *Neuromante* escrita por William Gibson y publicada en 1984. Es la primera novela de la Trilogía del *Sprawl*, con las publicaciones posteriores *Conde Cero* y *Mona Lisa Acelerada*. William Gibson es un escritor estadounidense-canadiense de ciencia ficción y considerado el padre del género ciberpunk. Este género se caracteriza por su visión de un futuro oscuro y tecnológico que se desarrolla en ciudades enormes y decadentes. La obra *Neuromante* es precursora del género ciberpunk siendo la primera obra en la que aparece el término *ciberespacio*, pionera de su tiempo ya que en ella crea una iconografía de la era de la información antes de la aparición de Internet.

Para explicar mejor el concepto de ciberespacio, podemos decir que se compone de dos dimensiones, la dimensión técnica y la dimensión social. La dimensión técnica lo conforman la infraestructura y los datos, donde el equipamiento de telecomunicaciones, tecnologías, ordenadores y teléfonos inteligentes constituyen la infraestructura y las señales eléctricas y ópticas constituyen el componente de datos. La dimensión social incluye las personas y las operaciones, siendo las personas las que hacen uso directo e indirecto del ciberespacio mediante las acciones y actividades de procesamiento de datos que realizamos ya sea mediante aplicaciones, servicios, videojuegos o plataformas virtuales.

Las operaciones que realizamos en el ciberespacio son las actividades virtuales que se ubican en Internet, más concretamente en la Web. A menudo es fácil confundir ambos términos, pero los orígenes del Internet remontan a 1969 cuando se estableció la primera conexión entre ordenadores. La World Wide Web, o Web, es un servicio en Internet que permite la consulta de archivos de hipertexto que se desarrolló en 1989 por el científico de la computación británico Tim Berners-Lee y utiliza Internet como

F.1 Portada del libro *Neuromante* escrita por William Gibson. 1984.



1. EFF. Fundación Frontera Electrónica es una organización sin ánimo de lucro con el objetivo de conservar los derechos de libertad de expresión en el contexto de la era digital actual.

su medio de transmisión. Por tanto, no es lo mismo ciberespacio que Internet donde Internet es la nube donde está ubicado virtualmente el ciberespacio.

Tim Berners-Lee inventó la World Wide Web ante la necesidad de distribuir e intercambiar información, y es el que desarrolló las ideas fundamentales que estructuran la web como la conocemos hoy en día. Además, se ha dedicado a luchar por derechos como la neutralidad y privacidad de la web. Constata que la web no tiene dueño, y aboga por la apertura del mismo.

Los acontecimientos que tienen lugar en la Web y en Internet ocurren en el ciberespacio, independientemente de los países donde se encuentran físicamente los servidores o participantes, por lo que no es posible aplicar las leyes de ningún país determinado necesitando unas leyes propias. Durante los años se han determinado varias leyes para resolver este problema y haciendo posible una regulación del ciberespacio, ya que es accesible desde cualquier lugar del mundo y puede crear problemas a la hora de necesidad de aplicación de leyes.

En 1996 el Congreso de EEUU acepta la Ley de Telecomunicaciones que regula el sector de la comunicación para la industria cultural. Esta Ley se basa en la ley federal de EEUU, la Communications Act, de 1934 y regula el comercio nacional e internacional en la comunicación por cable y radio para su total disponibilidad de manera rápida y eficiente.

La Ley de Telecomunicaciones permite a cualquier negocio de comunicaciones competir en cualquier mercado abriendo todos los sectores, tanto cable y teléfono como radiodifusión.

En el mismo año John Perry Barlow escribe la Declaración de Independencia del Ciberespacio en respuesta a la aprobación de la Ley de Telecomunicaciones. Es un ciberactivista y fundador de la Electronic Frontier Foundation¹, y su texto es una reivindicación que critica las interferencias de los poderes políticos que afectan al mundo virtual de Internet defendiendo la idea de un ciberespacio soberano. Según el autor, *el ciberespacio es el nuevo hogar de la mente y debe ser independiente y libre.*

En la cumbre de la alianza militar

intergubernamental OTAN en 2016 en Varsovia, Polonia, el ciberespacio se reconoce como un nuevo dominio de las operaciones, al lado de los de tierra, mar, aire y espacio. De esta forma se iguala lo virtual e intangible a lo tangible de manera que el espacio físico y el ciberespacio ocupan el mismo plano.

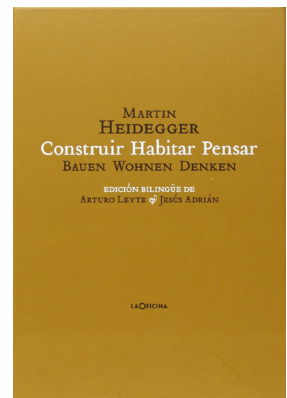
Para abordar el tema de habitar un espacio, Martin Heidegger en su texto "Construir, habitar, pensar" expone sus ideas sobre el este concepto. Martin Heidegger es un filósofo alemán del siglo XX que ha desarrollado una filosofía que influye en diferentes campos como la antropología cultural, la arquitectura, el diseño, el arte, la estética y la política, entre otros. En un principio, si pensamos en habitar pensamos en ocupar un lugar o un espacio, en definitiva habitar en él. Para ello se precisa un sitio construido para habitar, de forma que el objetivo es habitar y el modo sería mediante la construcción.

Según el filósofo, ser hombre significa estar en la tierra como mortal, por lo tanto significa habitar la tierra. El espacio que habitamos no es un objeto exterior ni una vivencia interior sino es donde se existe, sea cual sea el espacio y esté donde esté. El concepto de habitar abarca la totalidad de nuestra permanencia en la tierra. Siendo así, el habitar adquiere una dimensión superior y trascendente más allá del simple construir.

"Habitar es donde existimos." - Martin Heidegger

Si se puede habitar fuera de los límites físicos, se precisa un lugar para hacerlo y viceversa. Sin el habitar no hay lugar, siendo el lugar cualquier espacio ya sea tangible o intangible donde podemos habitar. No vale únicamente con hacer edificios funcionales o ciudades, la arquitectura debe conseguir lugares habitables para vivir. Esto se puede lograr de muchas maneras diferentes y no siempre debe ser proyectando y construyendo un edificio. Va mucho más allá, habitamos en nuestro día a día en muchos sitios diferentes, tanto físicos como no físicos. En primer lugar, alguien que pasa mucho tiempo en su oficina se puede considerar que ésa es su casa aunque no es allí

F.2 Portada del texto Construir, habitar, pensar de Martin Heidegger expuesto por primera vez en 1951.



donde tiene su vivienda, por tanto es donde habita. En segundo lugar pasamos gran parte de nuestro tiempo en Internet, ya sea por trabajo, ocio, compras o redes sociales, y al hacerlo de manera reiterada significa que estamos habitando en un espacio virtual no físico donde desarrollamos muchas actividades paralelas e iguales a las que hacemos en el mundo físico sin Internet.

Es un mundo paralelo íntimamente relacionado con el mundo físico. Estos dos mundos, pues, tienen unos límites difusos que atravesamos a diario ya que están en continua relación y conexión.

Esto ya lo venía advirtiendo Zygmunt Bauman, un filósofo, sociólogo y ensayista polaco. Su obra comenzó en la década de 1950 y en su libro "Modernidad líquida", publicado en 1999, define el estado actual de la sociedad. Sabemos, gracias a las leyes de la física, que lo fluido se diferencia de lo sólido en que sufre un continuo cambio de forma cuando es sometido a una tensión. Además, los fluidos no se fijan al espacio ni se atan al tiempo, siempre adaptándose con flexibilidad a los cambios producidos.

En el pasado nos encontrábamos en un mundo controlable y predecible, sólido, en el que la rutina y las costumbres eran unas de sus características. Pero cuando empezó a cambiar la sociedad comenzó a "derretirse", cambiando la sociedad estancada por una maleable y con fluidez. Así pues, la sociedad moderna está en estado fluido ya que cambia constantemente y está atada a diversos factores como culturales, educativos y económicos.

Según Marcos Novak, el arquitecto pionero de la arquitectura en el ciberespacio, la arquitectura líquida o transarquitectura sirve de patrón constructivo del ciberespacio.

"La arquitectura líquida es una arquitectura que respira, pulsa, salta en una forma y cae en otra. La arquitectura líquida es una arquitectura cuya forma es contingente al interés del usuario; una arquitectura que se abre para acogerme y se cierra para defenderme; una arquitectura sin puertas ni pasillos, donde la próxima habitación está siempre donde la necesito y es como la necesito."

- Marcos Novak

Considera que el espacio virtual es tan lugar arquitectónico y urbano como el espacio físico, además de ser fiel defensor del empleo de la composición generativa computacional en la arquitectura y el diseño.

Su obra se caracteriza por formas extremas que recuerdan a la ciencia-ficción, a la escultura o al análisis microscópico y consigue mostrar que existe un universo arquitectónico totalmente distinto al que conocemos. Casi todo su trabajo es digital y no pretende la materialización espacial ya que considera el ciberespacio como ámbito de la investigación arquitectónica autónoma.

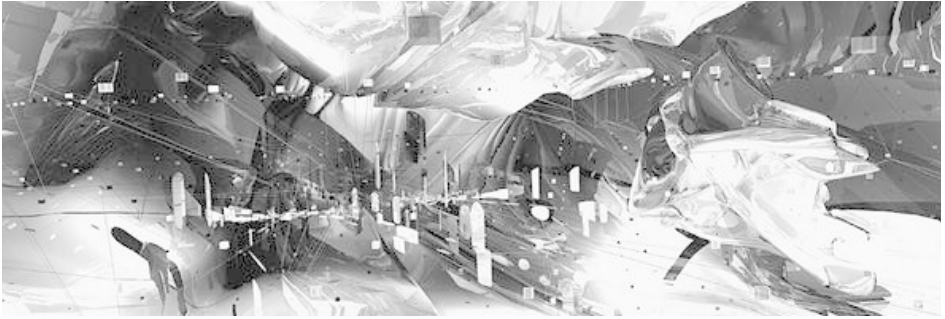
El espacio, según el transarquitecto, es flexible y maleable con todas sus características temporales y espaciales dado que los lugares y espacios no definen con anterioridad las necesidades de los usuarios, sino que los espacios se adaptan a ellas. La arquitectura líquida tiene pulso y es tan dinámica que todo lo posible es real.

F.3 "Mutable Algorithmic Landscapes", 2000. Modelo de arquitectura líquida en el ciberespacio. Marcos Novak.

F.4 Modelo de arquitectura líquida en el ciberespacio. Marcos Novak.

F.5 Serie de arquitectura líquida. Marcos Novak. Compuesta por [1] - [4]



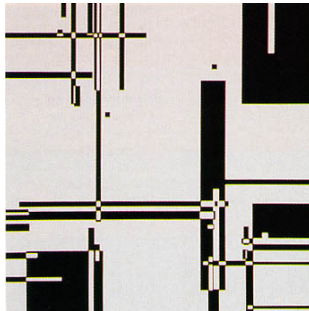


[1] Composición creada mediante un algoritmo generativo. Forma la base de la investigación de espacialización de la información.

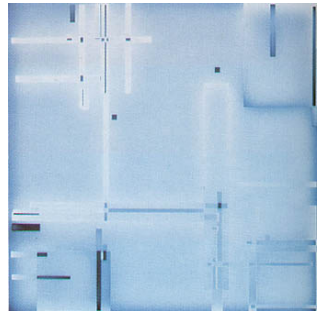
[2] Nueva composición derivada de la anterior mediante procesos de superposición, enmascaramiento y filtración. La información implícita en la composición original ahora es visible como variación de color.

[3] Fusión de la composición algorítmica con datos escaneados; el procesamiento de imágenes revela patrones ocultos implícitos en las estructuras de las imágenes.

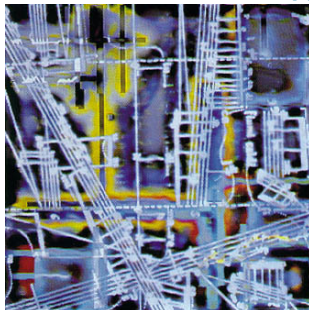
[4] Variación de la imagen anterior producida por el procesamiento adicional de la imagen que ofrece información nueva.



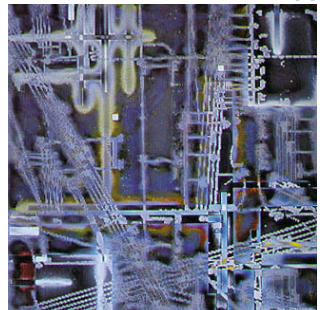
[1]



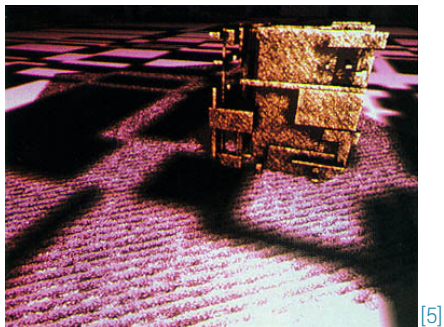
[2]



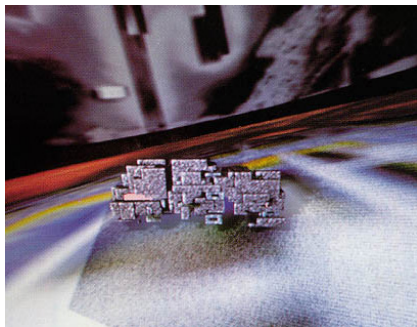
[3]



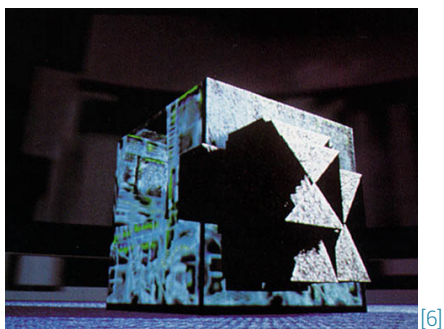
[4]



[5]



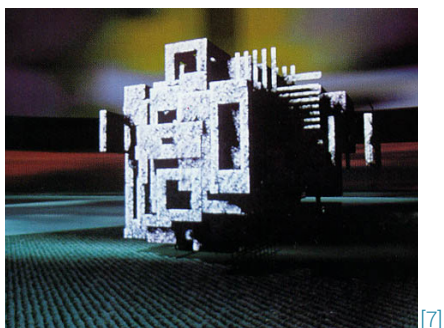
[9]



[6]



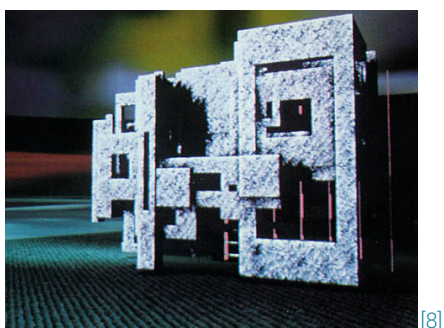
[10]



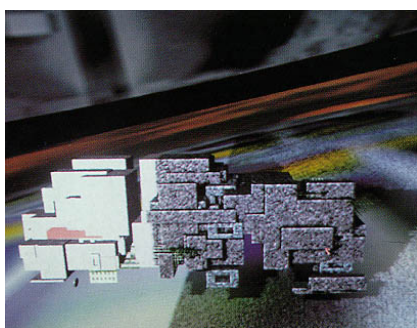
[7]



[11]



[8]



[12]

F.6 Serie de arquitectura líquida. Marcos Novak.

Compuesta por [5]-[12]

[5] Composición algorítmica generativa en tres dimensiones.

[6] Dos objetos compuestos algorítmicamente en una cámara del ciberespacio. En los objetos y el entorno se muestran las texturas compuestas algorítmicamente y varían dinámicamente.

[7] Composición dinámicamente variable en tres dimensiones que comprende una arquitectura líquida. El número y tamaño de los componentes varía según factores de posición, tamaño y proximidad.

[8] El mismo objeto que el anterior en un instante diferente. Los patrones en el flujo de información del objeto se revelan espacial, temporal y contextualmente.

[9] Visualización de una arquitectura líquida en el ciberespacio.

[10] Cada aspecto de este mundo varía según la posición, el tiempo y la información y con los intereses del espectador y los demás habitantes.

[11] Mapeo de información sobre el objeto y el entorno variándolo en el lugar, tiempo y el atributo, enfocando la atención a través de filtros y máscaras. Habitándola permite que los patrones ocultos se vuelvan visibles y, por lo tanto, se puedan conocer.

[12] El contenido de información de los datos computados y digitalizados se utiliza para crear el carácter perceptivo de este espacio, el "lugar" del ciberespacio.



F.7, F.8 PARA CUBE, 1997-1998. Cubo paramétrico. Marcos Novak.

Con el término de fluidez se demuestra que las relaciones humanas son inconsistentes y hoy en día el Internet y las redes sociales juegan un papel importante en ello, ya que nos permiten conectarnos con otras personas pero a la vez desconectarnos cuando deseamos. Estamos conectados y nos relacionamos constantemente dentro y fuera de la red, dentro y fuera del ciberespacio. Estos planos paralelos están en continua relación donde existe una separación permeable e imprecisa entre ambos espacios y mundos, siendo la forma de existir en ellos muy similar.

CIBERESPACIO COMO HETEROTOPÍA

Otro concepto importante para entender el ciberespacio y cómo funciona es el de heterotopía.

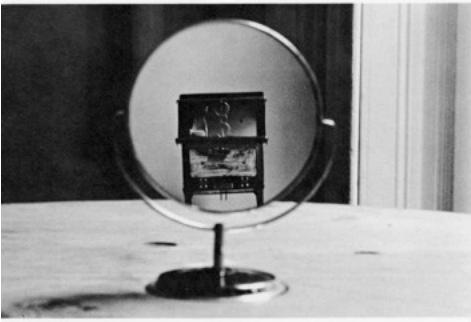
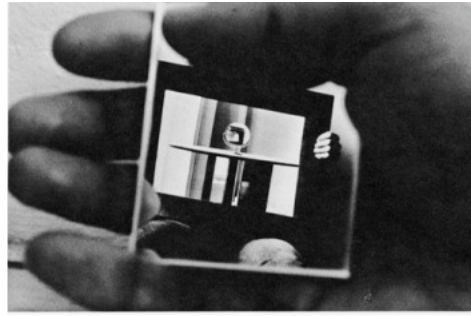
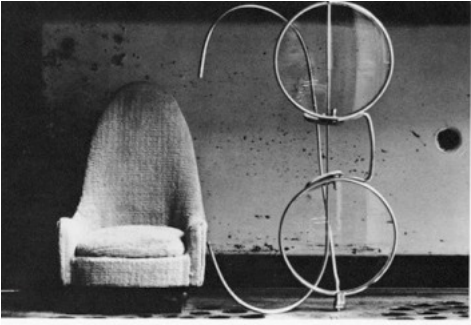
Michel Foucault fue un filósofo, psicólogo, historiador y teórico social francés. Fue profesor en varias universidades francesas y estadounidenses y catedrático en el Collège de France y es conocido por sus estudios críticos de las instituciones sociales, en especial la psiquiatría, la medicina y las ciencias humanas. Foucault rechazó las etiquetas que le eran aplicadas de postestructuralista y postmoderno, prefiriendo clasificar su pensamiento como una crítica histórica de la modernidad con raíces en Immanuel Kant, un filósofo prusiano de la Ilustración. Define su proyecto teórico como una ontología crítica de la actualidad, entendiéndose ontología como la rama de la filosofía que estudia la naturaleza del ser, la existencia y la realidad.

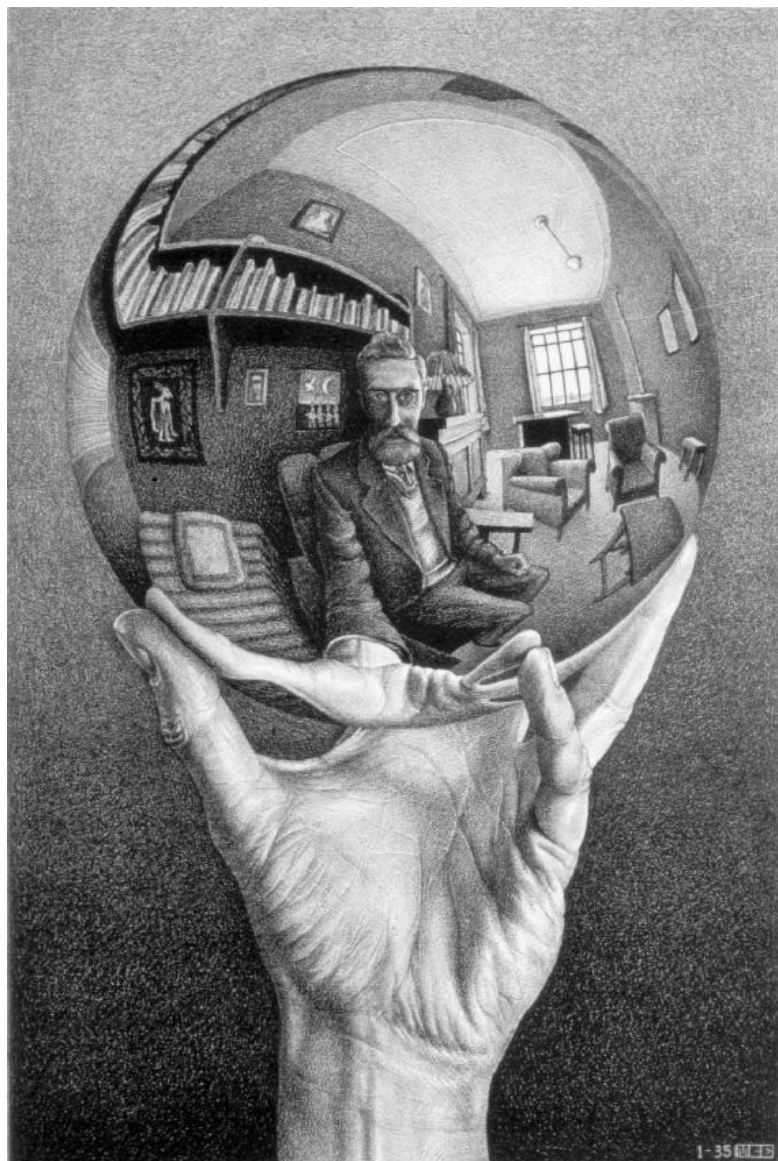
La filosofía alemana y en especial la obra de Friedrich Nietzsche tuvo una gran influencia en el pensamiento de Foucault. Martin Heidegger fue otro filósofo esencial para él, aún siendo crítico a algunas de las posiciones del filósofo alemán.

Foucault vivió durante una época de grandes cambios sociales, y debido a esto se mostró muy interesado en el presente al que pertenecía, a su realidad actual. Durante sus últimos años de vida Foucault fue criticado por haber cambiado continuamente de opinión e ideas a lo largo de su vida, lo cual el filósofo francés defendía como un fenómeno natural debido a la experiencia y adquisición de conocimiento. Todo cambio significa evolución; el pensamiento cambia continuamente a medida que crecemos al igual que el espacio está en continuo cambio y desarrollo a medida que nos apropiemos de él, que lo habitemos.

Heterotopía es el término que planteó Foucault en 1967; el espacio del mundo contemporáneo. Este término forma parte del debate que condujo a sociólogos, filósofos y economistas urbanos a interesarse por el espacio urbano y poner en un segundo término los aspectos históricos y temporales

F.9 "Alice's Mirror", obra del fotógrafo estadounidense Duane Michals, 1974. Metáfora del espejo como heterotopía.





de la ciudad.

Para el filósofo, "el espacio en el que vivimos [...] es un espacio heterogéneo. En otras palabras, no vivimos en una especie de vacío, dentro del cual localizamos individuos y cosas [...], vivimos dentro de una red de relaciones que delimitan lugares que son irreducibles unos a otros y absolutamente imposibles de superponer"².

2. M. Foucault, "De los espacios otros" ("Des espaces autres"), conferencia en el Cercle d'études architecturales, 14 de marzo de 1967. En *Architecture, Mouvement, Continuité*, nº5, octubre 1984, pp. 46-49.

F.10 "Mano con esfera reflectante", litografía de M.C Escher, 1935.
La biblioteca como heterotopía.
Metáfora del reflejo.

Este concepto tiene mucha importancia dentro del proyecto general de una historia crítica del pensamiento. Las heterotopías pertenecen a un tipo específico de espacio, que tiene dentro de sí ideas, poderes, fuerzas, regularidades o discontinuidades, y se pueden clasificar según el tiempo o el lugar al que pertenecen abriendo la posibilidad de crear nuevos espacios con sus propias lógicas.

El concepto de heterotopía se usa principalmente para describir espacios y lugares que son a la vez físicos y mentales, por ejemplo el momento en el que ves tu propio reflejo en el escaparate de una calle o el espacio en el que ocurre un acto tal como una llamada telefónica. Foucault utiliza la metáfora del espejo para explicar la dualidad y las contradicciones, la realidad y la irrealidad de los proyectos utópicos. Describe el espejo como metáfora de una utopía, ya que la imagen que se refleja no existe, pero a la vez es una heterotopía porque siendo el espejo un objeto real que da forma a la manera en que se relacionan con su propia imagen. A diferencia de una utopía, que es un proyecto o una idea de sociedad perfecta, irreal y muy poco probable que vaya a suceder, un emplazamiento sin lugar real, una heterotopía describe el conjunto de espacios con varias capas de relaciones y significado, un espacio paralelo que contiene todo aquello para hacer un espacio utópico lo más real posible.

El ciberespacio hecho mediante arte digital, que agrupa el conjunto de prácticas artísticas que utilizan el lenguaje informático, es un conjunto de espacios que forma un universo vivo en continua evolución donde los límites son difíciles de diferenciar.

El ciberespacio, pues, puede considerarse una heterotopía, ya que alberga todo tipo de ideas, intenciones, realidades y posibilidades.

MODOS DE HABITAR EL CIBERESPACIO

La arquitectura, en todas sus formas, se proyecta para que los usuarios o habitantes la usen, la vivan, la experimenten; en definitiva, que la habiten. A lo largo de los años ha habido muchos debates acerca de este tema, ya que en los años setenta había una gran preocupación por el usuario de esa arquitectura. El conocimiento del tipo de usuario y sus preocupaciones influía en el diseño de la arquitectura tanto como lo podían ser las condiciones geográficas o de entorno, generando una fuente de inspiración para la creatividad arquitectónica.

Al finalizar la segunda guerra mundial se instala la idea del cliente individual y con Le Corbusier y Mies van der Rohe se instituye la vivienda tanto individual como colectiva como tema central de la arquitectura. Es en ese momento cuando se empieza a debatir la medida en la que la arquitectura debe guardar fidelidad al usuario, o sólo a los principios de la arquitectura autónoma.

El Team X³ fue un grupo de arquitectos del noveno CIAM en 1953 que introdujeron sus doctrinas al urbanismo. Exponían y discutían sus ideas acerca de la arquitectura y urbanismo además de analizar problemas arquitectónicos de manera que sus escritos no constituían bases fijas sino ideas y opiniones. Rescataron el corazón vivo de las ciudades tradicionales, totalmente en contraposición a la frialdad de las urbanizaciones modernas basadas en la Carta de Atenas.

El Team X se describía a sí mismo como una pequeña familia de arquitectos quienes se veían unos a otros debido a que la ayuda de los demás era necesaria para el desarrollo y entendimiento de su trabajo individual. Sus publicaciones y enseñanzas tuvieron una gran influencia en el desarrollo de los pensamientos arquitectónicos especialmente en Europa en la segunda mitad del siglo XX. Team X fue una de las primeras y más consistentes reacciones

3. Compuesto principalmente por Aldo van Eyck, Alison y Peter Smithson, Jaap Bakema, Georges Candilis, Giancarlo de Carlo, Shadrac Woods y Jose Antonio Coderch, entre otros.

F.11 Reunión de 43 participantes organizada por el Team X en Otterlo, Holanda en 1959.

contra la posición abstracta e indiferenciada de las respuestas arquitectónicas que no atendían las cuestiones del lugar y del usuario.

La arquitectura, pues, es el arte útil por excelencia para construir el hábitat humano. La arquitectura es capaz de crear mundos que revelan la vida real de la gente, que no sólo está compuesta por los aspectos funcionales sino también por la atmósfera o el ambiente que hay en el hábitat a través de la materialidad de los espacios capaz de transmitir sensaciones y sentimientos.

El espacio físico y el ciberespacio se encuentran separados pero vinculados, existiendo una separación permeable entre ambos mundos. El uso del ordenador cohesiona los dos espacios relacionándolos entre sí donde lo virtual se crea con el ordenador mediante diferentes programas y herramientas técnicas. Es la unión que hace que estemos en contacto con el espacio intangible y nos permite existir en ambos espacios a la vez, el físico y el intangible.



4. "El fin de la autoría humanista", Mario Carpo. En "Revolución 2.0", Arquitectura Viva, nº 124 (2009), p. 19.

F.12 "TEAM 10, in search of a Utopia of the present", Dirk van den Heuvel, Max Risselada, 2005.

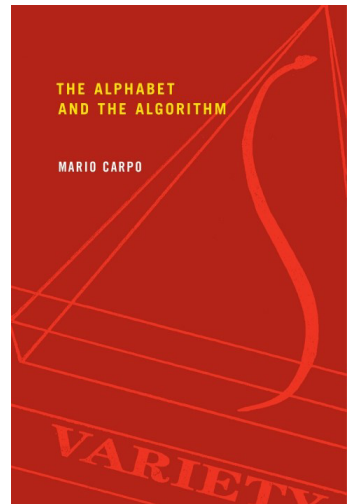
F.13 "El alfabeto y el algoritmo", Mario Carpo, 2011.

Históricamente los arquitectos y diseñadores hacían uso únicamente del lápiz y papel, maquetas físicas, compás y reglas. Estos instrumentos y recursos tradicionales han dado paso a las nuevas herramientas informáticas que hoy en día conocemos, donde existe un amplio paquete de aplicaciones informáticas que cada día crecen más y mejoran la potencia y posibilidad del diseño. La arquitectura se hace eco de las nuevas innovaciones técnicas e informáticas con las que realizar diseños y construcciones originales y pioneras en volúmenes, texturas y formas estableciendo un nuevo estilo dentro de la arquitectura vanguardista.

Los diseños realizados mediante las herramientas informáticas pueden ser todo lo que el arquitecto haya soñado. No se rigen por las limitaciones físicas o ambientales y presentan una libertad absoluta de diseño. Algunos teóricos y expertos en arquitectura se cuestionan si este nuevo desarrollo en la disciplina carece de '*autoría humanista*'⁴, donde el programa informático es el encargado de valorar la viabilidad de las propuestas. Sin embargo, no pueden negar que estas nuevas herramientas que nos brinda la tecnología enriquecen enormemente la profesión y la posibilidad de creación, dándonos una libertad absoluta de imaginación.

Hoy en día, en todo proyecto arquitectónico se hace uso del ordenador, ya sea para dibujar planimetrías, diseñar volumetrías, renderizar modelos 3D o hacer animaciones o *walk-throughs* para tener una mejor visión del espacio proyectado.

Todas estas herramientas que tenemos a



nuestro alcance para explicar un proyecto nos ayudan a visualizar y perfeccionar la arquitectura propuesta, así como presentar una imagen más semejante a lo construido posteriormente. De este modo, si hacemos uso en nuestro día a día de todas estas técnicas estamos creando una arquitectura en un espacio que no es físico sino que se denomina ciberespacio.

Además de realizar planimetrías y diseñar modelos tridimensionales de nuestros proyectos hay más formas de crear arquitectura en el espacio virtual, haciendo posible otra manera de habitar en él. Existen, por tanto, diferentes modos de habitar la arquitectura y a continuación se exponen las diferentes formas y medios que hay para habitar los espacios.

El escritor, artista y diseñador de videojuegos británico Gareth Damian Martin es el fundador del fanzine⁵ Heterotopias. Además del lanzamiento de su último volumen de esta obra escribe una columna mensual para Eurogamer. En una entrevista para esta plataforma cuenta su visión acerca de la relación que existe entre la arquitectura y los videojuegos:

5. Una publicación experimental diseñada para ser más que una revista de videojuegos, de ahí su término 'zine' o 'fanzine'.

- *"Mucha gente sigue pensando en la arquitectura sólo como 'edificios'. ¿Cómo explicarías la importancia del diseño arquitectónico en los videojuegos?"*

"Si pensamos en arquitectura como 'espacio construido' en vez de sólo edificios, podemos empezar a ver cómo los juegos y la arquitectura pueden intersecar. Después de todo, cada espacio de juego es un espacio construido, diseñado por un humano (o un algoritmo programado por un humano). Pero sobre todo, los diseñadores de niveles y de juegos usan constantemente las reglas, conceptos y aproximaciones de la arquitectura para construir espacios de juego, para guiar al jugador y para expresar temas e ideas dentro de los juegos. Te sorprendería cuánta gente que trabaja en juegos tiene formación arquitectónica o de algún aspecto relacionado, son medios muy conectados. También merece la pena decir que la arquitectura no es ajena al espacio virtual. Hay muchos arquitectos especulativos o teóricos que diseñan edificios sabiendo que jamás serán construidos, como forma de expresar sus ideas sobre el mundo o el futuro. Creo que no es demasiado atrevido ver los juegos como parte de esa práctica."

- *"En mi experiencia en la escuela de arquitectura encontré a algunos profesores que todavía son reticentes a los ordenadores, que afirman que los modelados por ordenador no son 'arquitectura real'. Sin embargo, con el paso del tiempo, tecnologías como la Realidad Virtual han cerrado la brecha entre espacio 'construido' y espacio 'digital'. ¿Crees que esa diferenciación desaparecerá en el futuro? ¿Cómo crees que evolucionará la relación entre ambos?"*



“Creo que las escuelas y estudios de arquitectura dependen mucho hoy en día de los ordenadores y del espacio virtual, hasta el punto en que la lógica del espacio digital se ha convertido en la lógica de la arquitectura. Copiar y pegar, deformar y escalar objetos, repetición de elementos, ... todos estos rasgos de la arquitectura contemporánea vienen de las herramientas que los arquitectos emplean, sobre todo los ordenadores. El software de modelado 3D trae consigo ciertas aproximaciones y prácticas, y con ello cambia el mismo medio físico en el que vivimos. Mi padre era ingeniero civil y solía dibujar planos de edificios enteros en enormes hojas de papel, completamente a mano. A causa de esto ciertas formas y objetos eran algo difíciles, si no imposibles, de diseñar. Ahora esos mismos planos se pueden dibujar rápidamente en un ordenador o tablet. El modelado por ordenador ha cambiado lo que podemos construir, pero también lo que podemos imaginar. Decir que esos espacios virtuales no son literalmente ‘reales’ es no comprender de qué va la cosa: su efecto en la realidad es gigantesco.

En cuanto a realidad virtual, creo que aún queda mucho para que el espacio virtual y el espacio construido se

F.14 Imagen sacada de “The Continous City” de Gareth Damian Martin. El libro se compone de fotografías de 35mm de ciudades de videojuegos atravesando los límites entre ambos mundos mediante la fotografía.

fundan, y en cierta manera creo que es posible que jamás alcancemos equivalencia total entre el espacio digital y el físico, ya que esto requeriría un completo entendimiento y simulación de cada estímulo sensorial que el cuerpo percibe. Pero ya hemos visto cómo el espacio físico y digital se pueden fundir en maneras más complejas y sutiles, a través de juegos como Pokémon Go, donde miles de personas se reunieron en lugares como Central Park en Nueva York para capturar criaturas virtuales, o cambiaron sus rutas para pasar por lugares virtuales como las Poképaradas. Creo que este tipo de evolución no va a hacer más que crecer."

F.15 Imagen sacada de "The Continous City" de Gareth Damian Martin.

F.16 Imagen sacada de "The Continous City" de Gareth Damian Martin.

- *"¿Crees que los videojuegos están cambiando la manera que tenemos de diseñar edificios? ¿Son los espacios más lúdicos desde que aparecieron los videojuegos o vamos a tener que esperar para apreciar su influencia en nuestras ciudades?"*

"Es una pregunta muy interesante. Hace poco he empezado a trabajar con la Escuela de Arquitectura Bartlett con la UCL en un Máster con un interés específico en usar los videojuegos como herramientas



“La buena arquitectura de un videojuego es algo más que su nivel de funcionalidad. Atención a la atmósfera, coherencia, inventiva,... todas estas cosas pueden crear buena arquitectura de un videojuego, pero ninguna de ellas la garantiza.”

- Gareth Damian Martin

con las que explorar y comprender el urbanismo. Este tipo de investigación, que se fija en los juegos como proyectos especulativos y herramientas para comprender la arquitectura tiene un enorme potencial para cambiar la manera en que comprendemos el espacio. ¿Podría un centro artístico impulsado por el gobierno abrir una versión virtual de su edificio antes de que sea construido para que los jugadores puedan bajárselo, explorarlo y compartir observaciones sobre su arquitectura? ¡No veo por qué no! En cuanto a los propios espacios, creo que por el momento los videojuegos están aprendiendo mucho más de la ‘arquitectura’ real que al contrario. En términos de diseño de juegos y sistemas de juego, la gamificación de los espacios públicos se puede percibir hoy en día; ya he mencionado Pokémon Go, pero las apps de ejercicio también tienen un efecto significativo en los hábitos de movimiento y el estilo de vida dentro de una ciudad, lo cual tiene un efecto en la arquitectura y el espacio.”



¿Cómo se reflejan los espacios de los videojuegos en la realidad física?

Mediante este trabajo se intenta buscar y establecer la conexión entre los problemas de nuestra sociedad y su representación en los espacios virtuales en los que jugamos.

VIDEOJUEGOS

El mundo de los videojuegos es tan amplio y está en continuo desarrollo que resulta difícil diferenciar los diferentes tipos dentro de él. Existen múltiples géneros y posibilidades dentro de este mundo, muchos de ellos entrelazados e interconectados ofreciendo una experiencia inmersiva dentro de éste.

Primeramente, podemos diferenciar dos grandes bloques que consisten en videojuegos que se basan en la arquitectura como modo de juego para crear su mundo, videojuegos que tienen una arquitectura muy diferenciada en la cual se desarrolla el juego y los metaversos.

El primer bloque se refiere a aquellos juegos de creación de mundos o espacios, de construcción de ciudades o entornos y de diseño de edificios o casas. Su principal atractivo es jugar a ser el arquitecto del mundo virtual donde el jugador toma todas las decisiones respecto a la construcción del espacio. Esto no difiere mucho del trabajo del arquitecto como tal, existiendo arquitectos teóricos que diseñan edificios sabiendo que jamás serán construidos como forma de expresar sus ideas sobre el mundo o sobre el futuro. Todo lo que nos imaginamos puede crearse en un mundo que no está regido por las limitaciones que se presentan al construir una obra en el mundo físico, siendo de esta forma el diseño y construcción virtual una buena herramienta para visualizar y exponer nuestras ideas.

El segundo bloque lo componen aquellos juegos con una arquitectura propia donde podemos recorrer el mundo libremente o realizando misiones, adentrándonos dentro de la ciudad o del entorno. Son juegos no lineales donde podemos deambular libremente⁶ por el ciberespacio. Presentan el modo *sandbox*⁷ y ofrecen al jugador desafíos que pueden

6. También llamado *free-roaming* en inglés.

7. Permite a los jugadores explorar el espacio del videojuego independientemente de los objetivos principales del juego.

ser completados en un número de secuencias diferentes, en cambio los videojuegos lineales son aquellos que enfrentan al jugador con una serie fija de retos a completar en una secuencia determinada. El principal atractivo de este tipo de videojuegos es el hecho de que nos permite recorrer mundos nuevos o ciudades enteras ya seas fantásticas o semejantes a ciudades existentes. Estos mundos en los que podemos deambular, conducir o completar misiones se componen de una arquitectura real en pantalla pero virtual en esencia. Pero no por no ser física y tangible significa que no sea arquitectura. No existiría un nivel⁸ de un videojuego sin su arquitectura, ya que ésta precisa la estructura sobre la que crear, los cimientos sobre los que el jugador puede recorrer el mundo. La arquitectura en los videojuegos construye laberintos más allá del espacio tridimensional que conocemos haciendo posible su uso al jugador y sin ella nos encontraríamos en un espacio vacío.

Indiferentemente de la clasificación, tenemos claro que el mundo de los videojuegos es un mundo en continuo crecimiento donde cada día descubren aspectos nuevos, nuevos modos de jugabilidad, nuevas herramientas técnicas e ideas nuevas. La arquitectura juega un papel determinante tanto si es una arquitectura imaginada como si es una arquitectura basada en algo físico. Cada videojuego tiene su propio icono arquitectónico y muchos de estos videojuegos son recordados por su arquitectura.

Desde hace unos años hasta hoy, muchas desarrolladoras han hecho de la arquitectura un protagonista más del videojuego, tanto en la historia del mismo como en la jugabilidad. Hay un sinfín de ejemplos, como recorrer las ciudades de Grand Theft Auto y el mundo de Assassin's Creed que nos permite visitar lugares de gran valor histórico y además hace de las calles y los monumentos parte del juego en sí. Este tipo de videojuegos tiene muy en cuenta el diseño de sus escenarios y la composición de sus ciudades, basando la jugabilidad en la arquitectura.

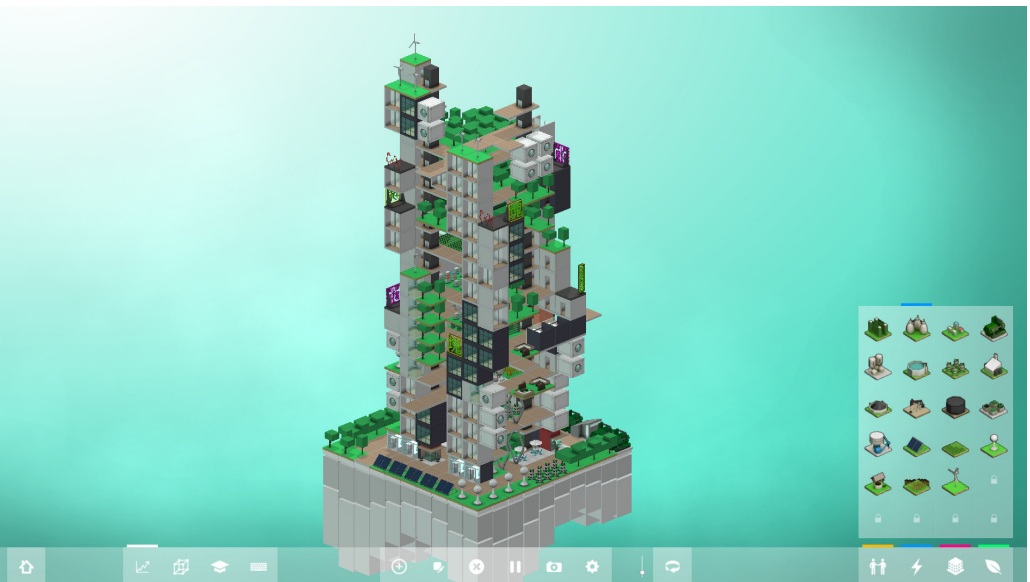
Según Gareth Damian Martin, si pensamos en la arquitectura como "espacio construido" en vez de sólo como edificios podemos empezar a ver cómo los

8. También llamado *level* en inglés.

videojuegos y la arquitectura pueden intersectar. Cada espacio de juego es un espacio construido, proyectado y diseñado por un humano, al igual que ocurre en el mundo físico al realizar un proyecto de arquitectura. La única diferencia es que en vez de construirse en el espacio físico tridimensional, se construye en el ciberespacio mediante herramientas digitales. Los diseñadores de niveles y de videojuegos en general usan constantemente las reglas de la arquitectura, los conceptos, las proporciones, las perspectivas y las percepciones para construir espacios de juego y para guiar al jugador. Usan la arquitectura para expresar ideas y sensaciones dentro de los juegos.

Vuelve a producirse una relación entre ambos mundos, primero entre el espacio físico y el ciberespacio, y al crearse este lazo, la intersección entre el videojuego y la arquitectura.

A continuación se expone la clasificación de los tipos de videojuegos dentro de los dos bloques anteriormente vistos y el papel que desempeña la arquitectura dentro de cada videojuego y la forma en la que la experimentamos.



1. VIDEOJUEGOS BASADOS EN LA ARQUITECTURA COMO MODO DE JUEGO PARA CREAR SU MUNDO PARTICULAR

Estos videojuegos también se conocen como juegos para crear arquitectura o crear mundos, donde el jugador desempeña el papel del arquitecto del espacio.

1.1 BLOCK'HOOD [Plethora Project]

Plethora Project es un proyecto de investigación y aprendizaje que invierte en el futuro del conocimiento online y está a disposición de todos. Este proyecto se inició en 2011 y ha ido creciendo hasta convertirse en un estudio de diseño y desarrollo de software. Anteponen a los humanos a la hora de la toma de decisiones, quedándose atrás los algoritmos. Esta forma de crear obras ya sean de arquitectura o de videojuegos hace que se produzca una simbiosis entre humanos y técnicas digitales dado que no depende íntegramente de algoritmos.

El director de Plethora Project es José Sánchez, un arquitecto chileno, programador y diseñador de juegos. Es el creador de Block'hood, un videojuego de construcción de ciudades que explora el urbanismo mediante la participación colectiva. Está enfocado en la ecología, la interdependencia, la colectividad y el deterioro. En 2016 ganó el premio "Mejor Juego" en el Festival Games for Change en Nueva York.

José Sánchez, además de ser profesor asistente en la Escuela de Arquitectura de la USC de Los Ángeles y haber impartido clases en conocidas universidades y Escuelas de Arquitectura tiene una investigación llamada *Gamescapes* que combina la arquitectura con los estudios de juegos. Este estudio ha generado tres videojuegos, *Reon*, *Wireflies* y *Breath*, a manos de tres equipos de estudiantes. Estos tres videojuegos permiten a los jugadores diseñar arquitectura y obtener datos de sus creaciones.

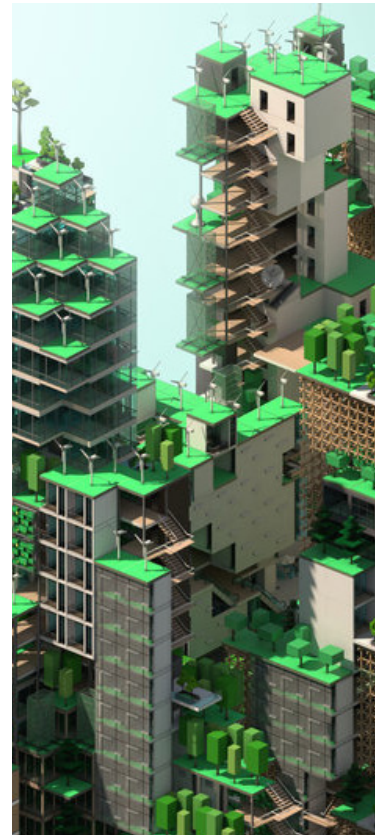
F.17 Captura de pantalla de Block'hood. Menú de construcción y urbanización ecológica.

Block'hood se ve desde una perspectiva axonométrica y consiste en crear una urbanización con bloques de 1x1 sacados de un catálogo de más de 200 bloques. Al empezar con el lienzo en blanco y poner el primer bloque de estas pequeñas dimensiones, pide a gritos poner más bloques a su alrededor apilándolos, como si de una torre de bloques de madera se tratara. Cada bloque requiere y produce diferentes recursos y el juego se trata de mantener un equilibrio ecológico. Los bloques a los que no se les proporciona suficientes recursos para el consumo que tienen se deterioran hasta derrumbarse. Además, entran en juego las condiciones ambientales tal y como pasaría en un edificio construido físicamente.

F.18 Imagen de una urbanización ecológica hecha mediante bloques de 1x1x1 de Block'Hood desde una perspectiva axonométrica.

F.19 Imagen de una urbanización en más detalle.

F.20 Una ciudad Block'Hood. Urbanizaciones y edificios creados mediante módulos.



Los habitantes de la comunidad son atraídos por las construcciones creadas por los jugadores y depende de éste proporcionar un ambiente positivo, ecológico y agradable para que siga creciendo la comunidad.

Se pueden diseñar edificios hechos con bloques de 1x1x1 de todos los tipos, desde torres cápsula inspiradas en el Metabolismo japonés hasta villas rodeadas por jardines y agua. Tal y como pasa en el mundo físico, todo tipo de diseño es posible con bloques modulares, pero su buen funcionamiento depende de la sensibilidad a la hora de proyectar, siempre teniendo en cuenta los factores del entorno y su ecología.



1.2 MINECRAFT [Mojang AB]

Minecraft es un conocido juego de construcción de mundo abierto creado por Markus "Notch" Persson, un desarrollador de videojuegos sueco y fundador de Mojang AB, la compañía de videojuegos que actualmente es propiedad de Microsoft.

En Minecraft nos encontramos en un mundo infinito llamado *sandbox*, donde el jugador tiene plena libertad a la hora de abordar el mundo y comenzar a jugar ya que es un videojuego no lineal.

Tiene varios modos de juego; *creativo*, donde se dispone de materiales ilimitados para construir, y *supervivencia*, donde el jugador tiene que explorar el mundo y conseguir recursos para sobrevivir.

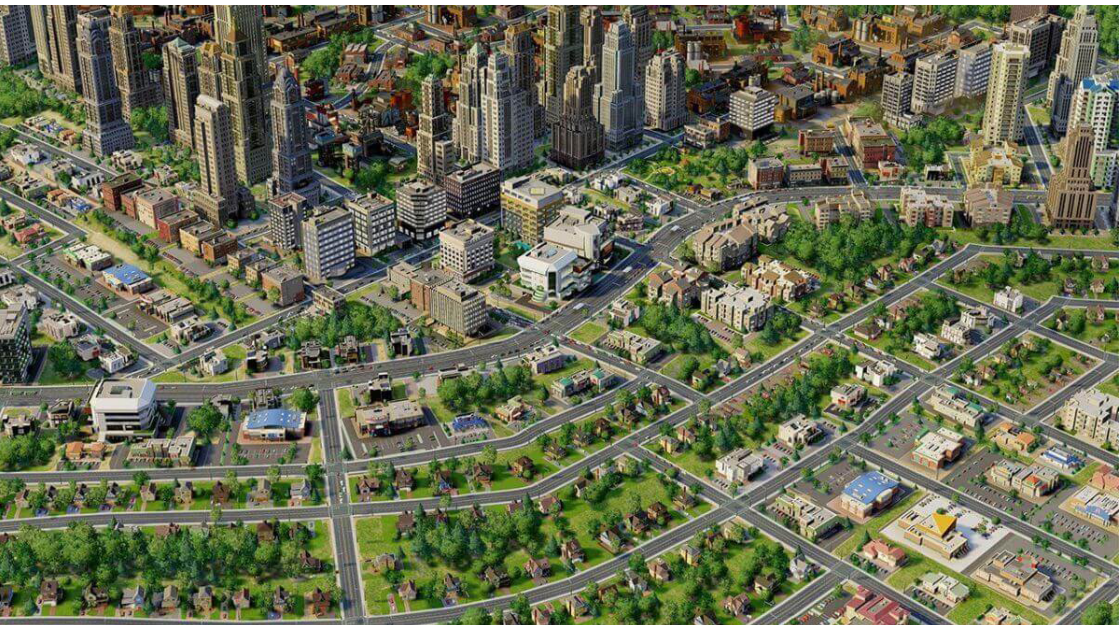
Los bloques se recogen para posteriormente ser usados para la construcción, y para poder construir se precisan herramientas que el jugador debe fabricar con los materiales necesarios.

El juego tiene un aspecto cuadriculado modulable donde todo está compuesto por bloques cuadrados, formando esto parte de la identidad del juego. Al igual que en Block'hood, el mundo se crea y construye mediante bloques pero en cambio este mundo, al ser de tipo *sandbox*, nos da la opción de recorrerlo libremente.

F.21 Un mundo cuadriculado compuesto por bloques cúbicos. Imagen de Minecraft.

F.22 Extensión infinita del mundo virtual. Imagen de Minecraft.





1.3 CITIES: SKYLINES [Colossal Order | Paradox Interactive]

F.23 Ciudad creada con todos los componentes del planteamiento urbanístico, vías de comunicación, zonas residenciales, de industria y verdes. Imagen de Cities: Skylines.

F.24 Urbanización de casas unifamiliares, equipamientos y comercios. Imagen de Cities: Skylines.

F.25 Gran zona verde que separa dos partes de la ciudad conectadas mediante puentes subterráneos. Imagen de Cities: Skylines.

Colossal Order es una compañía desarrolladora de videojuegos finlandesa conocida por sus juegos de construcción y gestión de ciudades. Cities: Skylines es una simulación de la ciudad cuyo objetivo consiste en crear y mantener una ciudad lidiando con la expansión y las dificultades presentadas. Se considera competidor de otros juegos conocidos dentro de este género como podría ser SimCity.

Es un juego de creación de mundo donde sólo nos limita nuestra imaginación. Se basa en el planteamiento urbanístico de la ciudad a crear, y a la hora de jugar nos ayuda a concebir la sensación del espacio, siendo posible tanto la creación de una macro ciudad con grandes rascacielos como una ciudad de pequeña escala tipo ciudad jardín. Debemos plantear las vías de comunicación, las zonas verdes, zonas de industria y residenciales.

Abarca todos los aspectos a tener en cuenta a la hora de proyectar una ciudad y conseguir su buen funcionamiento.





1.4 SIMCITY [Maxis | Electronic Arts]

F.26 Cruce de una zona periférica de una ciudad de SimCity.

F.27 Imagen del pack de expansión "Ciudades del mañana" de Simcity.

F.28 Imagen de una ciudad "electrónica" de Simcity.

F.29 Extensión infinita del mundo de creación de SimCity.

SimCity es una serie de videojuegos en los que el objetivo es diseñar y crear una metrópolis. Se basa en la creación, gestión y evolución de la ciudad, manteniendo la ciudad a flote y sus habitantes felices. El comienzo del juego es un mapa vacío donde debemos iniciar la creación de una nueva ciudad, abastecerla y expandir su superficie cuando sea necesario. Tiene en cuenta todos los aspectos de una ciudad física; debe proporcionar servicios elementales a los ciudadanos tales como energía eléctrica, abastecimiento de agua y hasta la gestión de residuos urbanos en los juegos más recientes como es SimCity 3000. Debe proporcionar, además, otros servicios necesarios tales como salud, seguridad, educación y ocio. Cada servicio se ubica en un edificio diferente, presentándose la posibilidad de crear una ciudad de disposición libre o agrupando servicios mediante zoning.

Existen varios packs de expansión para este simulador de ciudades; ciudades del mañana y ciudades francesas, británicas o alemanas, entre otros. Estas expansiones se basan en los diferentes tipos de arquitectura de la época, simulando ciudades de distinta índole basadas en ciudades existentes de diferentes países.



1.5 THEME HOSPITAL [Bullfrog Productions | Electronic Arts]

A cambio de los simuladores de ciudades anteriores, Theme Hospital es un simulador de hospital en el que hay que diseñar, administrar y mantener un hospital aprovechando los recursos existentes y mejorando los servicios prestados. Este videojuego de simulación desarrollado por Bullfrog Productions y publicado por EA Games en 1997 es el sucesor de Theme Park, un juego de simulación de parque temático desarrollado por la misma compañía. Normalmente los hospitales están compuestos por varios edificios, que en este caso debemos adquirir poco a poco para ampliar nuestro hospital. Cada nivel o *level* consiste en diseñar un hospital para conseguir unos objetivos y cumplir unos requisitos para poder pasar de nivel.

En 2018 el estudio inglés Two Point Studios, fundado por Mark Webley y Gary Carr, ambos responsables también de Bullfrog Productions, ha presentado un nuevo juego de simulación de gestión de hospitales llamado Two Point Hospital. Es el sucesor más moderno de Theme Hospital, basándose en el juego de 1997 mejorando los gráficos e introduciendo nuevas posibilidades. Se puede observar a la hora de jugar que se basa en el mismo concepto, la jugabilidad es la misma y la visión axonométrica del hospital se mantiene.

F.30 Imagen en perspectiva axonométrica de Theme Hospital.

F.31 Imagen en perspectiva axonométrica de Two Point Hospital, el sucesor de Theme Hospital.





1.6 LOS SIMS [Maxis | Electronic Arts]

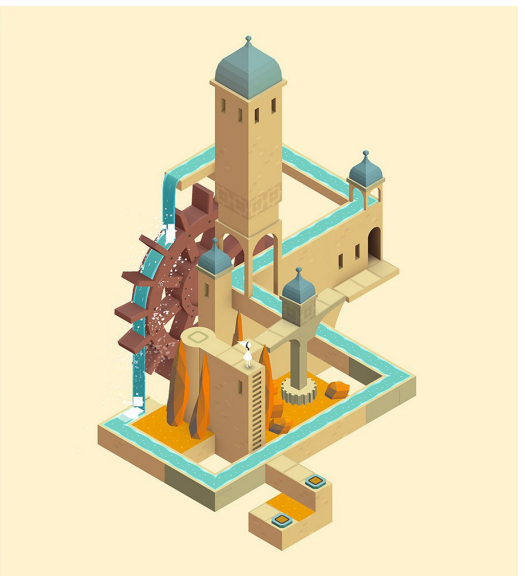
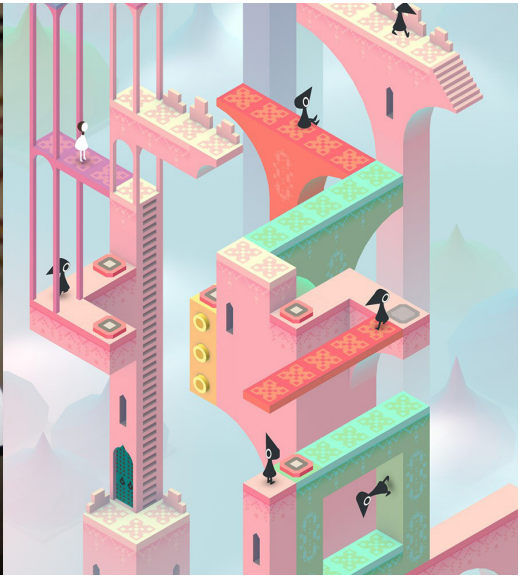
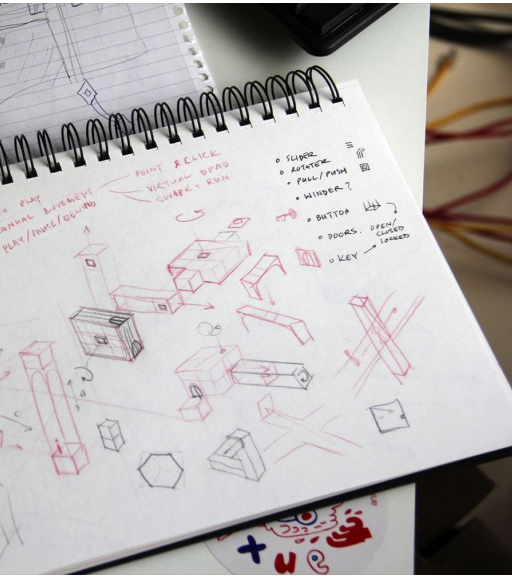
F.32 - F.37 Diferentes estilos de arquitectura dentro del juego de Los Sims.

El primer lanzamiento del juego fue el 31 de enero de 2000 y desde entonces ha habido muchas expansiones y segundas, terceras y cuartas generaciones del juego. Es el primer juego de este género donde cada ser vivo tiene personalidad propia y se controla individualmente de forma directa, pudiendo controlar cada integrante de la familia por separado. Es uno de los juegos de simulación social más conocido del mundo, habiendo conseguido el récord mundial de ventas en el año 2002.

Es un simulador de mundo virtual en el que no existen reglas y se trata de crear una familia y construir una casa en la que vivir, además de controlar lo que hacen en su día a día. Pueden buscar trabajo para ganar dinero, hacer vida social e invitar a los vecinos, mejorar sus habilidades y conocimientos y hacer todo tipo de cosas que hacemos en nuestro día a día.

Creamos los avatares de cada uno de los familiares que van a habitar en la casa y se puede personalizar totalmente al gusto del jugador, además de elegir el tipo de personalidad y sus aspiraciones en la vida. La familia creada necesita tener una casa para vivir, ya sea comprando un solar en venta y construirla nosotros mismos o adquirir una casa ya construida que posteriormente podemos reformar en caso de ser necesario.

Las casas listas para comprar tienen una variedad amplia de estilos y épocas, pero el jugador de verdad experimenta el mundo de los Sims al construir él mismo una casa, pudiendo diseñarla a su libre gusto y según las necesidades de la familia. Se basa en "vive la vida", un mundo paralelo al nuestro físico donde los sims desempeñan las mismas acciones pero en su ciber mundo.



2. VIDEOJUEGOS CON UNA ARQUITECTURA SINGULAR EN LA CUAL SE DESARROLLA EL JUEGO

2.1 ARQUITECTURA, GEOMETRÍA Y AXONOMETRÍA

2.1.1 MONUMENT VALLEY [Ustwo]

9. Es uno de los artistas gráficos más famosos del mundo y conocido por sus construcciones imposibles y sus impresiones de transformación.

F.38 Bocetos iniciales y materialización final. Imagen de Monument Valley.

F.39 Arquitecturas imposibles. Imágenes de Monument Valley.

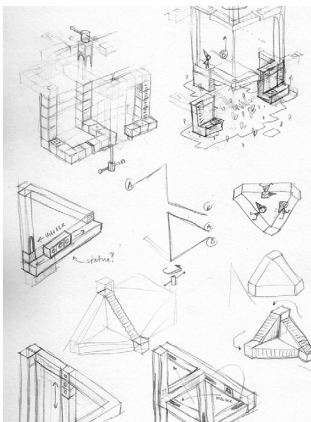
F.40 Bocetos iniciales de creación de arquitecturas imposibles para los diferentes niveles.

Monument Valley es una exploración surrealista a través de una arquitectura fantástica e irreal con una geometría imposible. El jugador guía la princesa Ida a través de misteriosos monumentos para descubrir caminos ocultos, desplegar ilusiones ópticas y burlar a los enigmáticos Cuervos.

Ken Wong, el diseñador principal del equipo, creó una obra de arte, una imagen de un edificio en vista isométrica con una sola figura contemplando esta arquitectura extraña pero completamente posible. A raíz de esta imagen se creó este juego basado en recorrer la arquitectura imposible.

Es un juego totalmente basado en la arquitectura con una única vista isométrica y se puede ver claramente que estas arquitecturas imposibles están inspiradas en las obras de M.C. Escher⁹.

Para el equipo de Ustwo, surgieron muchas dificultades técnicas a la hora de recrear lo imposible en un entorno donde navegar por la pantalla ha de ser posible. Han conseguido que el propio juego 'vea' las ilusiones ópticas de la misma forma que la vemos nosotros al jugar.



La segunda entrega del juego, Monument Valley 2, tiene como lema "sentimientos y sensaciones". Se basa en los mismos conceptos que la primera parte; una arquitectura imposible desde una perspectiva isométrica. Según los creadores: "Nos ponemos conscientemente en el lugar del jugador. Queremos asegurarnos de entender cómo hará sentir cada secuencia a nuestros jugadores. Y, por supuesto, queremos sorprenderlos con la elegancia de nuestras imágenes." - Laura Cason¹⁰.



10. Artista senior de Ustwo.

F.41 Cascada, M.C. Escher. 1961.

F.42 Arquitectura imposible inspirada en la obra de M.C. Escher. Imagen de Monument Valley 2.



2.1.2 EMPTY [Dustyroom]

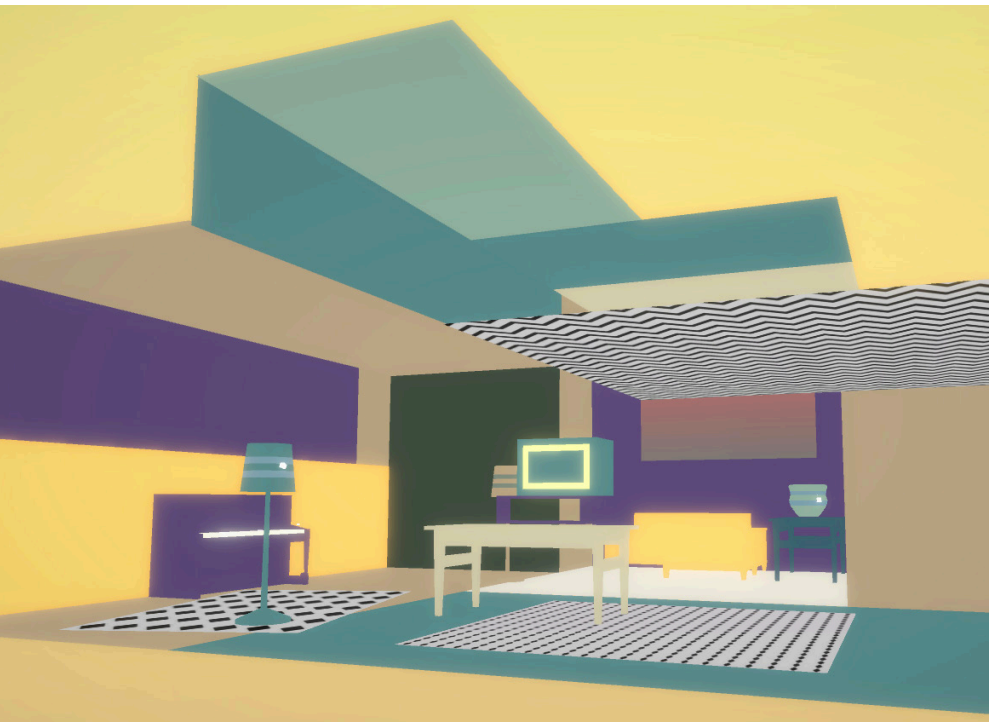
Los creadores lo definen con el lema "Todo debe irse." Lo definen como un simple rompecabezas tipo zen que no tiene marcador de tiempo o puntos, y el objetivo del juego consiste en despejar la habitación de todos los objetos girando la pantalla. Si un objeto se vuelve invisible, desaparece.

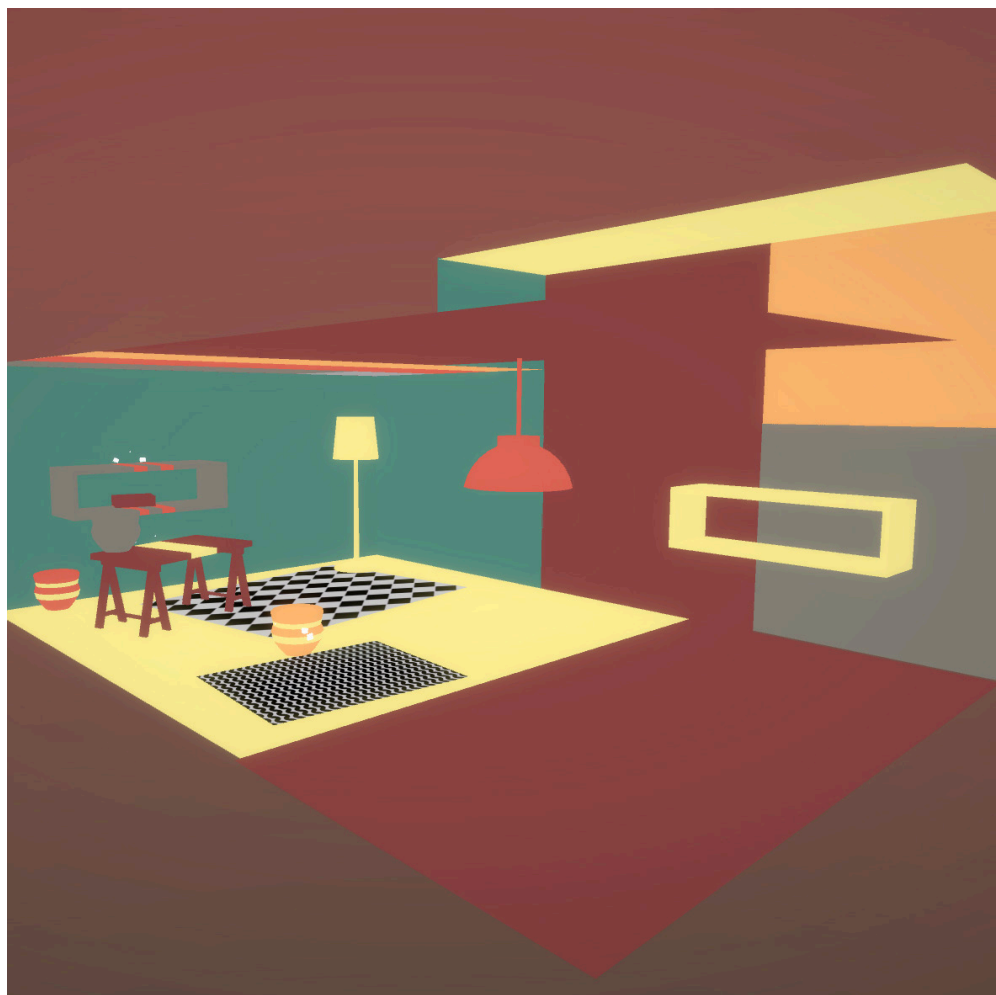
Todo se ve desde una perspectiva axonométrica donde el jugador tiene que ir rotando la pantalla hasta hacer coincidir los objetos con los planos posteriores del mismo color.

Esta habitación axonométrica con planos de colores refleja la sensación de perspectiva que nos transmite la arquitectura.

F.43 Habitación generada por planos de diferentes colores y patrones. Imagen de Empty.

F.44 Habitación generada por planos de diferentes colores y patrones. Imagen de Empty.





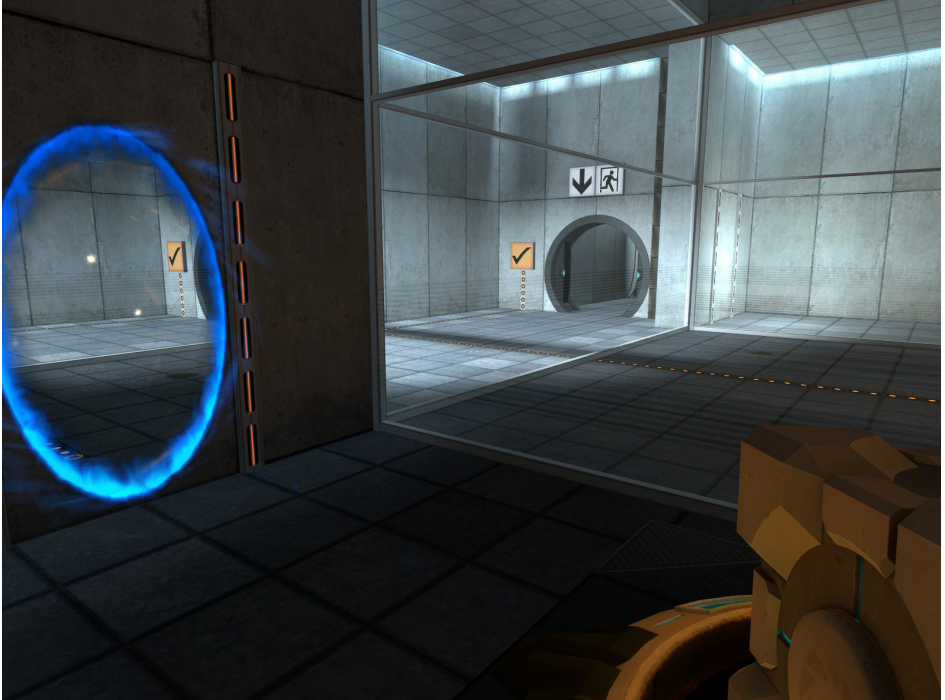
2.1.3 PORTAL [Valve Corporation]

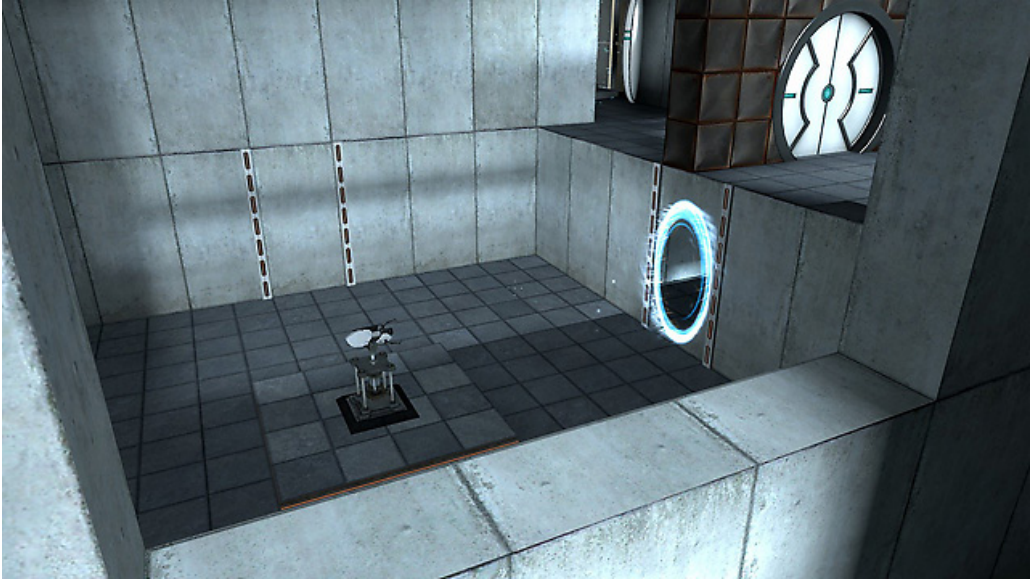
Este juego ubicado en un espacio futurístico y austero permite al jugador viajar entre espacios mediante los llamados portales. Estos portales nos permiten tener una conexión visual y física entre dos puntos diferentes ubicados en el espacio tridimensional a través de los portales. Los portales están ubicados estratégicamente para la resolución del puzzle, pero puede ocurrir que dos portales conectados están en diferentes planos y es cuando se producen efectos extraños en la geometría y la gravedad como son, por ejemplo, los bucles infinitos. La jugabilidad se centra, pues, en el manejo del llamado Dispositivo Portátil de Portales, un dispositivo manual que crea estos portales en superficies planas.

El videojuego ayuda a entender el funcionamiento de las leyes de la gravedad ya que cada portal tiene sus propias condiciones físicas.

F.45 Punto de vista del jugador. Materialidad austera e iluminación indirecta. Imagen de Portal.

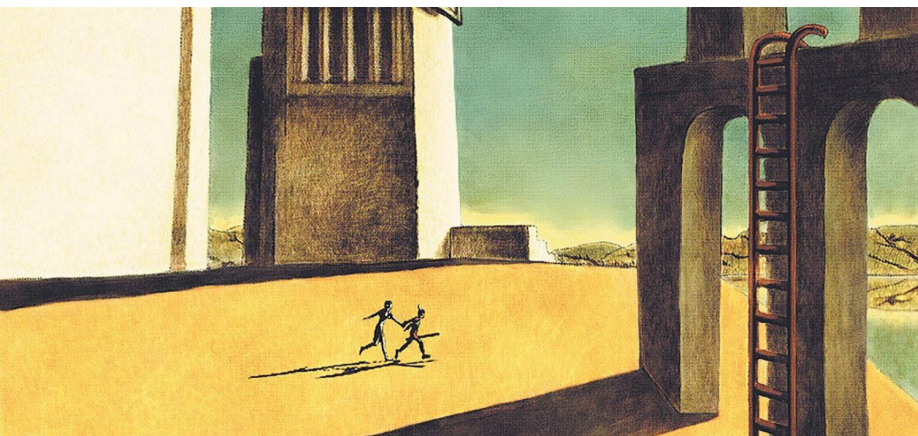
F.46 Arquitectura cuadriculada mediante módulos. Texturas de hormigón y cemento. Imagen de Portal.





La arquitectura del juego es austera y fría y de geometría modular. Las diferentes habitaciones están hechas aparentemente de hormigón visto con juntas modulares, recreando una arquitectura industrial que inspira frialdad.

La iluminación de los espacios se produce de forma indirecta de tal forma que los puntos de luz están situados en encuentros de techos y suelos con particiones verticales.



2.2 VIDEOJUEGOS DE MUNDO ABIERTO

Los videojuegos de mundo abierto son uno de los géneros más populares, donde con la potencia de los ordenadores actuales ya no hay límites a la hora de crear escenarios gigantes y llenos de detalles. Los juegos *sandbox* son ya un género por sí mismo donde los escenarios donde se desarrollan son tan protagonistas como las mecánicas de juego o las historias en sí. Son aquellos donde podemos descubrir el espacio libremente, tenemos una completa libertad de movimiento en los territorios virtuales para vivir todo tipo de experiencias, realizar las misiones o resolver los problemas que nos presenta y explorar cada punto del mapa que nos ofrece. Este tipo de videojuegos ofrece una infinidad de tipos diferentes y a continuación se explican unos de los más conocidos e icónicos y la relación que tienen con la arquitectura.

2.2.1 ICO [Team ICO | Sony]

11. Diseñado para Playstation 2 y lanzado el 24 de septiembre de 2001.

F.47 Imagen de la carátula de ICO.

F.48 Visión del jugador. Imagen de ICO.

ICO¹¹ es un videojuego de aventura cuyo creador es Fumito Ueda, que además es el director y diseñador principal de Team ICO, un equipo japonés de desarrollo de videojuegos. Cuando se lanzó no fue un éxito de ventas pero es considerado una obra de arte dados los efectos de luces y sombras utilizados, las animaciones y su característica perspectiva isométrica.

Esta aventura se desarrolla en una fortaleza donde el protagonista está acompañado de una misteriosa joven y tratan de escapar del castillo. Se basa en la exploración del castillo, la resolución de diferentes puzzles, ayudar a Yorda, la chica que resulta ser la princesa del castillo, y a superar diferentes obstáculos hasta conseguir escapar.

El juego presenta una cierta austeridad, los ambientes son fríos y las sensaciones que nos producen al recorrer sus espacios son las mismas que sentiríamos al encontrarnos físicamente en un castillo de esta índole. La arquitectura, pues, nos hace partícipes del lugar mediante esta experiencia inmersiva que buscan los videojuegos.

2.2.2 RAIN [SCE Japan Studio | Sony]

Diseñado por Tomoharu Fujii, se lanzó el 1 de octubre de 2013 para PlayStation 3. Es un videojuego de un solo jugador y se considera del género de aventuras dentro del mundo abierto.

Rain tiene lugar en una ciudad inspirada en el París de los años 50 y cuenta la historia de un niño invisible que se encuentra perdido en una ciudad donde es totalmente invisible, solamente se puede intuir su ubicación gracias a la lluvia que nos deja entrever por dónde se mueve.

Al inicio de la creación del juego, el director Yuki Ikeda confiesa que se le presentaron varios problemas a la hora de desarrollar la jugabilidad. El proceso de creación y desarrollo fue difícil ya que muchas de las ideas que tuvo el equipo al principio, llegado el momento, al insertarlas dentro del juego se dieron cuenta de que no sería posible 'jugar' con ellas. Decididos a mantener el concepto original del juego, poco a poco fueron encontrando la manera de perfeccionar la jugabilidad y el juego en sí, hasta llegar a un resultado final muy conseguido y fiel a la idea inicial.

Es una aventura a base de plataformas y

F.49 Visión del jugador.
Arquitectura: fachada exterior de iglesia.
Imagen de Rain.



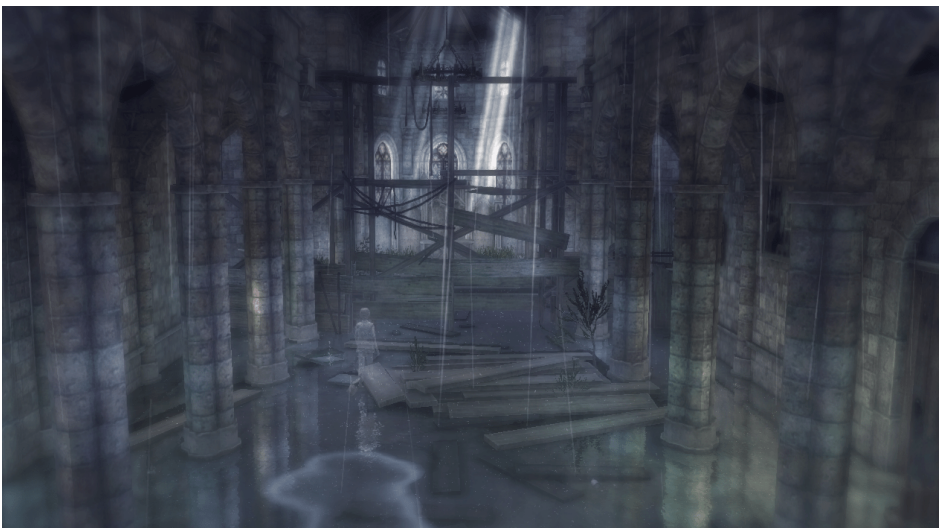
puzzles que son el eje central del juego, donde el niño que se ha vuelto invisible al cruzar un portal debe salvar de monstruos a la chica y así recuperar su visibilidad. En cuanto al planteamiento nos puede recordar a otro juego japonés, ICO, pero la sensación que nos deja a la hora de jugar a uno u otro es totalmente distinta.

Una de las claves del éxito de este juego es su sencillez. La jugabilidad se realiza con tres botones: correr, saltar e interactuar (coger objetos, abrir puertas, ...). Todo se reduce a avanzar, saltar y esquivar obstáculos que se puedan presentar y ayudar a la chica.

Es un juego de corta duración, en dos o tres horas podemos completar el juego, pero esto no es lo más importante del juego ya que la ciudad en sí es su mayor atractivo. El apartado técnico y artístico del juego es lo mejor de Rain, la ciudad es gris y oscura y transmite muy bien la sensación de desesperación del protagonista. Nos adentramos en una ciudad desolada que transmite la sensación de intranquilidad al encontrarnos de noche bajo la lluvia solos e invisibles.

De nuevo se produce esta inmersión dentro del mundo del juego, dentro de los espacios creados para que el jugador experimente todas las sensaciones necesarias para hacerle sentir que se encuentra dentro de él.

F.50 Visión del jugador.
Arquitectura: interior de
iglesia en ruinas.
Imagen de Rain.



2.2.3 GRAND THEFT AUTO [Rockstar Games]

Grand Theft Auto, también conocido por su abreviación GTA, es una serie de videojuegos de mundo abierto donde cada edición cuenta la historia de diferentes criminales. Los protagonistas son los típicos antihéroes a los que les acabas cogiendo cariño.

El primer juego de la saga se lanzó el 1 de noviembre de 1997 con el nombre de Grand Theft Auto, sentando las bases para los demás juegos posteriores, hasta llegar al último juego sacado al mercado el 17 de septiembre de 2013 llamado Grand Theft Auto V.

Cada juego está ambientado en una ciudad, país y año diferente, yendo desde los años 60 en Londres, pasando por los años 80 y 90 llegando al último lanzamiento que se desarrolla en el año 2013 en San Andreas, EEUU.

Las ciudades ficticias usadas en cada juego se basan en ciudades reales, usando como base Nueva York para varios de las partes de los diferentes juegos llamándose Liberty City, Vice City está basado en Miami, Los Santos en Los Ángeles, San Fierro en San Francisco y Las Venturas en Las Vegas. Tienen similitudes con las ciudades en las que están basadas sin ser una copia exacta ni pretenden serlo; las



F.51 Mapa de Liberty City, basado en Nueva York. GTA.



ciudades ficticias tienen elementos característicos de las ciudades base pero siempre manteniendo una identidad propia.

Al estar ambientados en una ciudad o país diferente y la época también varía, la arquitectura de cada ciudad se ha diseñado basándose en todos esos factores, creándonos la sensación de estar verdaderamente en el lugar.

El juego consiste en realizar misiones con nuestro protagonista, a la vez pudiendo recorrer la ciudad libremente a pie, mediante coches, helicópteros, barcos o motos, experimentando la ciudad de una manera diferente según el medio de transporte utilizado. Se consideran juegos de mundo abierto ya que a pesar de tener una historia

F.52 Arquitectura basada en Nueva York. De fondo se puede ver el Empire State Building. Imagen de Liberty City, Grand Theft Auto IV.



F.53 Broker Bridge, inspiración en el Brooklyn Bridge de Nueva York. Imagen de Liberty City, Grand Theft Auto IV.

marcada, cada decisión que tomemos influye en el desarrollo del juego, además de poder ir por libre explorando la ciudad y sumergiéndonos en ella. Esta saga de videojuegos es pionera en la creación de la buscada experiencia inmersiva; el jugador mediante el protagonista de cada juego recorre la ciudad en primera persona con su propia personalidad, miedos, humor y recuerdos.

Para poner el ejemplo de una de las ciudades, Liberty City aparece en muchos de los juegos de la saga y está basado en Nueva York. Su planimetría nos recuerda a un plano de Manhattan siendo una

F.54 Vespucci Beach, inspirado en Venice Beach en Miami. Imagen de Vice City, Grand Theft Auto V.



isla conectada mediante puentes. Además, podemos encontrar muchas similitudes entre los lugares y edificios reales y lo que nos encontramos al recorrer el mapa y la ciudad. En los primeros juegos Liberty City sólo se parece vagamente a la ciudad en el mundo real, pero en GTA IV nos presentan una nueva y mejorada Liberty City mucho más afín a Nueva York como la conocemos.

A continuación se presenta una serie de edificios icónicos físicos de Nueva York y su existencia en el ciberespacio de Liberty City, creados por el equipo de Rockstar Games.



Empire State Building



Flatiron Building



MetLife Building



Rockefeller Center



Estatua de la Libertad



Times Square



St. Patrick's Cathedral



Puente de Manhattan



Puente de Brooklyn



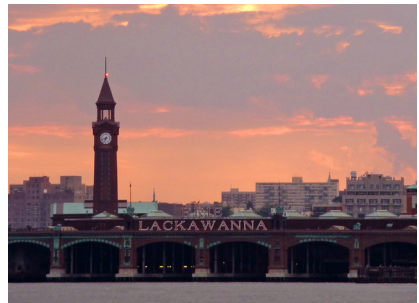
Chrysler Building



One Astor Plaza



Terminal Hoboken



12. "Una deriva a través de la pantalla". Un proyecto de Manuel Saga y Enrique Parra. <https://metaspaceblog.com/>.

2.2.4 ASSASSIN'S CREED [Ubisoft]

Assassin's Creed es una serie de libros, cortos de ficción histórica y videojuegos. Los videojuegos son de género acción-aventura de mundo abierto y el primer videojuego de la saga salió al mercado en el año 2007, y el último llamado Assassin's Creed: Odyssey se lanzó el 5 de octubre de 2018.

Trata de vivir aventuras épicas en un mundo abierto o *sandbox* que podemos recorrer libremente y donde cada decisión que tomemos tiene una consecuencia.

En el artículo publicado en Metaspace¹², el arquitecto Manuel Saga entrevista a María Elisa Navarro, una profesora de arquitectura con énfasis en Historia y Teoría que trabajó en Ubisoft Montreal como asesora histórica del equipo de diseño de Assassin's Creed II desde el principio de creación del juego hasta su lanzamiento en 2009. La arquitecta cuenta que cuando vivía en Montreal conoció a Vincent Gaigneux, Senior Art Designer en Ubisoft que ha trabajado en todos los títulos de Assassin's Creed, y éste le hizo varias preguntas acerca de cómo podía diseñar ciertos elementos históricos para el juego. La tarea de búsqueda de archivos y documentación histórica era ajena a las competencias del equipo y decidieron empezar un proyecto de investigación asociado a Assassin's Creed II, siendo María Elisa Navarro la encargada. Así es cómo comenzó a trabajar en Ubisoft durante dos años.

En la entrevista, María Elisa Navarro cuenta su experiencia a la hora de trabajar como arquitecta en la creación de un videojuego, qué funciones desarrollaba y cómo se produce la integración de la arquitectura al videojuego. A continuación un extracto de la entrevista:



- "¿En qué consistió exactamente tu trabajo?"

"En Ubisoft necesitaban documentarse sobre la época entre 1476 y 1503, tanto para el diseño de personajes, como para el modelado 3D y el diseño de gameplay. Les preparé una especie de clases magistrales donde les mostraba, por ejemplo, la historia de los Medici y de Girolamo Savonarola. También preparaba documentos a partir de los archivos y bases de datos de McGill University, respondiendo a las distintas necesidades del diseño."

F.55 Arquitectura de Venecia del siglo XV. Imagen de Assassin's Creed.

- "¿En qué aspectos concretos se vió plasmado tu trabajo dentro del juego? ¿Cómo crees que lo perciben los jugadores?"

"Por ejemplo, uno de los primeros documentos de este tipo fue una lista de los edificios que podemos encontrar hoy en día en Venecia y que también existían en aquella época, como las iglesias. Este dato es interesante, porque las fachadas renacentistas de las iglesias no se empezaron a construir hasta mucho más tarde, por lo que yo les enseñé el ejemplo de San Lorenzo (que nunca tuvo este tipo de fachada) para que se imaginaran como podían



F.56 Arquitectura de Venecia del siglo XV. Plaza de San Marcos. Imagen de Assassin's Creed.

ser las iglesias de aquel entonces y plantearan sus diseños en consonancia. Un momento especial fue cuando necesitaron buscar una ciudad aparte de las principales, para ubicar una sección del juego que tuviera una gran cantidad de torres y espacios altos. Yo me documenté y juntos llegamos a la conclusión de que esa parte de la acción ocurriría en San Gimignano. Otro de los aspectos que tratamos fue la forma de las viviendas. Ellos iban modelando, y periódicamente yo me reunía con ellos para comprobar la precisión de la reconstrucción histórica. A veces, por jugabilidad, necesitaban tener paredes con mucha textura para que el protagonista pudiera escalar, pero a la hora de plantear estos elementos se cometían imprecisiones. Por ejemplo, recuerdo un balcón con una baranda de hierro forjado que no pudo haber existido en aquella época. Yo era responsable de detectar estos problemas.

Por otro lado, las viviendas de finales del siglo XV muy posiblemente tenían una sola altura, máximo dos, pero ellos decidieron hacer caso omiso de este dato por una cuestión de jugabilidad.

- *"El espacio urbano y arquitectónico está basado en la realidad pero es una ficción diseñada para contar una historia y proporcionar una experiencia, del mismo modo que el guión respeta unos hechos históricos y modifica otros. Funciona de un modo paralelo a la literatura o al cine."*

"Efectivamente. Se procuró que cualquier decisión de desviar del rigor histórico algún elemento del juego fuera siempre consciente."

- *"¿Había otros arquitectos trabajando en el equipo?"*

"No que yo sepa. Había artistas conceptuales y de modelado 3D especializados en arquitectura. Ellos eran profesionales con una formación técnica muy concreta, una titulación especial."

- *"¿Cuál dirías que es tu balance de la experiencia? ¿Cómo ha cambiado tu forma de ver los videojuegos?"*

"Para mí lo más interesante de la experiencia fue el interés histórico en el desarrollo de un videojuego. Fue



F.57 Canales y arquitectura de Venecia ambientada en el siglo XV. Imagen de Assassin's Creed.

F.58 Venecia del siglo XV. Imagen de Assassin's Creed.

una grata sorpresa la preocupación genuina por su parte. Por otro lado me pareció un modo excelente de difundir una información que normalmente está muy escondida. De hecho, fue mi trabajo de medio tiempo durante dos años compilarla, así que me parece un modo excelente de evitar que el conocimiento quede oculto. Representa otro modo de aprender.

Personalmente aprendí mucho, no sólo de historia sino sobre cómo funciona la industria de los videojuegos. En el caso concreto de Assassin's Creed 2 el desarrollo estaba orientado más a lo artístico que a lo tecnológico. Recuerdo que cada personaje principal podía consumir un año de trabajo perfectamente. Realmente el trabajo primario que yo hacía era buscar documentos, compilarlos, escanearlos. Todo se mandaba en documentos de word muy sencillos, sin embargo para ellos era un recurso vital que les permitía crear una experiencia muy realista, realmente bonita.

Para mí fue un placer poder mezclar una creación de este tipo, una industria tan joven, con lo más viejo del mundo, con la historia."



METAVERSO

Metaverso significa mundo virtual, un universo ficticio: meta-universo. Es un espacio 3D totalmente inmersivo que tiene su origen en la novela Snow Crash¹³. En esta novela de género de ficción ciberpunk describe un mundo virtual ficticio donde se refiere a un espacio virtual colectivo y compartido. El protagonista de la obra, Hiro, trabaja de repartidor de pizzas en el mundo real pero en el metaverso es un príncipe guerrero donde se enfrenta a un virus llamado Snow Crash que amenaza con provocar el infocalipsis. Para escapar de la vida monótona y rápida, donde su único objetivo es entregar pizzas en tiempo récord, el metaverso se presenta como un refugio en un universo virtual. Es un lugar donde todo es posible y donde hay una completa libertad.

Esta fue pionera de su tiempo y actualmente con la cantidad de programas, videojuegos, aplicaciones y realidades virtuales que existen, muchas de estas ideas se fundamentan en esta novela. Por ejemplo, la serie Black mirror¹⁴ se basa en el concepto de la novela de una forma más futurista. La serie gira íntegramente en torno a cómo la tecnología afecta nuestra vida. El primer episodio de la cuarta temporada llamado USS Callister cuenta la historia de un talentoso programador y cofundador de un juego multijugador donde la falta de reconocimiento por su trabajo le hace crear una aventura espacial dentro del propio juego, usando el ADN de los compañeros de trabajo creando de esta forma clones digitales. El protagonista, para escapar de su vida rutinaria donde no se siente valorado, conecta con el juego entrando en el metaverso creado por sí mismo. En él, es el capitán de la nave espacial y puede mandar libremente sobre los clones que ha creado de personas físicas, pudiendo cambiar su aspecto o haciéndolos sufrir eternamente para vengarse de lo que le pueda pasar en la vida real. En este caso, en vez de un avatar, la persona física se representa a sí mismo en el juego, pudiendo cambiar aspectos físicos pero manteniendo la conciencia e inteligencia.

13. Escrita por Neal Stephenson, 1992.

14. Serie emitida por primera vez el 4 de diciembre de 2011.

F.59 USS Callister, Black Mirror. 2017

El videojuego que se muestra en el episodio no deja de ser un metaverso, una comunidad virtual online que simula un mundo o un entorno artificial inspirado o no en la realidad en el cual los usuarios pueden interactuar entre sí a través de personajes o avatares. Este ciberespacio actúa como una metáfora del mundo real sin las limitaciones físicas ni económicas, donde todo es posible.



Para nosotros, el ejemplo más claro es **Second Life** creado por Linden Lab¹⁵. Es un mundo surrealista donde se puede volar por un espacio infinito habitado por millones de personas virtuales.

Linden Lab se fundó en 1999, pero fue en 2003 cuando se lanzó Second Life, el metaverso donde 9 millones de personas han jugado, habitado y creado. En Second Life los usuarios son conocidos como 'residentes' y pueden acceder gratuitamente desde internet. Se trata de una plataforma donde estos residentes exploran el mundo virtual con su avatar, interactúan con otros residentes, establecen relaciones sociales, participan en todo tipo de actividades ya sean individuales o colectivas, pueden crear y comerciar propiedad virtual y ofrecer servicios entre ellos. Cada residente tiene su propio avatar individual y personalizable. Estos avatares son caracteres tridimensionales que los usuarios modifican según su gusto para disfrutar de una 'segunda vida', como el nombre del programa indica.

Uno de los mayores atractivos de esta plataforma es la posibilidad de crear objetos e intercambiar diferentes productos virtuales a través de un mercado abierto que tiene como moneda local el Linden Dollar (L\$). El programa incluye una herramienta de creación en 3D basada en figuras geométricas ('prims') que permite a los usuarios la construcción de objetos virtuales. En combinación con el lenguaje de programación LSL o Linden Scripting Language, estos objetos pueden adquirir funcionalidad. Además, objetos más complejos, texturas, animaciones o gestos pueden crearse en programas externos y ser importados a SL para darle un aspecto mucho más fiel a la realidad física.

Es un metaverso donde no existen las limitaciones del mundo real, todo es posible. Cuando estaba en auge, todo estaba en Second Life. Había sedes de bancos, tiendas de ropa de conocidas marcas, sitios de ocio, casas, negocios, universidades, ... Se usaba como si fuera el mundo real, se ofrecían servicios, había todo tipo de arquitectura, islas, ciudades, modelos de edificios emblemáticos de los maestros de la arquitectura, estructuras imposibles e impactantes, ... Incluso un grupo de creadores modeló

15. Linden Lab se fundó en 1999, pero hasta 2003 no lanzó Second Life.

F.60 Carátula de Second Life.



la ciudad de Gijón en Second Life para así fomentar su turismo.

Second Life se creó antes de la aparición de Facebook, con lo cual permitió la socialización virtual entre usuarios de una forma diferente a lo que conocemos hoy en día y a lo que estamos tan acostumbrados. Es el espacio virtual más conocido de internet pero hoy en día está desierto. En 2007 se empezó a producir el declive de Second Life. La revista Wired publicó un artículo llamado "Planeta vacío", donde anunciaba la caída en picado del éxito de esta plataforma. Revela que el 85% de los avatares que fueron creados han sido abandonados. "Después de pasar varias horas dando vueltas y viendo cómo funciona, no hay mucho más que hacer" dice el reportaje. Las multinacionales están abandonando porque ven perdida su inversión en el metaverso donde nada sale gratis salvo pasear, volar o conversar. Para comprar terreno hacen falta Linden Dollars, la conversión virtual de dinero real, incluso el juego requiere un mantenimiento mensual. Con el abandono de tantos jugadores no les sale rentable seguir invirtiendo en el mundo que un día fuera tan prolífero.

Ebbe Altberg¹⁶ dice en una entrevista que para crear casas o negocios en el mundo virtual que crearon no hace falta ser arquitecto, sino que presentan al usuario un modo fácil de usar las herramientas para crear y diseñar su propio mundo. Además, se pueden usar programas de creación 3D ajenos como son Maya o 3D Studio Max para dotar de más realismo a las creaciones.

En el mundo virtual de Second Life hay arquitectos "virtuales" que cobran por diseñar diferentes tipos de edificios, estructuras u objetos. Muchas de las grandes multinacionales por ejemplo encargan el diseño de sus sedes virtuales. Otros tantos arquitectos diseñan todo tipo de cosas simplemente porque pueden, fuera de las limitaciones físicas, crear edificios imposibles. Muchos dirán que esto transforma el concepto de arquitectura que nos enseñan y solemos tener.

Así mismo, hay recreaciones de arquitectura real que nos permiten volar por sus espacios como la casa Farnsworth de Mies van der Rohe o el Palacio de

16. El director general de Linden Lab.

Versalles.

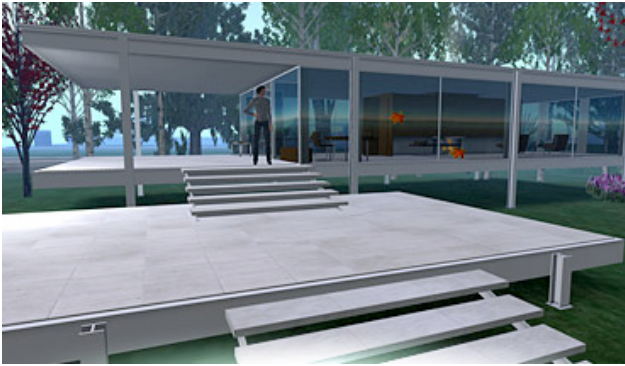
Es cierto que a pesar de todo esto, este juego fue pionero en muchos aspectos del mundo virtual. Las Linden Dollars son precursores de los bitcoins y la creación de avatares personalizables se usa en muchos otros juegos. Toda interacción virtual se basa hoy en día en la manera de relacionarse los usuarios de Second Life.

Con el auge de la realidad virtual, la empresa Linden Lab lanzó Sansar en 2017, una nueva plataforma para crear experiencias sociales mediante gafas de realidad virtual.

En el ciberespacio estamos limitados únicamente por nuestra imaginación donde todo es posible; desde crear estructuras imposibles sin limitaciones físicas hasta recrear obras de conocidos arquitectos. Nos permite concebir la arquitectura de otra manera y nos ayuda a ver el mundo de una forma diferente.

F.61 Recreación de Casa Farnsworth de Mies van del Rohe en Second Life.

F.62 Casa construida en Second Life. Toda arquitectura es posible.



MISCELÁNEA

17. Película canadiense de suspense y ciencia ficción dirigida por Vincenzo Natali, 1997.

18. Película estadounidense dirigida por Christopher Nolan, 2010.

Aparte de videojuegos y metaversos, cabe destacar el cine. La película **Cube**¹⁷ presenta un grupo de personas que intenta resolver el laberinto formado por cubos y encontrar la forma de salir de él. Los espacios son habitaciones cúbicas y todas idénticas, algunas de ellas conteniendo trampas mortales, además de existir unos números entre los cubos que esconden la clave para salir del cubo. Es un claro ejemplo de cómo la arquitectura influye en nuestras sensaciones, ya que a pesar de no ser nosotros los que estemos resolviendo el puzzle para salir del confinamiento, estos espacios geométricos perfectos y repetitivos nos producen la sensación de agobio y desesperación por salir.

Una película más reciente, **Inception (Origen)**¹⁸, cuenta la historia de un especialista en infiltrarse en los sueños de los demás para implantar y robar ideas. Lo logra a través de un sueño inducido por un dispositivo que le permite compartir el mundo de los sueños construido por la imaginación del protagonista y ocupado por las proyecciones mentales o subconsciente del sujeto al que se le intenta extraer o implantar la información.

Este mundo dentro de los sueños se diseña con muchísima precisión por el protagonista y una estudiante de arquitectura, para que el propietario del sueño no perciba ningún fallo y sea lo más fiel a la realidad.

Para crear este mundo ficticio todo es posible, no hay limitaciones de ningún tipo y puede crearse todo tipo de arquitecturas fantásticas e imposibles, como por ejemplo unas escaleras inspiradas en los dibujos de M.C. Escher que aparecen en un sueño.

La arquitectura de la película tiene una identidad propia, para cada sueño y cada usuario del sueño es diferente.



En Limbo¹⁹ el tiempo pasa más rápido que en la realidad ya que unas horas en la vida real serían años en el sueño de Limbo. Los protagonistas viven en esta ciudad diseñada por ellos mismos, una ciudad modernista enorme inspirada en la arquitectura modernista de principios del siglo XX. A pesar de no existir estos edificios en la realidad, están inspirados en arquitectos tales como Le Corbusier, Walter Gropius y Mies van der Rohe. Podríamos decir que esta ciudad representa la historia de la arquitectura moderna. Empezando por la periferia de la ciudad nos encontramos con una arquitectura modernista de los años 20 y diseños con influencias de la Bauhaus, constructivismo ruso y el estilo internacional. A medida que avanzamos podemos apreciar el paso por los diferentes estilos de arquitectura hasta llegar

19. Ciudad donde el protagonista y su mujer viven atrapados durante 50 años.

F.63 Cube. Película de 1997.

F.64 Escaleras imposibles inspiradas en la obra de M.C. Escher. Inception (Origen), 2010.



F.65 Arquitectura imposible. Inception (Origen), 2010.

al centro donde nos encontramos unos edificios enormes de mil metros de altura, inspirados aún en Le Corbusier pero llevados hasta el extremo.

Hay otras zonas de la ciudad de Limbo donde el deterioro es menos pronunciado, concentrándose en espacios más pequeños tales como ventanas y cristales rotos. En esta zona en el corazón de la ciudad hay varios edificios de diferente estilo arquitectónico que han sido construidos por los protagonistas y en los que han vivido en diferentes épocas de su vida en la realidad paralela de Limbo. Muchos de estos edificios se basan en construcciones reales las cuales han recreado para la película a partir de fotografías y planos. La arquitectura, por tanto, juega un papel esencial en la película, convirtiéndose en un protagonista más.

HERRAMIENTAS

Si los modos de habitar se basan en cómo habitar el ciberespacio, las herramientas son aquellas mediante las cuales es posible hacerlo. Son las técnicas que se utilizan para ocupar, habitar y poder existir en un espacio. Estas técnicas ayudan a habitar, siendo éste uno de los propósitos de la arquitectura.

Para el espacio físico tenemos claro que la construcción nos permite habitar, como ya anunciaba Zygmunt Bauman. Anteriormente, los arquitectos hacían uso del dibujo y creación de modelos para realizar el diseño de sus proyectos, pero hoy en día se proyecta usando, aparte de nuestros conocimientos teóricos y prácticos adquiridos, una serie de programas para llevar a cabo el diseño y para su posterior ejecución.

En la actualidad, hacemos uso de diferentes programas y software para la realización de diseños, modelos 3D y videojuegos.

Uno de los programas más conocidos y usados a la hora de realizar planimetrías tanto en dos dimensiones como modelado 3D es AutoCad. Desarrollado por Autodesk, es un software de diseño asistido por ordenador (las siglas CAD en inglés significan Computer Assisted Design) reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición que hacen posible el dibujo digital de planos y la recreación de imágenes en 3D.

El programa ArchiCAD, desarrollado por Graphisoft, es otro software de diseño asistido por ordenador de modelado de información de construcción BIM²⁰ (Building Information Modeling). Permite al usuario realizar un diseño paramétrico de los elementos y tiene un banco de datos muy amplio que contiene todos los pasos de la construcción, desde el concepto hasta la edificación.

Hoy en día, Revit de Autodesk es el software de modelado de información de construcción llamado BIM, más usado. Permite diseñar, al igual que ArchiCAD, con elementos de modelación y

20. Building Information Modeling. BIM.

dibujo paramétrico y basado en objetos inteligentes en tres dimensiones. Revit provee una asociatividad completa de orden bidireccional, ya que cualquier cambio en algún lugar significa un cambio en el resto de lugares sin necesidad de intervención del usuario para realizar el cambio manualmente. El modelo BIM debe contener el ciclo de vida completo de la construcción el cual se hace posible mediante la base de datos relacional de arquitectura, a la que llaman el motor de cambios paramétricos. En este software colaboran diferentes disciplinas dentro del diseño arquitectónico y constructivo siendo las principales la arquitectura, estructura, mecánica, fontanería, electricidad y coordinación donde además se pueden desglosar subdisciplinas acorde a las necesidades del usuario.

Otro uso principal de Revit es la implementación del uso de fases que sirven para determinar el proceso de obra nueva o remodelación de un proyecto arquitectónico. Cada fase representa el proceso constructivo de un edificio tales como el trazo y nivelación, las cimentaciones, la estructura, la colocación de muros, las instalaciones, los acabados y materiales, etc.

PROGRAMAS | SOFTWARE

Centrándonos más en el aspecto tridimensional y en la posibilidad de hacer una arquitectura habitable en el ciberespacio, utilizaríamos además programas de creación 3D como 3ds Max o SketchUp, que hacen posible el diseño tridimensional ya sea a partir de planos previamente realizados o creando arquitecturas fantásticas que no se rigen por limitaciones físicas.

3ds Max de Autodesk es un programa de creación de gráficos y animación 3D. Su arquitectura se basa en *plugins* y es uno de los programas de animación 3D más utilizado especialmente para la creación de videojuegos, películas y arquitectura.

Sketchup es otro programa de modelado 3D basado en caras y superficies. Se usa tanto para arquitectura, ingeniería civil, planificación urbana, diseño industrial, películas y videojuegos. Es más fácil de usar que 3ds Max pero tiene más limitaciones a la hora de diseñar y animar objetos.

Tanto 3ds Max como Sketchup nos son útiles para el modelado 3D de nuestro diseño arquitectónico, pero se basan en objetos geométricos básicos. Para realizar diseños paramétricos debemos usar programas como Rhino y su plugin Grasshopper ya que se basan programar algoritmos generativos. Otros programas de diseño tridimensional son Blender, Maya o Zbrush, que usan superficies y metaballs para crear objetos 3D, entornos y espacios.

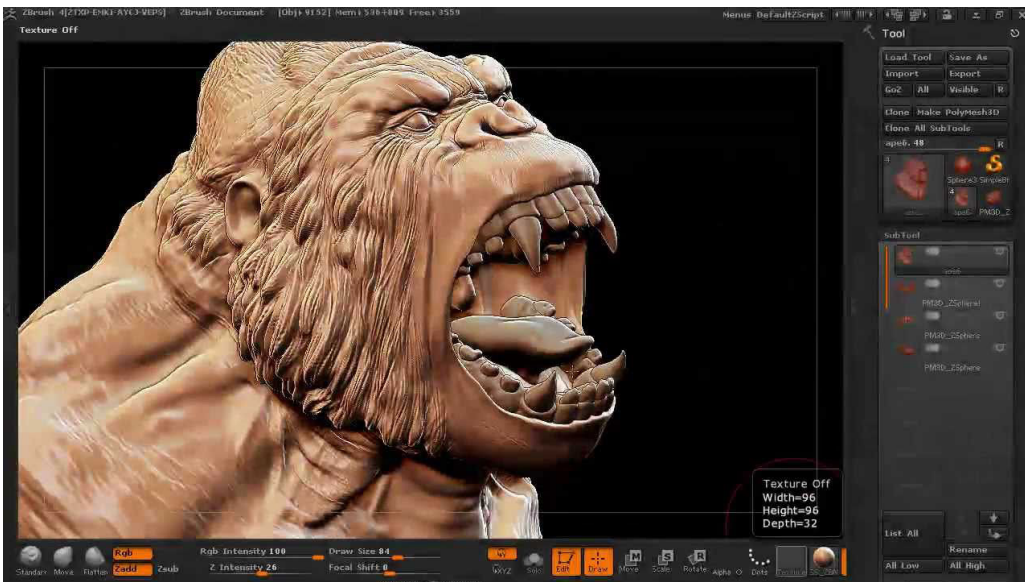
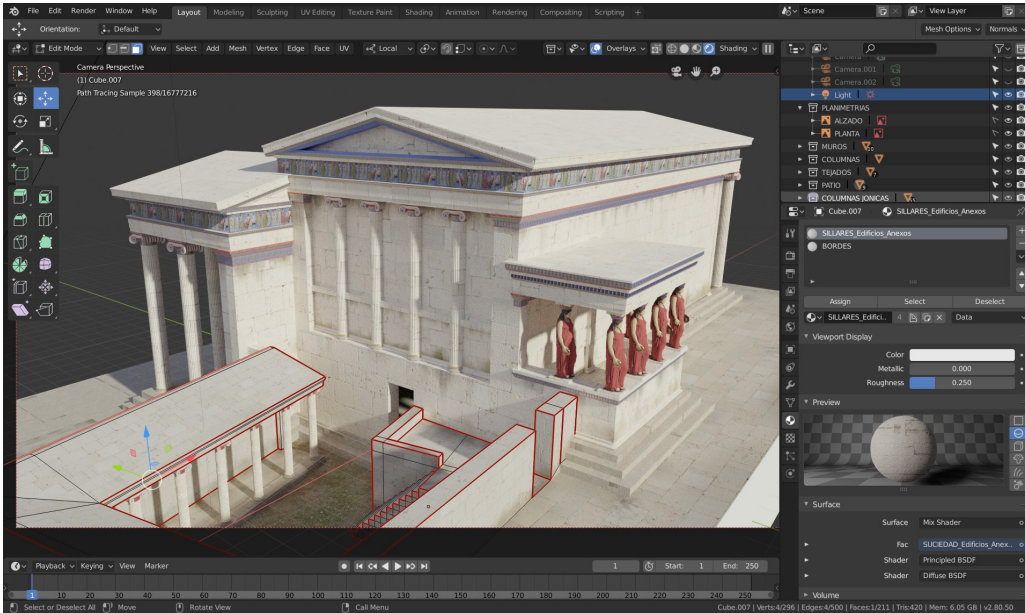
Blender es un programa dedicado especialmente al modelado, iluminación, animación, renderizado y creación de gráficos tridimensionales. Usa, al igual que Grasshopper, el editor basado en nodos y se usa, además de para arquitectura, para la edición de vídeo, escultura y pintura digital. Tiene un motor de juegos interno que permite el desarrollo de videojuegos únicamente mediante este programa. Es un software muy completo y es el único completamente gratuito.

Autodesk Maya es un programa informático dedicado al desarrollo de gráficos 3D por ordenador, animación y efectos especiales. Este programa se caracteriza por su potencia y sus posibilidades de ampliación y personalización de su interfaz y sus herramientas. Posee herramientas muy diversas para el modelado, la animación, renderización, simulación de tejidos y fluidos dinámicos. Es el único software de 3D que ha obtenido un Oscar gracias al impacto que ha tenido en la industria cinematográfica como herramienta de efectos visuales.

Zbrush es otro programa de modelado 3D, escultura y pintura digital que establece el estándar de la industria para la escultura digital gracias al planteamiento de su proceso creativo. Desarrollado por Pixologic, empezó como un programa que permitía crear pinturas digitales donde se podían insertar objetos 3D desde simples objetos geométricos primitivos hasta objetos importados de otras fuentes.

F.66 Interfaz del programa Blender. Menú de herramientas.

F.67 Interfaz del programa ZBrush. Menú de herramientas.



El programa fue evolucionando y en su versión 2.5 ya constituyó la clave que diferenciaba este software de otros; se usó para esculpir y detallar diferentes personajes de la segunda y tercera entrega de "El señor de los Anillos". Permite una escultura de alta resolución donde se puede comenzar esculpiendo y creando el personaje ideal primero en vez de empezar con las restricciones de una malla de base poligonal. Sus creadores lo definen como un software flexible para liberar a los artistas y es muy popular entre artistas 3D además de que ha tenido un fuerte impacto en las industrias de ilustración, cine, efectos visuales y videojuegos ya que es un software capaz de esculpir modelos muy detallados de una forma sencilla con grandes resultados. Sus características le permiten usar pinceles personalizables muy flexibles para dar forma, texturizar y pintar arcilla virtual en un entorno en tiempo real que proporciona una respuesta instantánea.

Zbrush le permite al artista construir modelos de todo tipo de una forma muy rápida. Es más conocido por sus figuras orgánicas aunque también tiene una variedad de funciones que son ideales para objetos mecánicos como son el corte y el pulido, basados en polígonos. Algunos de los juegos que han usado Zbrush en su creación son Gears of War, God of War, Assassins Creed y Fallout 4, entre otros.

F.68 Imagen 3D con wireframe superpuesto. 3ds Max.



MOTORES DE JUEGO | ENGINES

Además de los programas de modelado 3D existen los motores de videojuegos llamados *engines*. Un motor de juego es el software que le ofrece a los desarrolladores de videojuegos el conjunto de herramientas necesario para crear juegos de manera rápida y eficiente. Son los responsables de representar los gráficos y de la administración de la memoria, entre otras muchas opciones. Es la estructura que reúne todas las áreas básicas y, además, se pueden importar activos de otros programas tales como Maya o 3ds Max y ensamblar todo para formar entornos y escenas, agregar iluminación o audio, efectos especiales, animación e interacción. Posteriormente se edita, depura y optimiza todo el contenido para las plataformas de destino. Los motores de juegos proporcionan una arquitectura con capacidades de renderización de alto rendimiento para la mayoría de juegos, de manera que se consigue la máxima fidelidad visual. Generalmente contienen cinco componentes:

- El programa de juego principal que contiene la lógica del juego.
- Un motor de renderizado que se puede utilizar para generar gráficos animados en 3D.
- Un motor de audio que consiste en algoritmos relacionados con los sonidos. Se puede optar por diseñarlo desde cero empezando por la composición musical, los efectos de sonido y la actuación de voz y la postproducción, o se puede optar por comprar activos de sonido de diferentes plataformas especializadas que se pueden combinar y mezclar.
- Un motor de física para implementar leyes físicas dentro del sistema que proporciona los componentes que manejan la simulación física para que no haga falta codificar cada movimiento creado en la escena. Permite crear objetos que se comporten de una manera realista con tan solo unas cuantas líneas de código.
- Inteligencia artificial; un módulo diseñado para ser utilizado por ingenieros especialistas de software.

Hoy en día existe la posibilidad de jugar online para casi todos los juegos, que permite conectar con amigos u otros jugadores a través del ordenador, consola o dispositivo móvil. La interacción en red requiere servidores de mucha potencia, lo cual puede dar lugar a procesos complejos y muchos flujos de trabajo. Los motores de juego tienen en cuenta todos estos aspectos y cuentan con flujos de trabajo con la posibilidad de optimizar de la manera deseada para los juegos en línea.

Unreal Engine es uno de los motores de juego más conocido y usado. Desarrollado por Epic Games, su versión original fue lanzado en 1998 y hoy en día se sigue usando para algunos de los juegos más importantes cada año. Uno de sus aspectos más importantes es su habilidad de poder ser modificado para que cada juego tenga una experiencia única. Unity es otro de los motores de juego más conocidos. Permite crear contenido 3D de una forma interactiva de una forma muy sencilla. Puede usarse junto a los demás programas de creación 3D para recrear entornos tan realistas o idealistas como queramos.

F.69 Arquitectura creada con 3ds Max y modelo importado en Unity.

F.70 Superposición del wireframe sobre el modelo con texturas. 3ds Max y Unity.





Después de ver la forma en la que podemos crear arquitectura que ocupa un lugar en el ciberespacio, tiene una aplicación directa al espacio físico. La arquitectura que creamos mediante diferentes programas tiene su plasmación en el mundo físico que podemos tocar y experimentar en persona.

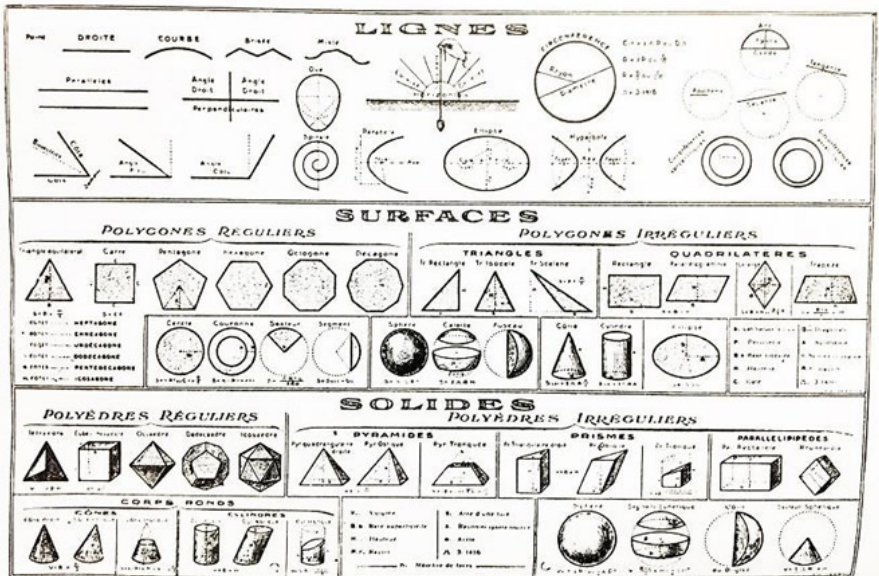
El nuevo estilo de arquitectura de esta época se llama parametricismo, una nueva arquitectura en continuo desarrollo proyectada mediante el modelado asociativo con algoritmos. Consiste en escribir una secuencia lógica de pasos en un lenguaje visual o textual que nos permite, además de la construcción de relaciones geométricas, asociar propiedades físicas de los materiales con los que diseñamos en relación con las restricciones y posibilidades de su realización, construcción o fabricación. Todo el proceso de creación es editable y variable siempre manteniendo la lógica de diseño y con una infinidad de posibles soluciones. El modelado asociativo con algoritmos permite expandir los límites de la arquitectura creando relaciones con otros campos y conocimientos.

APLICACIÓN AL ESPACIO FÍSICO

PARAMETRICISMO

La capacidad de resolución de problemas en el ámbito de la arquitectura ha avanzado considerablemente a través del avance de los recursos geométricos. A la hora de diseñar una obra influyen muchos factores y aspectos, donde uno de los primeros recursos utilizados para empezar a diseñar es la geometría. El diseño de la geometría del edificio no abarca la totalidad de las tareas de diseño, pero sí está muy involucrada en la mayoría de las tomas de decisiones del diseño arquitectónico.

El uso de la geometría como tal es la primera etapa de la historia que comienza con el antiguo Egipto. Los antiguos griegos lograron un avance considerable tanto en la ciencia de la geometría como en su aplicación a la arquitectura. Durante la mayor parte de la historia, la arquitectura utilizó sólo una pequeña parte de todas las posibilidades geométricas.



Printed on the backs of copy-books issued to the elementary schools of France. This is geometry.

La utilización de esta geometría básica duró hasta el siglo XX cuando Le Corbusier aún podía convencer al mundo de que todo en la arquitectura se trataba de componer con los sólidos platónicos más simples. En las primeras páginas de su obra "The city of tomorrow and its planning"²¹ elogia la geometría, donde dice que la geometría es la base de todo diseño, basando todo en la composición geométrica, escribiendo: "La edad en la que vivimos es esencialmente geométrica". Para Le Corbusier, la geometría es el medio del orden, el dominio del hombre sobre la naturaleza. Elogia la línea recta y el ángulo recto como medio por el cual el hombre conquista y va más allá de la naturaleza, "el hombre camina en línea recta porque tiene un objetivo y sabe a dónde va; ha decidido llegar a algún lugar en particular y va directo hacia él"²². Admira profundamente el orden urbano de los romanos y rechaza el apego sentimental a la irregularidad de las ciudades medievales. Según él, "la curva es ruinosa, difícil y peligrosa, es una cosa paralizadora". Insiste en que todo en cuanto a arquitectura y urbanismo debe ordenarse; las casas, las calles y las ciudades.

La geometría puede formularse como la base de la arquitectura, pero una geometría tan racional como la de Le Corbusier, basándose solamente en líneas rectas y ángulos rectos, presenta una limitación. No es su insistencia en el orden sino su concepto limitado del orden en términos de geometría clásica.

Sus ideas están totalmente en contraposición a las de Frei Otto y la teoría de la complejidad o teoría del caos. La investigación de Frei Otto nos ha enseñado a reconocer, medir y simular los patrones ordenados tan complejos que emergen de la auto organización y de los procesos de evolución. Por ejemplo, las tipologías urbanas y los patrones que resultan de los procesos de asentamiento no planificados ahora se pueden analizar y podemos estudiar su lógica racional oculta.

Le Corbusier se dio cuenta de que "aunque la naturaleza se nos presenta como un caos, el espíritu que anima a la naturaleza es un espíritu de orden". La ciencia de su época presentaba una limitación en cuanto a su comprensión del orden de la naturaleza, careciendo de los conceptos y herramientas computacionales que hoy en día pueden revelar el

21. "The city of tomorrow and its planning". La ciudad del mañana y su planificación, 1929.

22. Cita sacada de "The city of tomorrow and its planning", 1929.

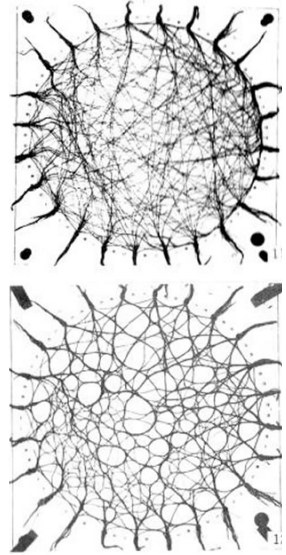
F.71 Sacado del prólogo de "The City of tomorrow and its planning", Le Corbusier.

complejo orden geométrico de los patrones. Frei Otto, siendo el pionero en la demostración de la teoría del caos, hizo un modelo de simulación física²³ hecho a partir de una red de hilos de lana. Dependiendo del parámetro de la longitud del hilo el aparato a través de la fusión de hilos, calcula una solución que reduce de manera significativa la longitud total del sistema manteniendo el factor de desviación bajo.

En las obras de Alberti, el diseño arquitectónico se identifica íntimamente con la geometría, el conjunto de líneas y la distribución de ángulos, en contraste con la preocupación del constructor por la realización del material.

Todos los estilos arquitectónicos desde la antigüedad, incluido el modernismo, se han centrado en el control geométrico a través de sólidos geométricos simples tales como cubos, prismas rectangulares, cilindros, pirámides y esferas. Antes del modernismo, la composición y subdivisión de estos sólidos geométricos estaban aún más controladas por la simetría y proporción. Desde la modernidad, las asimetría y las proporciones arbitrarias se hicieron más viables y el posmodernismo y deconstructivismo apuntan a una mayor complejidad. A pesar de basarse aún en los mismos elementos básicos, estos estilos más recientes permiten nuevas formas de combinar los elementos geométricos básicos a través de la aglomeración aleatoria, la sustracción y la intersección. El único estilo que desafía esta filosofía arquitectónica básica es el conocido como parametricismo.

Cabe definir, primeramente, el término **parametricismo** tan usado los últimos años. Este nuevo estilo dentro de la arquitectura contemporánea es la abstracción de una idea o concepto relacionado con los procesos geométricos y matemáticos, que nos permiten manipular con mayor precisión nuestro diseño para llegar a resultados óptimos. Consiste en la modelación avanzada en tres dimensiones donde el uso de nuevos programas, herramientas y técnicas construyen los recursos digitales para el diseño y sin los cuales los espacios físicos construidos no podrían entenderse. Su objetivo, pues, es obtener nuevos modelos urbanos y arquitectónicos que respondan a la complejidad de la sociedad actual formada por



F.72 Modelo de simulación física a partir de una red de hilos de lana, Frei Otto. Stuttgart, 1991.

23. Modelo en el Instituto de Estructuras Ligeras de Frei Otto (ILEK).

numerosas capas y continuamente diferenciadas.

Cuando hablamos de la geometría de un espacio o de una obra tenemos en cuenta las formas geométricas como los aspectos del mundo material. Estos aspectos se preparan para la manipulación del diseño a través de los diferentes medios de diseño tales como planimetrías, dibujos o modelos gráficos computacionales, mediante la ciencia matemática y la técnica de la geometría. Por tanto, se pueden tener en cuenta varios de las técnicas geométricas como recurso de diseño. Los dibujos y modelos que generamos a la hora de diseñar debemos considerarlos como simulaciones que permiten al diseñador determinar algunos aspectos claves del rendimiento de la obra diseñada.

Hoy en día, la complejidad de las tareas del arquitecto y las infinitas posibilidades de creación requieren un repertorio geométrico más amplio y extenso. Históricamente, los recursos geométricos han avanzado más lentamente con respecto a los últimos años, donde los cambios han sido más radicales y notables. Todos estos avances geométricos se sustentan en la revolución que se está produciendo en la arquitectura a medida que el parametricismo prolifera como el nuevo estilo de la época, tanto en diseño como en arquitectura y urbanismo.

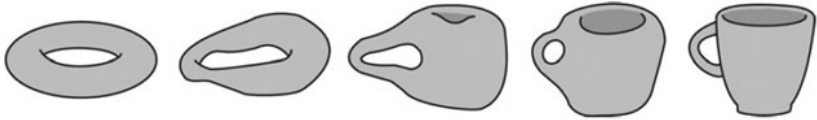
En 1994 el diseño digital fue promovido por la introducción de los "estudios sin papel", donde las *splines* y *nurbs* se convirtieron en las bases del nuevo estilo arquitectónico llamado *Folding*, el cual progresó con rapidez y 15 años más tarde fue renombrado *parametrismo*.

Hoy en día podemos diferenciar varios subestilos, los cuales son el *Foldism*, *Blobism*, *Swarmism* y *Tectonism*.

Las posibilidades geométricas llegaron a la arquitectura en la década de los 1990 con la introducción de herramientas de diseño digital basadas en el cálculo. La nueva herramienta clave fue la *spline* en la forma de la curva de Bézier y su extensión a las superficies llamadas *nurbs*.

El parametricismo, por tanto, incluye nuevas entidades geométricas no vistas antes. Este cambio radical en la realización del diseño podría caracterizarse

como el cambio “de la tipología a la topología”. Este fenómeno indica que el diseño arquitectónico está preparado para trabajar con una gama amplia de formas arquitectónicas que salen fuera del repertorio restringido que limita la arquitectura a unas figuras geométricas típicas como son los cilindros o cubos. La topología, por tanto, representa la variabilidad flexible y adaptable, no existente anteriormente. En matemáticas, la topología se refiere a las propiedades espaciales que se conservan bajo las deformaciones que puede haber sufrido una superficie o un objeto. Un donut y una taza de café son topológicamente el mismo objeto geométrico, donde uno puede deformarse en el otro sin cortar la superficie o pegarse a sí mismo. Este proceso se conoce como “transformación” y ha sido una inspiración en los primeros días del movimiento del parametricismo. Dos formas, por muy diferentes que sean, se pueden transformar entre sí siempre que tengan la misma topología.



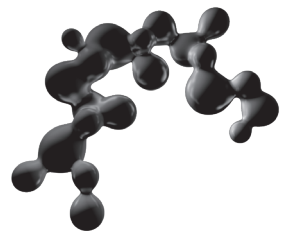
Las nuevas técnicas de diseño digital basadas en las *splines* posibilitan la creación de formas mucho más orgánicas y variadas, en las que se basa esta nueva arquitectura. Uno de los primeros ejemplos de este nuevo estilo ya consolidado es la **Terminal Internacional de Pasajeros de Yokohama** diseñada por el estudio inglés FOA (Foreign Office Architects) en 1995 y terminada en 2002.

F.73 Serie de morphing. Transformación con misma topología.

F.74 Terminal Internacional de Pasajeros de Yokohama, FOA. 1995-2002.

Después de la incorporación de las geometrías *spline* y *nurb* a las herramientas de trabajo, el nuevo estilo siguió evolucionando introduciendo las polisuperficies isomorfas. Son nuevos sistemas de diseño más dinámico donde las superficies con las que se trabaja están definidas por una especie de “burbujas” que pueden fusionarse o desviarse entre sí dependiendo de su proximidad. Un sistema de polisuperficies isomorfas (*blobs*) es mucho más complejo y da la sensación de más dinámico que

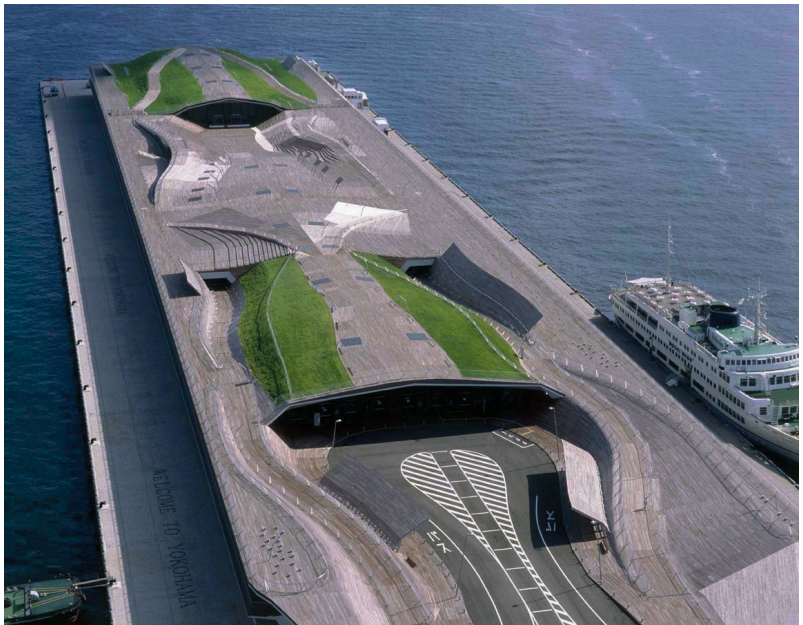
F.75 Meta-balls, Jim Blinn.



las *splines* y *nurbs* anteriores. Aquí es cuando se introduce el concepto de *blobs* propio del arquitecto ganador del Golden Lion en la Bienal de Arquitectura de Viena en 2008 Greg Lynn, el primero en usar los *meta-balls* en la arquitectura. Esta técnica de renderizado de *meta-balls* fue inventado por Jim Blinn, un científico informático conocido por su trabajo como experto en gráficos por ordenador en la NASA. Con este nuevo término *meta-balls*, una herramienta del programa de animación WaveFront, se refiere a estas "burbujas" mencionadas antes, con los que se produce un cambio en la concepción de la arquitectura creada.

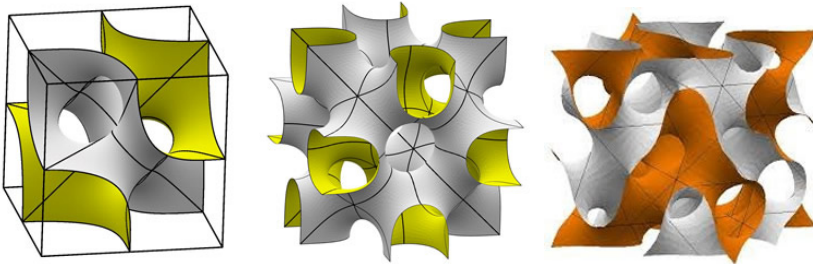
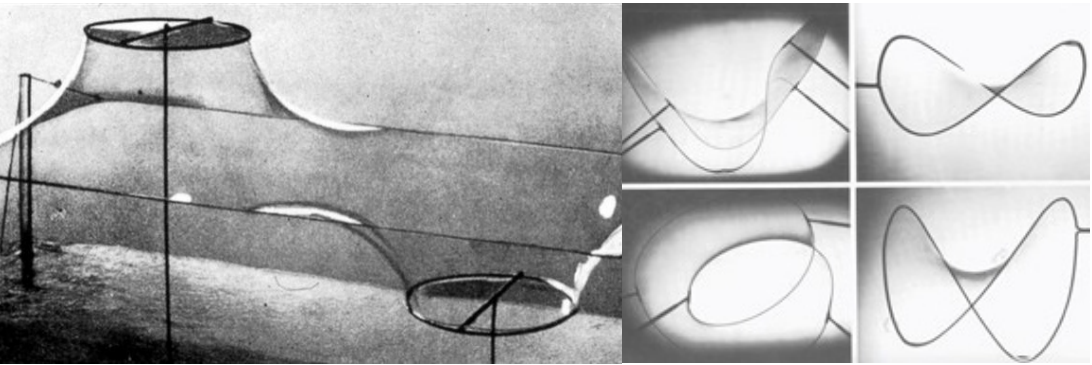
Estos blobs son polisuperficies isomorfas y tienen un centro, un área de superficie, una masa que está en relación con otros objetos y además están rodeadas por dos halos de influencia donde uno define la zona de fusión y el otro la zona de inflexión. El uso de estos *blobs* genera un diseño mucho más complejo debido a que los parámetros y algoritmos usados son más extensos.

Las composiciones hechas con este sistema de polisuperficies isomorfas generan una nueva lógica en cuanto a organización, mucho más compleja y versátil comparado con todo lo hecho anteriormente.



Dentro del proceso de diseño los algoritmos cada vez pueden generar superficies más complejas. Las superficies mínimas son superficies de área de superficie mínima cuya curvatura media es cero. Frei Otto es el único precursor verdadero del parametricismo y el Tectonism, uno de los subestilos del parametricismo, y ha experimentado con las superficies mínimas a través de burbujas y superficies de jabón. Su estudio para descubrir formas óptimas para estructuras de tracción en relación con las condiciones del contorno se basa en sus experimentos con estas superficies de jabón y su relación unas con otras.

F.76 Estudio de superficies mínimas. Frei Otto.

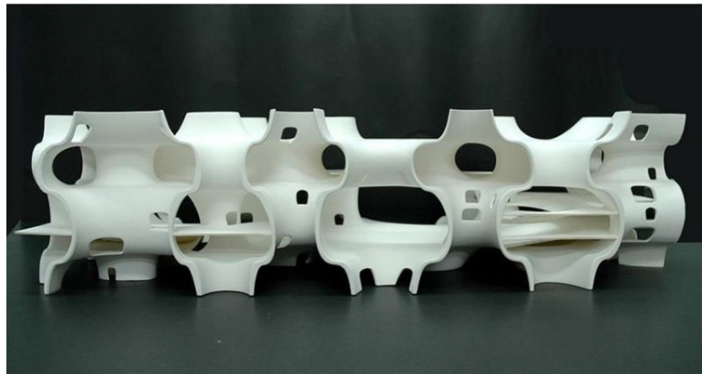
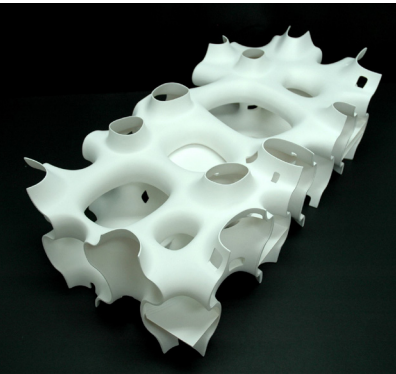


A partir de este estudio de superficies mínimas se llega a las llamadas superficies mínimas periódicas triples (TPMS) que se extienden infinitamente sin intersecciones. Estas superficies dividen el espacio en dos regiones separadas pero donde cada una es continua. Esta topología nueva relaciona y organiza dos redes de espacios. El ejemplo más claro puesto

F.77 Superficies mínimas periódicas triples, TPMS.

F.78 Ópera Metropolitana de Taichung, Taiwán.
Toyo Ito.
Modelos tridimensionales de superficies mínimas y fotografía de la obra física.

en práctica es la **Ópera Metropolitana de Taichung** en Taiwán de Toyo Ito donde se ve la geometría de superficie mínima se ve claramente en el modelo de sección. El espacio que se separa en dos regiones mediante las superficies mínimas corresponden una a los espacios de vestíbulo público y la otra a los espacios de actuación de la ópera, existiendo perforaciones en los límites para permitir la comunicación y conexión entre los dos dominios.



Actualmente la arquitectura paramétrica se desarrolla mediante el modelado asociativo. Esto consiste en el modelado mediante algoritmos desarrollando asociaciones geométricas las cuales permiten acceder no únicamente a una sola forma que da una solución, sino a un conjunto o familia de formas que cumplen con la lógica geométrica definida, posibilitando la obtención de múltiples soluciones. Este modelado asociativo se hace mediante el programa Grasshopper, el editor de algoritmos de Rhinoceros 3D. Es el software de diseño paramétrico más utilizado, donde Grasshopper se ejecuta como plug in dentro de Rhinoceros. No precisa experiencia en programación o codificación, lo cual facilita su uso y permite crear diseños paramétricos a partir de componentes generadores de lo más complejos.

Esta herramienta digital configura modelos paramétricos como redes de elementos interdependientes, donde la red de relaciones se configura y visualiza gráficamente para que el diseñador pueda realizar un seguimiento e intervenir en la red relacional que está diseñando.

Durante los últimos años han creado una serie de complementos muy potentes para Rhino y Grasshopper que proporcionan un nuevo nivel de inteligencia geométrica algorítmica al diseñador. Estos complementos traducen la inteligencia de ingeniería en restricciones geométricas a través de las simulaciones geométricas de comportamientos físicos parecidos a los que ha explorado Frei Otto con sus estudios de búsqueda de formas.

El lenguaje de diseño paramétrico se basa, pues, en la integración de la intención de diseño y una documentación de diseño precisa y eficiente. Esto se logra a través de la codificación del proyecto como si fuera un conjunto de operaciones geométricas relacionadas e interconectadas, en las que las soluciones de diseño se pueden generar con rapidez controlando geometrías y parámetros.

Todo diseño realizado mediante programas de este tipo consiste en las relaciones existentes entre los diferentes elementos de la composición. De esta forma, el modelo de diseño paramétrico se concibe como una red de relaciones o dependencias.

La identidad del diseño paramétrico se basa en su topología más que en su forma y presenta una maleabilidad que presenta la ventaja de poder realizar continuamente ajustes de diseño a medida que avanza el diseño, además del amplio abanico de opciones y variaciones. Podemos definir el modelo paramétrico como un plan de construcción general, desde el cual se pueden generar muchas versiones diferentes.

PARAMETRICISMO COMO ARQUITECTURA ACTUAL

La arquitectura paramétrica es el resultado directo de todos estos años de estudio de búsqueda de formas y cálculos de material, transformando toda esta red de elementos interdependientes que nos crea el programa de modelación algorítmica en una arquitectura física construida.

Los dibujos, planos y modelos tridimensionales han de considerarse simulaciones que permiten al diseñador anticipar y determinar aspectos clave del edificio diseñado.

Cada vez el arquitecto tiene en su poder el conocimiento de más técnicas de diseño y de geometría computacional. Los avances en cuanto a programas y técnicas nuevas se producen a un ritmo elevado, y estos avances geométricos dan lugar a una revolución arquitectónica donde el parametricismo prolifera como nuevo estilo dentro de la arquitectura contemporánea.

Estas nuevas herramientas ayudan a mantener la idea y aspiración inicial del diseño durante el resto de fases del proyecto. El proceso de modelado paramétrico mejora la eficiencia del flujo de trabajo y la toma de decisiones de diseño se produce más rápido.

Las técnicas de modelado paramétrico benefician el proyecto ya que el modelo de diseño digital se puede adaptar y amoldar según necesidad en cualquier fase de proyecto así como en fase de construcción, cuando se producen condiciones adicionales in situ. Por esta razón es preciso desarrollar

y documentar detalladamente los proyectos que se producen mediante plataformas de coordinación geométrica como Digital Project y Revit. Con estos programas los cambios realizados se pueden visualizar rápidamente en dibujos 2D o modelos en 3D y de esta forma determinar el impacto del cambio en el proyecto. La coordinación de procesos digitales también beneficia a los proyectos de rápida ejecución que se diseñan a distancia, permitiéndose de esta forma trabajar en varias cosas a la vez y desde diferentes lugares del mundo además de la posibilidad de trabajar varios arquitectos en un mismo proyecto.

Las obras más significativas separadas por arquitectos de esta nueva arquitectura hecha mediante algoritmos donde se producen asociaciones geométricas son las siguientes:

ESPACIOS FÍSICOS CONSTRUIDOS | obras tangibles

JEAN NOUVEL

Es un arquitecto francés nacido en 1945 cuyos proyectos son singulares y conocidos en todo el mundo, lo que le ha llevado a ganar numerosos premios y concursos. Su trabajo se caracteriza por posturas comprometidas y un enfoque contextual que desafía la noción de estilo.

Una de sus obras más significativas es la **Filarmónica de París**.

Obra realizada en 2007

Área efectiva: 42000 m²

Superficie construida: 9000 m²

El programa consiste en una sala filarmónica con 2400 asientos, salas de ensayo, un centro administrativo de la Philharmonie de París, un centro educativo, espacios de exhibición, un restaurante y cervecería y diversas tiendas.

El proyecto se basa en la armonía urbana, produciéndose una relación armoniosa entre el Parque

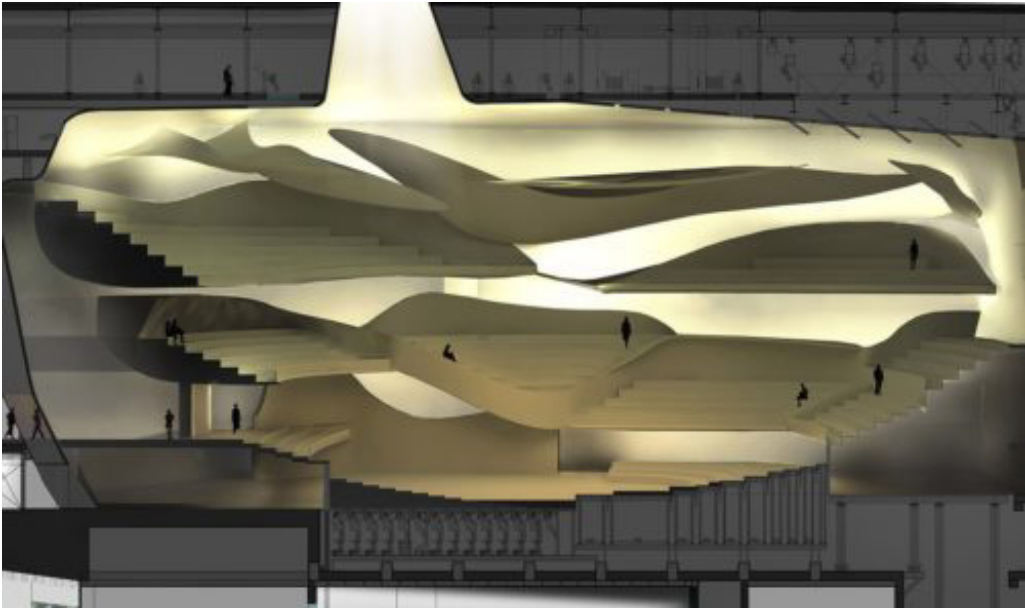
F.79 Sección longitudinal del interior de la sala filarmónica de París. Jean Nouvel.

de la Villette, la Cité de la Musique y la carretera de circunvalación. Esta obra presenta una arquitectura de reflejos mediante su relieve además de crear un espacio abierto que invita a entrar y experimentar la música. El tratamiento del exterior trata de devolverle el brillo al concierto. Tiene una estética fuerte pero tranquila, marcada por el aluminio moldeado con tonos nacarados, con gran delicadeza pero con gran presencia.

El vestíbulo y los espacios abiertos ofrecen el placer de reunirse, de pasear por las tiendas, de sentarse a comer algo en los restaurantes que dan al jardín o de leer en los espacios de estar.

La sala filarmónica está compuesta por diferentes capas suspendidas que evocan capas intangibles de música que envuelven a los oyentes. Los asientos están situados en balcones sinuosos suspendidos que evocan la sensación de estar rodeados de música y luz.

En toda la obra se produce una experiencia inmersiva desde que paseas por su exterior hasta estar dentro de la sala filarmónica.



F.80 Imagen interior
de la sala filarmónica.
Balcones con diseño
paramétrico.
Jean Nouvel.



El **Museo nacional de Catar** en Doha es otra de sus obras paramétricas significativas por la cual recibió el Premio MIPIM en la categoría "Mejor proyecto futuro" en 2018.

En construcción desde 2008
Área efectiva: 30000 m²
Superficie construida: 40000 m²

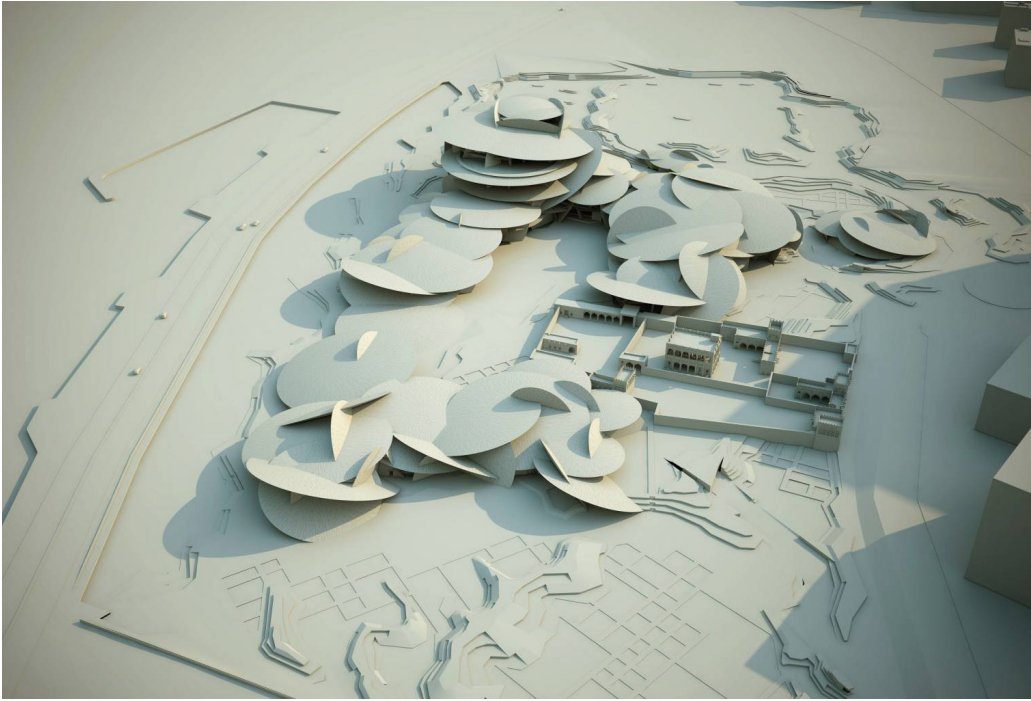
El programa consiste en un área de exposición permanente, un espacio de exposición temporal, un auditorio de 220 asientos, dos cafeterías, un restaurante, una boutique, un centro de investigación, laboratorios de catering, zona de administración y un parque público.

El propio Jean Nouvel define este proyecto como la realización de una identificación de la identidad mutante del país. Con la realización de esta obra pretende dar testimonio de la geografía física, humana y económica además de la historia del país.

El proyecto se construye en el ámbito de un palacio modesto y simple que se encuentra en la entrada sur de la ciudad, que es la puerta urbana más popular que recibe los visitantes del aeropuerto. La construcción se realiza con las técnicas más contemporáneas: acero, vidrio y fibra de hormigón y su estructura se asemeja a las cristalizaciones del desierto. Todo el proyecto trata de acercar al visitante al mar y al desierto, identificando la geografía del lugar y su emplazamiento.

F.81 Maqueta del Museo Nacional de Catar. Jean Nouvel.

F.82 Fotografía de la obra en construcción. Museo Nacional de Catar. Jean Nouvel.



El **Louvre Abu Dhabi** en los Emiratos Árabes es una obra que fue influenciada por los cambios que presenta el clima. Como se puede ver, Jean Nouvel tiene muy en cuenta las condiciones geográficas del lugar, su emplazamiento y su entorno para el diseño de sus obras. En esta obra su objetivo es crear un mundo acogedor y sereno, con confort ambiental mediante luces y sombras.

Comienzo de obra: 2006, finalizada en 2017
Superficie: 97000 m²

“El museo y el mar”. El programa consiste en una serie de galerías de exposiciones permanentes, espacios de exposición temporal, un museo infantil, un auditorio, talleres de restauración, varios espacios públicos, un edificio administrativo, un restaurante y cafetería y una boutique.

Se asemeja a un archipiélago construido en el mar protegido por un paraguas que crea una lluvia de luces y sombras. La doble cúpula tiene 180 metros de diámetro, una geometría plana y radiante perfecta, perforada en un material de tejido aleatorio. Crea una sombra salpicada por el sol que ambienta el lugar y da la sensación de liviandad. Se presenta como un refugio de luz y sombras durante el día y por la noche este paisaje protegido es un oasis de luz bajo la cúpula.

F.83 Planimetría texturizada, Louvre Abu Dhabi. Jean Nouvel.

F.84 Imagen de los volúmenes rectangulares interiores con cobertura de la cúpula con diseño paramétrico. Louvre Abu Dhabi, Jean Nouvel.





STUDIO FUKSAS

Este estudio dirigido por Massimiliano y Doriana Fuksas ha desarrollado un enfoque innovador a través de una variedad amplia de proyectos en los últimos 40 años. Han realizado proyectos de todo tipo, desde intervenciones urbanas y aeropuertos a museos, centros culturales y espacios para música, entre otros. Han recibido numerosos premios internacionales y cabe destacar su obra del **Palacio de Congresos de Roma** como obra de arquitectura paramétrica por excelencia.

El estudio le ha dado el nombre de "Nuvola" o "La nube" a esta obra liviana que parece estar flotando en el interior de la estructura principal.

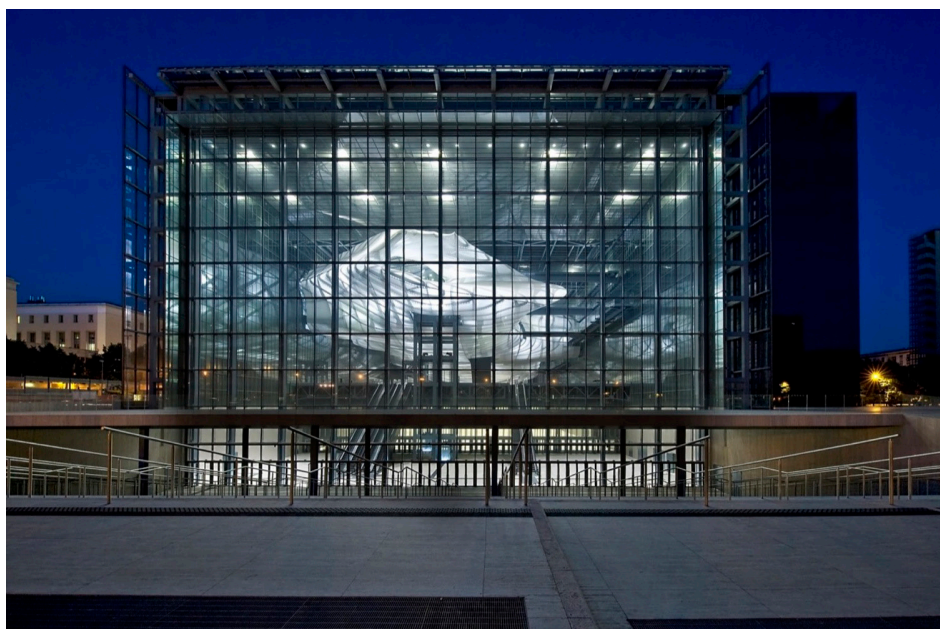
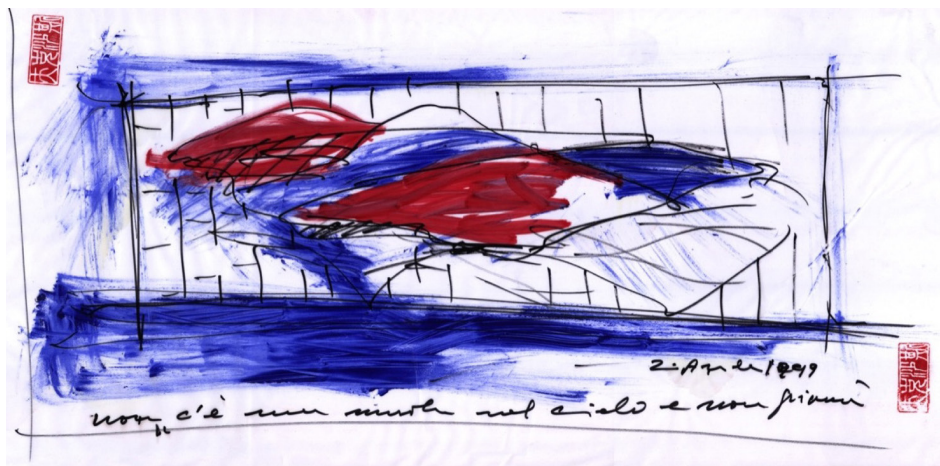
Obra realizada en 2016
Área efectiva: 55000 m²

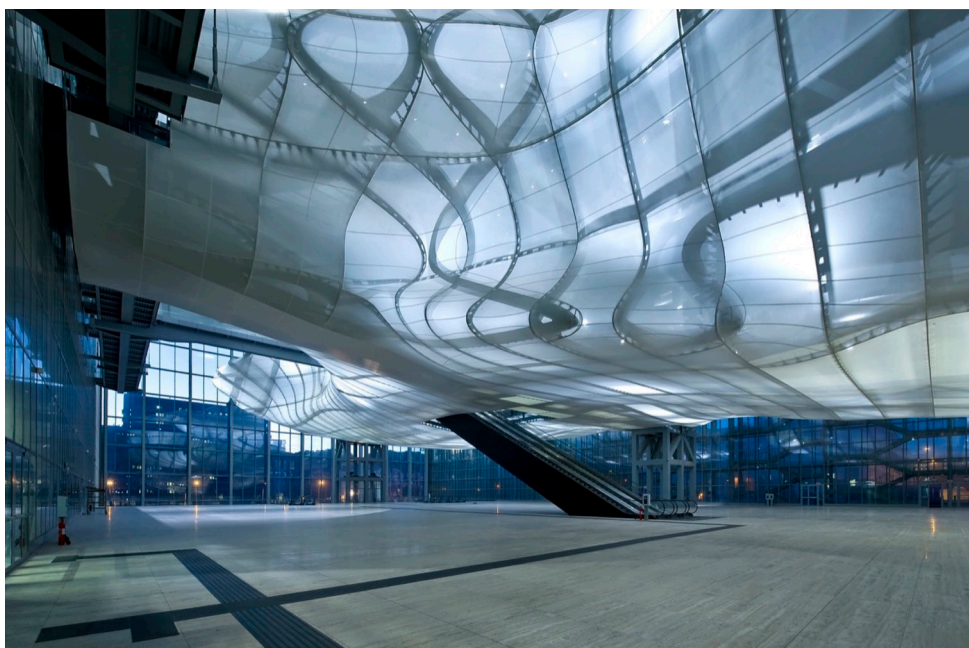
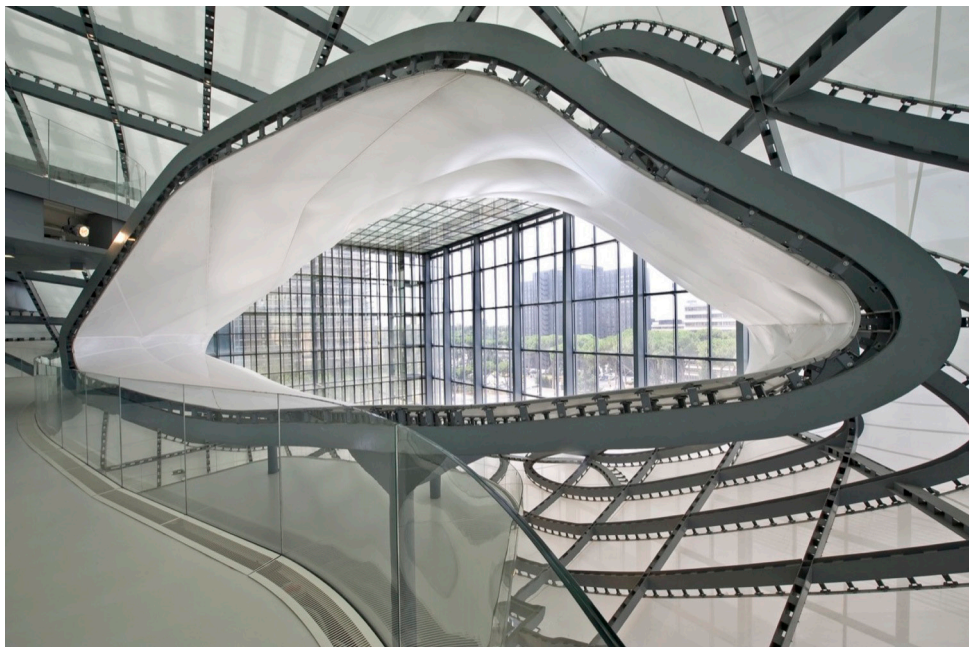
El edificio sigue las líneas ortogonales de la arquitectura circundante del sur del centro de la ciudad donde está ubicado y se compone de tres conceptos arquitectónicos diferentes: la "Theca", la "Nube" y la "Lámina".

En la planta del sótano se encuentra una amplia sala de congresos y de exposiciones para un máximo de 6000 personas. Siguiendo esta línea, La "Theca" se refiere al exterior y la fachada del salón de convenciones y hotel los cuales están hechos de metal, vidrio y hormigón reforzado. En su interior se encuentran 7800 m² de espacio público para albergar conferencias públicas y privadas, exposiciones y eventos de gran escala.

F.845 Dibujo original de Studio Fuksas. Estructura exterior con nube flotante interior y plataformas.

F.86 Fotografía del exterior del Palacio de Congresos de Roma.





F.87 Interior de la Nube. Estructura y recubrimiento.

F.88 Visión de la nube desde el vestíbulo.

Suspendida dentro de la "Theca" está la "Nube", una estructura independiente cubierta de 15000 m² de fibra de membrana de vidrio y silicona ifnífuga que se soporta lateralmente en varios puntos de la estructura exterior, la "Theca". La interacción entre estos dos espacios es fundamental y simboliza la conexión entre la ciudad y el centro de convenciones.

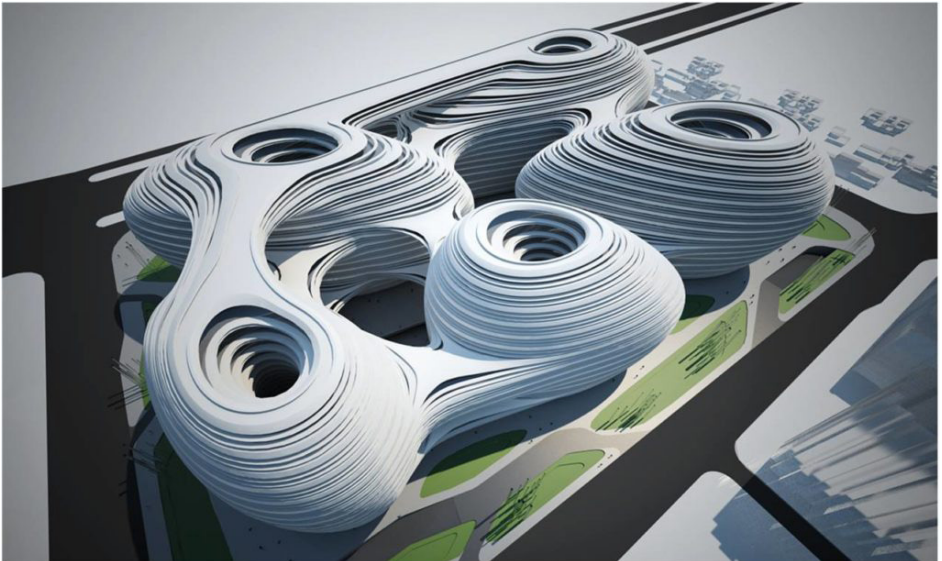
Para acceder a la "Nube" hay que pasar por el "Forum", la pasarela principal que une las dos estructuras. La "Nube" consta de cinco niveles unidos por pasarelas y escaleras mecánicas que conducen al auditorio de 1800 asientos. El auditorio dentro de la "Nube" está revestido de paneles de madera de cerezo para evitar la interferencia sonora con el resto de los espacios.

El último concepto es la "Lámina", un edificio autónomo de 17 plantas que contiene el hotel. Todos los espacios están diseñados con mucha flexibilidad, son intercambiables entre sí y pueden ser modificados según el uso requerido, ya sean pequeños o grandes eventos.

ZAHA HADID ARCHITECTS

Zaha Hadid Architects (ZHA) es un estudio de arquitectura que trabaja a nivel internacional con numerosos proyectos en fase de desarrollo y construcción y tiene muchísimas obras realizadas en todo el mundo. Ha recibido numerosos premios prestigiosos de arquitectura por diversos proyectos, ya que la arquitectura realizada por este estudio tiene una preocupación por la tecnología, la geometría, su representación y la materialización en formas físicas. Su lenguaje de diseño se ha centrado en ideas de proyecto de formas dinámicas. Estas aspiraciones de diseño requieren habilidades informáticas más allá del CAD o el 3D, tratándose por tanto de arquitectura paramétrica. El equipo de ZHA, por ejemplo, tiene una base de conocimiento en CAD-BIM (Revit), modelado paramétrico en 3D (Maya, Grashopper de Rhinoceros y Digital Project), lenguaje de programación y coordinación digital en el proceso constructivo de proyectos.

F.89 Modelo tridimensional de la Galaxy Soho en Pekín. Zaha Hadid Architects. Desarrollo mediante meta-balls.



Galaxy Soho en Pekín, China, es una obra realizada por el estudio de Zaha Hadid Architects en 2012 hecha con *meta-balls*. Los dos arquitectos a cargo de esta obra fueron Zaha Hadid y Patrik Schumacher, el arquitecto principal y actualmente director del estudio.

Área: 330000 m²

El programa consiste en oficinas, comercios y centro de entretenimiento. El proyecto se basa en la continuidad curvilínea, ya que se produce una imagen panorámica de un sólo volumen fluido en todo su recorrido a pesar de componerse de cinco volúmenes separados que se conectan mediante pasarelas. Las diferentes funciones dentro del edificio se conectan mediante espacios interiores íntimos que están en continua relación con la ciudad.

Los volúmenes generan fluidez y movimiento entre ellos y las plataformas varían para generar sensaciones de inmersión en los espacios.

F.90 Fotografías de las líneas curvilíneas exteriores. Galaxy Soho, Pekín. Zaha Hadid Architects.



La **Plaza Dongdaemun** en Seúl, Corea del Sur, es un claro ejemplo de arquitectura paramétrica. Es el primer proyecto público en Corea en utilizar la modelación 3D, BIM y otras herramientas digitales en la construcción. En el proceso de diseño, todos los requisitos del edificio fueron tomados en consideración como un conjunto de relaciones espaciales relacionadas entre sí. Estas relaciones definen la organización del espacio, los requisitos del programa y la ingeniería. Con el software de modelado de información de construcción paramétrico se consigue probar y adaptar el diseño continuamente, además de integrar los requisitos de ingeniería y construcción necesarios.

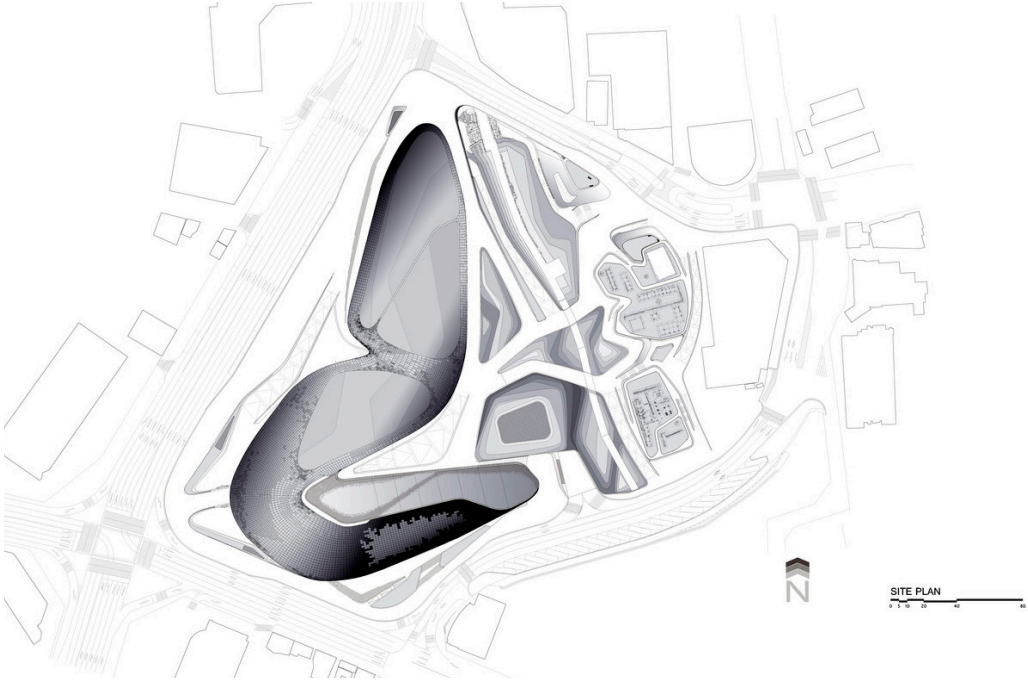
La envolvente exterior de esta obra se compone por más de 45.000 paneles de diferentes tamaños y grados de curvatura. Para conseguir este sistema de revestimiento de fachadas no se ha podido usar otro que los recursos de modelado paramétrico generando un proceso de conformación de metales y la fabricación de los mismos. No habría sido posible crear este tipo de arquitectura sin las nuevas herramientas digitales de las que disponemos hoy en día.

A lo largo del proceso de construcción, el revestimiento exterior se ajustó para incorporar diversos controles de fabricación y de costos, manteniendo siempre la integridad del diseño original. Toda la fachada incorpora un patrón de píxeles y perforación, creando un efecto visual de dinamismo dependiendo de la iluminación y de los cambios de estación.

El parametricismo proyecta una arquitectura física hecha de una forma digital mediante parámetros y algoritmos. La arquitectura paramétrica, por tanto, puede considerarse la forma de habitar el ciberespacio aplicado al espacio físico; la plasmación física de todo aquello creado de forma digital mediante las técnicas, recursos y herramientas a nuestro alcance gracias a los programas de inteligencia geométrica algorítmica.

F.91 Planta de cubiertas de la Plaza Dongdaemun, Seúl, Corea del Sur. Zaha Hadid Architects.

F.92 Patrón de píxeles de la envolvente exterior. Superficies paramétricas exteriores. Plaza Dongdaemun, Seúl, Corea del Sur. Zaha Hadid Architects.



CONCLUSIONES

De los teóricos hemos aprendido que para poder habitar necesitamos construir; construir un entorno seguro, un espacio en el que existir y en el que vivir. Esto se hace posible mediante la arquitectura en sus distintas variantes, teniendo en cuenta las aplicaciones que tiene en los diferentes ámbitos.

A su vez, para habitar se precisa un lugar del mismo modo que sin el habitar no hay lugar. Ese lugar o espacio es flexible y transformable según nuestras necesidades de forma que está a la espera de su uso para conformarse como espacio habitable y habitado, indiferentemente de ser un espacio físico o un ciberespacio.

El ciberespacio, por tanto, es un espacio intangible cambiante según las acciones que realicemos y donde todo lo imaginable es posible.

La arquitectura líquida que se usa para habitar el ciberespacio es una arquitectura viva y dinámica, tan flexible como el espacio en el que se encuentra. Del mismo modo que el espacio requiere las necesidades de sus usuarios para conformarse, la arquitectura precisa del usuario para ser de una forma o de otra.

El lugar que ocupamos en el espacio, sea físico o digital, constituye nuestro sitio personal donde nos desarrollamos y donde interactuamos con otras personas. De la misma forma que en el espacio físico, en el ciberespacio hay todo tipo de interacciones y nos podemos relacionar con otras personas. Para esto existen los avatares, nuestra representación del yo físico en el mundo virtual. Mediante nuestro avatar podemos viajar por el ciberespacio y encontrarnos con otras personas, establecer relaciones, hablar, jugar y comprar. Pero no sólo mediante los avatares,

sino también podemos establecer relaciones virtuales mediante por ejemplo redes sociales o correo electrónico, siendo hoy en día estas dos vías las más usadas para la comunicación. En redes sociales plasmamos una imagen nuestra que permite la interacción con otras personas, teniendo esto una proyección en el mundo físico. Los vínculos creados mediante redes son reales en el mundo físico, dando lugar a una conexión continua entre ambos mundos. Incluso los videojuegos, aparte de jugar, se usan para la comunicación entre jugadores y para el juego en línea. Se produce la ansiada experiencia inmersiva donde el jugador o usuario se aísla del mundo físico que tiene alrededor y se sumerge en el ciberespacio. Tanto en los videojuegos como en los metaversos exploramos mundos nuevos o los creamos nosotros mismos, por lo tanto habitamos el lugar y existimos en él.

La aplicación física de lo creado digitalmente es otro de los ejemplos de relación y conexión entre los dos mundos. La arquitectura paramétrica es la proyección directa de lo que pensamos y creamos digitalmente. Es una ciberarquitectura que se hace tangible y nos permite habitar el espacio físico mediante un diseño hecho exclusivamente con herramientas informáticas.

Podemos concluir que la relación entre el espacio y el ciberespacio existe y los límites que los separan son tan difusos que los atravesamos a diario de una forma tan fácil que ni nos percatamos. Es posible existir en ambos espacios simultáneamente, por tanto habitamos ambos espacios sin darnos cuenta. La arquitectura es el nexo de unión entre ambos espacios y mundos ya que sin ella no sería posible construir y ocupar un lugar, físico o digital.

BIBLIOGRAFÍA | WEBGRAFÍA

BAUMAN, Zygmunt. *Modernidad líquida*, 1999

HEIDEGGER, Martin. *Construir, habitar, pensar*, 1951

HEIDEGGER, Martin. *Filosofía, ciencia y técnica*, 1997

FOUCAULT, Michel. *De los espacios otros (Des espaces autres)*, Conferencia en el Cercle d'études architecturales, 14 de marzo, 1967. En *Architecture, Mouvement, Continuité*, nº5, octubre 1984, pp. 46-49

FOUCAULT, Michel. *Utopías y Heterotopías y El cuerpo utópico*, dos conferencias radiofónica el 7 y 21 de diciembre de 1966 en *France-Culture*

GIBSON, William. *Neuromante*, 1984

STEPHENSON, Neal. *Snow Crash*, 1992

VAN DER HEUVEL, Dirk y RISSELADA, Max. *Team 10: In search of a Utopia of the Present*, 2005

CARPO, Mario. *The Alphabet and the Algorithm*, 2011

CARPO, Mario. *Revolución 2.0*, en *Arquitectura Viva*, nº124, p.19, 2009

CRANG, Mike. *Public Space, Urban Space and Electronic Space: Would the Real Cities Please Stand Up?*, en *Urban Studies*, 37 nº2, pp.301-317, 2000.

JODIDIO, Philip. *Introduction to Architecture Now!*, 2001

LEE, Raymond L.M. *Bauman, Liquid Modernity and Dilemmas of Development*.

NOVAK, Marcos. *Arquitecturas líquidas*.

<http://www.zakros.com/liquidarchitecture/liquidarchitecture.html>

SCHUMACHER, Patrik. *The Progress of Geometry as Design Resource*, Londres, 2018

<http://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Progress%20of%20Geometry%20as%20Design%20Resource.html>

SCHUMACHER, Patrik y DUAN, Xuexin. *An architecture for Cyborg Super-Society*, Londres, 2008

<http://www.patrikschumacher.com/Texts/Architecture%20for%20cyborg%20society.html>

SCHUMACHER, Patrik y ZHENG, Lei. *From Typology to Topology: Social, Spatial and Structural*, Londres, 2017

<http://www.patrikschumacher.com/Texts/From%20Typology%20to%20Topology.html>

SAGA, Manuel y PARRA, Enrique, *Metaspace*.

<https://metaspaceblog.com/>

NOUVEL, Jean.

<http://www.jeannouvel.com/>

HADID, Zaha.

<https://www.zaha-hadid.com/>

STUDIO FUKSAS.

<http://fukasas.com/>

ITO, Toyo.

<http://www.toyo-ito.co.jp/>

FOA (Foreign Office Architects).

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/office/foreign-office-architects-foa>

OTTO, Frei.

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/763636/pritzker-2015-frei-otto-y-la-importancia-de-la-experimentacion-en-la-arquitectura>

REFERENCIAS Y FUENTES

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/tag/videojuegos>

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/tag/simcity>

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/784011/blockhood-el-videojuego-que-desafia-tu-destreza-disenando-y-manteniendo-una-comunidad>

<https://unity.com/madewith/monument-valley-2>

https://dustyroom.itch.io/empty?utm_medium=website&utm_source=plataformaarquitectura.cl

<https://www.plethora-project.com/blockhood>

Rain: <https://www.youtube.com/watch?v=7A3b51qfEel>

<https://www.nytimes.com/2008/12/07/style/tmagazine/07secondlife.html>

<https://webfoundation.org/about/sir-tim-berners-lee/>

https://www.ted.com/talks/tim_berners_lee_on_the_next_web

<https://www.w3.org/>

<https://www.urbanismo.com/arquitecturayurbanismo/manifiesto-parametricista-patrik-schumacher-estructura-el-estilo-digital/>

<http://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Place%20of%20MAXXI%20in%20the%20Ouvre%20of%20Zaha%20Hadid.html>

<https://www.gta4.net/setting/liberty-city-versus-real-world.php>

<https://www.archdaily.com/774210/maria-elisa-navarro-the-architectural-consultant-for-assassins-creed-ii>

<https://metaspaceblog.com/2015/04/29/architecturevideogamesmaria->

[elisa-navarroassassins-creed-2-arquitectos-que-hacen-videojuegos/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com](#)

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/763636/pritzker-2015-freio-otto-y-la-importancia-de-la-experimentacion-en-la-arquitectura>

<https://www.archdaily.com/274205/films-architecture-cube>

<http://www.heterotopiaszine.com/>

<https://www.gamescenes.org/2018/04/interview-gareth-damian-martin-the-aesthetics-of-analogue-game-photography.html>

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/tag/disenio-parametrico>

<https://parametric-architecture.com/pa-talks-002-mario-carpo/>

<http://www.zakros.com/liquidarchitecture/liquidarchitecture.html>

FUENTES DE IMÁGENES

- F.1 Portada del libro Neuromante escrita por William Gibson. 1984.
- F.2 Portada del texto Construir, habitar, pensar de Martin Heidegger, 1951
- F.3 "Mutable Algorithmic Landscapes", 2000. Modelo de arquitectura líquida en el ciberespacio. Marcos Novak.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Liquid-Architectures%3A-Marcos-Novak%26%23146%3Bs-Territory-Silva/dd20067768c2e2b50c693fb405b837924bf08716>
- F.4 Modelo de arquitectura líquida en el ciberespacio. Marcos Novak.
https://www.researchgate.net/figure/Marcos-Novak-Mutable-Algorithmic-Landscapes-2000-C-Marcos-Novak-Influential-to_fig43_321625853
- F.5 Serie de arquitectura líquida. Marcos Novak.
<http://www.zakros.com/liquidarchitecture/liquidarchitecture.html>
- F.6 Serie de arquitectura líquida. Marcos Novak.
<http://www.zakros.com/liquidarchitecture/liquidarchitecture.html>
- F.7 PARA CUBE, 1997-1998. Cubo paramétrico. Marcos Novak.
<http://www.archilab.org/public/2000/catalog/novak/novaken.htm>
- F.8 PARA CUBE, 1997-1998. Cubo paramétrico. Marcos Novak.
<http://www.archilab.org/public/2000/catalog/novak/novaken.htm>
- F.9 "Alice's Mirror", obra del fotógrafo estadounidense Duane Michals, 1974.
<http://www.getty.edu/art/collection/objects/295630/duane-michals-alice-s-mirror-american-1974/>
- F.10 "Mano con esfera reflectante", litografía de M.C Escher, 1935.
<https://www.mcescher.com/gallery/italian-period/hand-with-reflecting-sphere/>
- F.11 Reunión de 43 participantes organizada por el Team X en Otterlo, Holanda en 1959.

<http://www.team10online.org/team10/meetings/1959-otterlo.htm>

F.12 "TEAM 10, in search of a Utopia of the present", Dirk van den Heuvel, Max Risselada, 2005.

F.13 "El alfabeto y el algoritmo", Mario Carpo, 2011.

F.14 Imagen de "The Continuous City" de Gareth Damian Martin.
<https://unbound.com/books/the-continuous-city/>

F.15 Imagen de "The Continuous City" de Gareth Damian Martin.
<https://unbound.com/books/the-continuous-city/>

F.16 Imagen de "The Continuous City" de Gareth Damian Martin.
<https://unbound.com/books/the-continuous-city/>

F.17 Captura de pantalla de Block'hood. Menú de construcción y urbanización ecológica.
<https://www.plethora-project.com/blockhood>

F.18 Imagen de una urbanización ecológica hecha mediante bloques de 1x1x1 de Block'Hood desde una perspectiva axonométrica.
<https://www.plethora-project.com/blockhood>

F.19 Imagen de una urbanización en más detalle.
<https://www.plethora-project.com/blockhood>

F.20 Una ciudad Block'Hood.
<https://www.plethora-project.com/blockhood>

F.21 Un mundo cuadrulado compuesto por bloques cúbicos. Imagen de Minecraft.
<https://www.minecraft.net/es-es/>

F.22 Extensión infinita del mundo virtual. Imagen de Minecraft.
<https://www.minecraft.net/es-es/>

F.23 Imagen de Cities: Skylines.

<https://www.paradoxplaza.com/cities-skylines/CSCS00GSK-MASTER.html>

F.24 Urbanización de casas unifamiliares, equipamientos y comercios.

Imagen de Cities: Skylines.

<https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=1287466587>

F.25 Gran zona verde que separa dos partes de la ciudad conectadas mediante puentes subterráneos. Imagen de Cities: Skylines.

<https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=522776740>

F.26 Cruce de una zona periférica de una ciudad de SimCity.

<https://www.origin.com/esp/en-us/store/simcity/simcity/expansion/simcity-cities-of-tomorrow>

F.27 Imagen del pack de expansión "Ciudades del mañana" de Simcity.

<https://sim-city-cities-of-tomorrow.softonic.com/>

F.28 Imagen de una ciudad "electrónica" de Simcity.

<https://www.ea.com/es-es/games/simcity>

F.29 Extensión infinita del mundo de creación de SimCity.

<https://www.origin.com/esp/en-us/store/simcity/simcity/expansion/simcity-cities-of-tomorrow>

F.30 Imagen en perspectiva axonométrica de Theme Hospital.

<https://www.origin.com/esp/es-es/store/theme/theme-hospital>

F.31 Imagen en perspectiva axonométrica de Two Point Hospital, el sucesor de Theme Hospital.

<https://www.pcgamer.com/two-point-hospital-hands-on-theme-hospital-fans-are-getting-the-exact-game-they-want-with-a-few-twists/>

F.32 Diferentes estilos de arquitectura dentro del juego de Los Sims.

<https://www.connectionsbyfinsa.com/2018/03/07/los-sims-y-la-arquitectura/?lang=en>

F.33 Diferentes estilos de arquitectura dentro del juego de Los Sims.
<https://www.connectionsbyfinsa.com/2018/03/07/los-sims-y-la-arquitectura/?lang=en>

F.34 Diferentes estilos de arquitectura dentro del juego de Los Sims.
<https://www.connectionsbyfinsa.com/2018/03/07/los-sims-y-la-arquitectura/?lang=en>

F.35 Diferentes estilos de arquitectura dentro del juego de Los Sims.
<https://www.connectionsbyfinsa.com/2018/03/07/los-sims-y-la-arquitectura/?lang=en>

F.36 Diferentes estilos de arquitectura dentro del juego de Los Sims.
<http://modthesims.info/d/412606/a-study-in-modern-architecture.html>

F.37 Diferentes estilos de arquitectura dentro del juego de Los Sims.
<http://modthesims.info/d/412606/a-study-in-modern-architecture.html>

F.38 Bocetos iniciales y materialización final. Imagen de Monument Valley.
<https://www.ustwogames.co.uk/games/monument-valley/>

F.39 Arquitecturas imposibles. Imágenes de Monument Valley.
<https://www.ustwogames.co.uk/games/monument-valley/>

F.40 Bocetos iniciales de creación de arquitecturas imposibles para los diferentes niveles.
<https://www.ustwogames.co.uk/games/monument-valley/>

F.41 Cascada, M.C. Escher. 1961.
<https://www.mcescher.com/gallery/recognition-success/waterfall/>

F.42 Arquitectura imposible inspirada en la obra de M.C. Escher. Imagen de Monument Valley 2.
<https://www.ustwogames.co.uk/games/monument-valley-2/>

F.43 Habitación generada por planos de diferentes colores y patrones. Imagen de Empty.
https://dustyroom.itch.io/empty?utm_medium=website&utm_

source=plataformaarquitectura.cl

F.44 Habitación generada por planos de diferentes colores y patrones.

Imagen de Empty.

https://dustyroom.itch.io/empty?utm_medium=website&utm_source=plataformaarquitectura.cl

F.45 Punto de vista del jugador. Imagen de Portal.

<https://store.steampowered.com/app/400/Portal/>

F.46 Arquitectura cuadriculada mediante módulos. Imagen de Portal.

<https://store.steampowered.com/app/400/Portal/>

F.47 Imagen de la carátula de ICO.

<https://www.hobbyconsolas.com/reviews/analisis-ico-ps2-primer-juego-fumito-ueda-187718>

F.48 Visión del jugador. Imagen de ICO.

<https://www.hobbyconsolas.com/reviews/analisis-ico-ps2-primer-juego-fumito-ueda-187718>

F.49 Visión del jugador. Imagen de Rain.

<https://www.playstation.com/en-us/games/rain-ps3/>

F.50 Visión del jugador. Imagen de Rain.

<https://www.playstation.com/en-us/games/rain-ps3/>

F.51 Mapa de Liberty City, basado en Nueva York. GTA.

[https://gta.fandom.com/es/wiki/Liberty_City_\(IV\)](https://gta.fandom.com/es/wiki/Liberty_City_(IV))

F.52 Imagen de Liberty City, Grand Theft Auto IV.

<https://www.gta4.net/setting/>

F.53 Broker Bridge, inspiración en el Brooklyn Bridge de Nueva York.

Imagen de Liberty City, Grand Theft Auto IV.

<https://www.gta4.net/setting/>

F.54 Vespucci Beach, inspirado en Venice Beach en Miami.

Imagen de Vice City, Grand Theft Auto.

https://gta.fandom.com/wiki/Vespucci_Beach_Sidewalk_Market

Serie de imágenes y comparación física: <https://www.gta4.net/setting/liberty-city-versus-real-world.php>

F.55 Arquitectura de Venecia del siglo XV. Imagen de Assassin's Creed.

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766208/maria-elisa-navarro-la-arquitecta-que-asesoro-el-desarrollo-de-assassins-creed-ii>

F.56 Arquitectura de Venecia del siglo XV. Plaza de San Marcos. Imagen de Assassin's Creed.

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766208/maria-elisa-navarro-la-arquitecta-que-asesoro-el-desarrollo-de-assassins-creed-ii>

F.57 Canales y arquitectura de Venecia ambientada en el siglo XV. Imagen de Assassin's Creed.

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766208/maria-elisa-navarro-la-arquitecta-que-asesoro-el-desarrollo-de-assassins-creed-ii>

F.58 Venecia del siglo XV. Imagen de Assassin's Creed.

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766208/maria-elisa-navarro-la-arquitecta-que-asesoro-el-desarrollo-de-assassins-creed-ii>

F.59 USS Callister, Black Mirror. 2017

<https://www.imdb.com/title/tt5710974/mediaviewer/rm1951751936>

F.60 Carátula de Second Life.

https://as.com/meristation/juegos/second_life/

F.61 Recreación de Casa Farnsworth de Mies van der Rohe en Second Life.

<https://archinect.com/features/article/47037/architecture-s-second-life>

F.62 Casa construida en Second Life. Toda arquitectura es posible.

<https://archinect.com/features/article/47037/architecture-s-second-life>

F.63 Cube. Película de 1997.

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-347587/cine-y-arquitectura-cube>

F.64 Escaleras imposibles inspiradas en la obra de M.C. Escher. Inception (Origen), 2010.

<https://www.moillusions.com/inceptions-endless-staircase/>

[https://inception.fandom.com/wiki/Penrose_stairs_\(dream\)](https://inception.fandom.com/wiki/Penrose_stairs_(dream))

F.65 Arquitectura imposible. Inception (Origen), 2010.

<http://www.sogoodnews.com/christopher-nolan-revela-el-final-de-origen-inception/>

F.66 Interfaz del programa Blender. Menú de herramientas.

<https://www.blender.org/>

F.67 Interfaz del programa ZBrush. Menú de herramientas.

<https://pixologic.com/features/>

F.68 Imagen 3D con wireframe superpuesto. 3ds Max.

https://digit3d.artstation.com/projects/xL5x2?album_id=761915

F.69 Arquitectura creada con 3ds Max y modelo importado en Unity.

https://digit3d.artstation.com/projects/A11b5?album_id=761916

F.70 Superposición del wireframe sobre el modelo con texturas.

3ds Max y Unity.

https://digit3d.artstation.com/projects/IPoOa?album_id=761916

F.71 Sacado del prólogo de "The City of tomorrow and its planning", Le Corbusier.

<http://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Progress%20of%20Geometry%20as%20Design%20Resource.html>

F.72 Modelo de simulación física a partir de una red de hilos de lana, Frei Otto. Stuttgart, 1991.

<http://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Progress%20of%20Geometry%20as%20Design%20Resource.html>

- F.73 Serie de morphing. Transformación con misma topología.
<http://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Progress%20of%20Geometry%20as%20Design%20Resource.html>
- F.74 Terminal Internacional de Pasajeros de Yokohama, FOA. 1995-2002.
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/628249/clasicos-de-arquitectura-terminal-internacional-de-pasajeros-de-yokohama-foreign-office-architects-foa>
- F.75 Meta-balls, Jim Blinn.
<https://creativecoding.soe.ucsc.edu/courses/cs488/finalprojects/metaball/metaball.pdf>
- F.76 Estudio de superficies mínimas. Frei Otto.
<https://revistacodigo.com/arquitectura/video-frei-otto-el-hombre-que-no-hizo-burbujas-arquitecto-aleman-pritzker-2015-postumo-techo-superficie-geometria/>
- F.77 Superficies mínimas periódicas triples, TPMS.
<http://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Progress%20of%20Geometry%20as%20Design%20Resource.html>
- F.78 Ópera Metropolitana de Taichung, Taiwán. Toyo Ito.
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/796773/tras-7-anos-en-construccion-la-pera-metropolitana-de-taichung-de-toyo-ito-abre-sus-puertas>
<https://www.metalocus.es/es/noticias/metropolitan-opera-house-de-taichung-por-toyo-ito>
- F.79 Sección longitudinal del interior de la sala filarmónica de París. Jean Nouvel.
<http://www.jeannouvel.com/projets/philharmonie-de-paris/>
- F.80 Imagen interior de la sala filarmónica. Balcones con diseño paramétrico. Jean Nouvel.
<http://www.jeannouvel.com/projets/philharmonie-de-paris/>
- F.81 Maqueta del Museo Nacional de Catar. Jean Nouvel.
<http://www.jeannouvel.com/projets/musee-national-du-qatar/>

- F.82 Fotografía de la obra en construcción. Museo Nacional de Catar. Jean Nouvel.
<http://www.jeannouvel.com/projets/musee-national-du-qatar/>
- F.83 Planimetría texturizada, Louvre Abu Dhabi. Jean Nouvel.
<http://www.jeannouvel.com/projets/louvre-abou-dhabi-3/>
- F.84 Imagen de los volúmenes rectangulares interiores con cobertura de la cúpula con diseño paramétrico. Louvre Abu Dhabi, Jean Nouvel.
<http://www.jeannouvel.com/projets/louvre-abou-dhabi-3/>
- F.85 Dibujo original de Studio Fuksas.
<http://fuksas.com/?p=198>
- F.86 Fotografía del exterior del Palacio de Congresos de Roma.
<http://fuksas.com/?p=198>
- F.87 Interior de la Nube. Estructura y recubrimiento.
<http://fuksas.com/?p=198>
- F.88 Visión de la nube desde el vestíbulo.
<http://fuksas.com/?p=198>
- F.89 Modelo tridimensional de la Galaxy Soho en Pekín. Zaha Hadid Architects. Desarrollo mediante meta-balls.
<https://www.zaha-hadid.com/architecture/galaxy-soho/>
- F.90 Fotografías de las líneas curvilíneas exteriores. Galaxy Soho, Pekín. Zaha Hadid Architects.
<https://www.zaha-hadid.com/architecture/galaxy-soho/>
- F.91 Planta de cubiertas de la Plaza Dongdaemun, Seúl, Corea del Sur. Zaha Hadid Architects.
<https://www.zaha-hadid.com/architecture/dongdaemun-design-park-plaza/>
- F.92 Patrón de píxeles de la envolvente exterior. Superficies paramétricas exteriores. Plaza Dongdaemun, Seúl, Corea del Sur. Zaha Hadid Architects.
<https://www.zaha-hadid.com/architecture/dongdaemun-design-park-plaza/>

