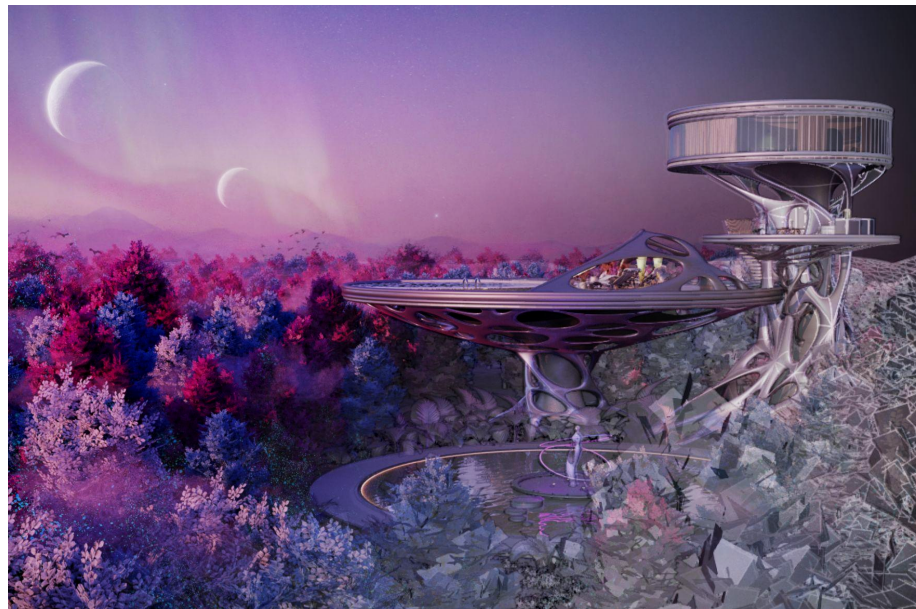




UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



# TFM

Trabajo Fin de Máster

Máster en Dibujo: Ilustración, Cómic y Creación Audiovisual

**Título:**

**Ilustración conceptual de escenarios a través de metodologías de producción 3D**

**Autor:** David Bernardo Bravo Sáenz

**Tutora:** Gloria Lapeña Gallego

**Línea de Investigación en la que se encuadra el TFM:**

Creación digital, dibujo y espacio.

Departamento de Dibujo

**Convocatoria:** Septiembre.

**Año:** 2021

# **TFM** Trabajo Fin de Máster

**Máster en Dibujo: Ilustración, Cómic y Creación Audiovisual**

**Título:**

**Ilustración conceptual de escenarios a través de metodologías de producción 3D**

**Autor:** David Bernardo Bravo Sáenz

**Tutora:** Gloria Lapeña Gallego

**Línea de Investigación en la que se encuadra el TFM:**

Creación digital, dibujo y espacio.

Departamento de Dibujo

**Convocatoria:** Septiembre.

**Año:** 2021



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

El plagio, entendido como la presentación de un trabajo u obra hecho por otra persona como propio o la copia de textos sin citar su procedencia y dándolos como de elaboración propia, conllevará automáticamente la calificación numérica de cero. Esta consecuencia debe entenderse sin perjuicio de las responsabilidades disciplinarias en las que pudieran incurrir los estudiantes que plagien.

El abajo firmante D./Dña. DAVID BERNARDO BRAVO SÁENZ con DNI/PAS: AP648899, que presenta el Trabajo Fin de Máster con el título *Ilustración conceptual de escenarios a través de metodologías de producción 3D*, declara la autoría y asume la originalidad de este trabajo, donde se han utilizado distintas fuentes que han sido todas citadas debidamente en la memoria y dispone de la autorización y permisos pertinentes para la publicación de las imágenes y documentos.

Y para que así conste firmo el presente documento en Granada a 5 de Septiembre de 2021

El autor:



## INDICE

<b>Introducción</b>	<b>5</b>
1.1 Introducción a la problemática	6
<b>Resumen del proyecto</b>	<b>7</b>
2.1 Resumen	8
2.2 Abstract	8
2.3 Palabras Clave:	9
2.3.1 Keywords:	9
<b>Justificación</b>	<b>10</b>
3.1 Descripción de la problemática	11
3.2 Hipótesis de la investigación	13
3.3 Importancia del tema de la investigación	13
3.3.1 Ámbito Disciplinar	14
3.3.2 Ámbito Productivo	14
<b>Formulación del proyecto</b>	<b>15</b>
4.1 Objetivo general	16
4.2 Objetivos específicos	16
4.3 Planteamiento metodológico	17
4.3.1 Fase investigativa.	18
4.3.1.1 Etapa analítica	18
4.3.2 Fase proyectual	19
4.3.2.1 Etapa creativa	19
4.3.2.2 Etapa evaluativa.	19
<b>Desarrollo de la metodología</b>	<b>21</b>
5.1 Fase investigativa.	22
5.1.1 Sistemas de representación gráfica y del territorio.	22
5.1.1.1 Antecedentes y sistemas primitivos	23
5.1.1.2 Sistemas y metodos de proyección	24
5.1.2 Origen de los medios digitales	26
5.1.3 Computación Gráfica	28
5.1.3.1 Gráficos 2D	28
5.1.3.2 Gráficos 3D	29
5.1.3.3 Motores Gráficos	30
5.1.3.4 Diseño asistido por ordenador (CAD)	36
5.2 Fase Proyectual	36
5.2.1 Etapa creativa	37

5.2.1.1 Toma de partida	37
5.2.1.2 Implicaciones	45
5.2.1.3 Referencias visuales (Etapa inicial)	46
5.2.1.4 Etapa de modelado 3D	53
5.2.1.5 Puesta de materiales PBR	58
5.2.1.6 Ambientacion natural	60
5.2.1.7 Ambientación final e iluminación	62
5.2.1.8 Render	66
5.2.2 Obra final	68
5.2.3 Etapa evaluativa	72
5.2.3.1 Prospectiva	72
5.2.3.2 Conclusiones	72
<b>Bibliografía y referencias</b>	<b>74</b>

Capítulo 1

# **Introducción**

## 1.1 Introducción a la problemática

Desde el inicio de la historia, el ser humano ha sentido la necesidad de representar el entorno que lo rodea, disponiendo de las herramientas y de la tecnología disponible a través de las diferentes edades. Un ejemplo de esto lo podemos ver en las primeras pinturas rupestres ubicadas en diferentes ubicaciones del mundo, tales como las de las Cuevas de Altamira en España, las del parque arqueológico de Tassili n'Ajjer en Argelia o las de la Cueva San Borjita en Baja California Sur. A partir de estas primeras aproximaciones se da inicio a los sistemas de representación, los cuales fueron cambiando por las diferentes épocas, imperios y revoluciones hasta llegar a nuestro presente.

En la actualidad estamos viviendo la llamada revolución 4.0. Según los investigadores en nuevos medios Benito Echeverría y Pilar Clares en su publicación *Revolución 4.0, Competencias, Educación y Orientación* (2018), la llegada de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación ha establecido una nueva forma en que el mundo funciona, estableciendo nuevas formas de ejecución en las diferentes profesiones actuales; planteando la necesidad de establecer nuevas metodologías que aborden el acompañamiento de las herramientas de la nueva era posmoderna. Lo anterior afectando no solo a las profesiones industrializadas o cobijadas en el marco de las ingenierías y ciencias aplicadas, sino también a las profesiones relacionadas directamente con las ciencias humanas y artísticas desempeñadas desde la Antigüedad con un pigmento sobre una piedra, pasando por el lápiz, las tintas, el papel u otros soportes hasta llegar a los ordenadores, tabletas digitalizadoras y un sinnúmero de herramientas digitales (*Software*) que asisten al profesional en su labor.

Capítulo 2

# **Resumen del proyecto**

## **2.1 Resumen**

Con la llegada de la era digital y de la revolución de los medios, las diferentes profesiones y oficios han pasado por una serie de cambios producto de la virtualización de la sociedad; estos cambios han provocado que algunas de ellas hayan dejado de existir o que mutaran en nuevos saberes con nuevas metodologías de trabajo. Las artes aplicadas no son la excepción y desde la llegada del formato digital como soporte o de las herramientas virtuales como medio creativo han sufrido diferentes cambios, dando como resultado nuevas formas de definir las bellas artes.

Teniendo en cuenta lo anterior, este Trabajo Fin de Máster explora la creación e ilustración de escenarios oníricos por medio de herramientas y metodologías de producción tridimensional. Para ello se parte de una investigación en la cual se exploran los diferentes medios, soportes y herramientas de creación artística, desde el surgimiento del arte pictórico hasta las nuevas tendencias de arte contemporáneo y arte digital. Igualmente se estudian los diferentes conceptos que involucran la producción de imágenes por ordenador viendo en cada uno de ellos una herramienta que puede emular una línea, trama, punto o grafismo que normalmente están presentes en el dibujo y la ilustración tradicional.

Finalmente, se expone el proceso creativo de una obra de representación de espacios ilustrada en 3D por medio de la herramienta Blender 3D, aplicando para ello la metodología de Bruce Archer, en la cual se parte de un proceso investigativo y evaluativo para pasar posteriormente a un proceso creativo, dando como resultado la obra final.

## **2.2 Abstract**

*With the arrival of the digital era and the media revolution, the different professions and trades have undergone a series of changes as a result of the virtualization of society; these changes have caused some of them to disappear or to mutate towards new knowledge with new work methods. The applied arts are no exception and since the advent of digital media or virtual tools as a creative medium, they have undergone different changes, which have resulted in new ways of definition about what the fine arts mean.*



*Given the above, this Final Master Project explores the creation and illustration of oniric sceneries, using tools and methodologies of 3D production. To do so, it starts from a research in which it explores the different media, supports and tools of artistic creation from the origin of Pictorial Art until the new tendencies of contemporary art and digital art. It also explores different concepts that involve the production of computer images, considering each of them as a tool that can emulate a line, pattern, point or graphism that are commonly present in traditional drawing and illustration.*

*Lastly, it explores and exposes the creative process of a 3D architectural illustrated artwork using Blender 3D tool, applying Bruce Archer's methodology, which starts with an investigative and evaluative process and then moves on to a creative process, resulting in the final artwork.*

### **2.3 Palabras Clave:**

*Ilustración 3D, Creación de espacios, Arte conceptual, Archviz, Render.*

#### **2.3.1 Keywords:**

*3D illustration, Creation of spaces, Concept art, Archviz, Render.*

Capítulo 3

# Justificación

### 3.1 Descripción de la problemática

La llegada de las nuevas tecnologías y la digitalización de los medios ha marcado el inicio de una nueva revolución industrial, aportando novedosas herramientas de producción y estableciendo un cambio de paradigma en las metodologías de las profesiones y oficios de todas las ramas del conocimiento, desde las ciencias aplicadas hasta las humanidades y las artes. Esto ha conllevado a que los profesionales se adapten a estos nuevos medios y cambien ciertas prácticas de producción e incluso la forma y el medio en que entregan un producto, proyecto u obra final. Lo anterior puede originar varias situaciones.

Según uno de los referentes escritos más conocidos en habla hispana del siglo XIX en la investigación en bellas artes *Las Bellas Artes: historia de la arquitectura, la escultura y la pintura* (1881), por José de Manjarrés, seguida de *Unos apuntes sobre el renacimiento del arte de la pintura en España*, por D. Manuel Ossorio y Bernard, las artes son un fenómeno social, un medio de divulgación propio de las culturas, las cuales surgen de la necesidad del ser humano por representar su entorno y expresar sus ideas mediante formas, colores, sonidos o movimientos; dando como resultado una obra o producto creativo. En la Grecia Antigua las artes existentes ya tenían una clasificación establecida, divididas en artes superiores y artes menores. Las artes superiores se definen en seis: la arquitectura (considerada por algunos como la disciplina madre de las bellas artes), escultura, pintura, música, declamación y danza. Esta clasificación se daba por los medios físicos que intervienen en cada una, ya sea por su proceso metodológico, creativo o por su recepción por parte del individuo receptor. A lo largo de las eras esta clasificación cambió levemente, incluyendo nuevas disciplinas, como el cine, considerado coloquialmente como *el séptimo arte* por considerarse una nueva forma de las artes superiores-, siendo este un gran ejemplo de cómo un medio tecnológico nuevo como la cámara análoga supone una revolución en la profesión artística. Siendo lo anterior una tesis ampliamente estudiada por M Armell Femenía y A Ezquerro en su publicación *Música e imágenes hasta la llegada del cine* (2003).

Con la llegada de los ordenadores y las herramientas de producción digital (*software*) se establece un nuevo paradigma en la sociedad, no solo

por el potencial de estos recursos como medios para sustituir o complementar las herramientas tradicionales, sino también como herramientas de comunicación y expresión novedosas que permiten el surgimiento de nuevas formas de definir el arte. Algunos ejemplos de lo anterior son la fotografía, el videoarte, la cinematografía e incluso los videojuegos, que aunque resultan de la combinación de varias especialidades y disciplinas, para algunos ya son considerados como una forma de expresión artística independiente, tal y como expone Hidalgo Vásquez en la tesis doctoral de la Universidad de Granada *Videojuegos, un arte para la historia del arte* (2012).

Con la democratización de la información, los medios tecnológicos y las herramientas digitales, los artistas tienen hoy más que nunca la posibilidad de explorar nuevas formas de expresión y comunicación. Igualmente, gracias al avance de la tecnología y a su accesibilidad, pueden realizar labores que hace una década solo se podían lograr con un equipo de trabajo complejo y costoso. Lo anterior plantea varias situaciones a tener en cuenta, que en este TFM se abordan como problemática inicial y oportunidad de estudio a abordar.

Una primera problemática reside en el límite establecido por quienes distinguen entre lo que es arte y lo que no lo es por tratarse de un producto generado por ordenador. Si bien, gracias al avance de la tecnología esto ocurre actualmente con menor medida, en el rubro de las artes visuales existe cierta dualidad entre lo que se puede considerar como una obra de arte a un producto generado por un render, una impresora 3D o un modelado digital. Pau Alsina, profesor de los Estudios de Artes y Humanidades de la Universitat Oberta de Catalunya y Director de la revista *Artnodes*, en su artículo *Desmontando el mito de la inmaterialidad del arte digital* (2014), menciona varias causas posibles acerca de esta percepción de las artes digitales, entre ellas la inmaterialidad que representan al ser concebidas en un entorno digital, también el cómo la carencia de medios tradicionales en la producción de las mismas ofrece cierta facilidad a la hora de ejecutar tareas que antes se consideraban complejas; haciendo que estas mismas pierdan valor añadido a la obra.

Como segunda problemática podría considerarse las consecuencias que trae la aparición de las llamadas corrientes artísticas digitales. Estas actualmente se consideran en su mayoría disciplinas complementarias de las

artes tradicionales, como la ilustración digital, el videoarte, la animación (digital) y la producción musical. No obstante, debido a la introducción de nuevas profesiones nacidas desde la digitalidad, estas han evolucionado adoptando nuevas herramientas y conceptos, adquiriendo técnicas y propiedades nuevas. Un ejemplo de lo anterior es la ilustración 3D, la cual parte del dibujo tradicional y la ilustración digital, con la particularidad de implementar el desarrollo de gráficos 3D generados por *render*. Esto último crea la necesidad de plantear nuevas metodologías para la correcta implementación de esta tecnología en el campo artístico.

### **3.2 Hipótesis de la investigación**

Basado en la problemática descrita en el capítulo anterior pueden establecerse varias hipótesis:

- Debido a la llegada de la revolución 4.0 y como parte de la virtualización de los medios, es necesario desarrollar procesos creativos y metodologías artísticas que involucren el uso parcial o exclusivo de herramientas digitales.
- Las obras concebidas a partir de los medios y herramientas digitales tienen los mismos valores pictóricos, comunicativos y expresivos que se encuentran en el arte tradicional o análogo.

### **3.3 Importancia del tema de la investigación**

Se puede abordar la importancia de esta investigación desde un ámbito disciplinar (aplicación propia artística), y productivo (aplicación a la práctica artística y al medio comercial).

### **3.3.1 Ámbito Disciplinar**

El tema de investigación se considera pertinente en el campo disciplinar, dado que permite explorar las metodologías de desarrollo propias de otras disciplinas como la ingeniería, la multimedia o el diseño asistido por ordenador (CAD) y su aplicación en las bellas artes, permitiendo potenciar y expandir las capacidades artísticas.

### **3.3.2 Ámbito Productivo**

Es importante establecer y generar nuevas metodologías de trabajo, las cuales vinculen los procesos creativos tradicionales con los procesos productivos 3D, informáticos y digitales. De igual manera, es importante considerar la importancia de la digitalización de arte como una nueva plataforma expositiva que permita abarcar a un público más diverso y masivo.

Capítulo 4

## **Formulación del proyecto**



Este proyecto plantea abordar el tema de investigación propuesto basado en la problemática anteriormente expuesta considerando la importancia del mismo. Con el fin de acotar el desarrollo productivo y en el marco investigativo del Máster de Dibujo, se abordará desde la representación gráfica, planteándose como un proyecto de ilustración arquitectónica a través de herramientas de producción digital, específicamente programas y aplicaciones de producción 3D, por medio de metodologías propias de la ideación de espacios, la visualización 3D (*ArchViz*), la virtualización multimedia y el diseño asistido o generado por ordenador.

#### **4.1 Objetivo general**

Generar una obra ilustrada interactiva que muestre el proceso de creación y conceptualización de escenarios oníricos y de fantasía a través de metodologías de producción asistida por ordenador y el uso de herramientas digitales 3D (*Software 3D*).

#### **4.2 Objetivos específicos**

- Estudiar y analizar las metodologías de producción aplicadas en el desarrollo de proyectos 3D usadas en los campos del diseño y las ciencias aplicadas.
- Establecer un estado del arte que permita ver la forma en que se liga actualmente el dibujo y la comunicación gráfica 3D generada por computadora.
- Analizar como marco referencial y disciplinar del proyecto la forma en que se aplican los conceptos artísticos en las herramientas digitales actuales.
- Diseñar y crear una serie de piezas ilustradas aplicando los métodos y técnicas propios de la computación gráfica, haciendo uso de herramientas digitales 3D (*Software*).

- Explorar la aplicación artística del proyecto haciendo uso de herramientas digitales y de los nuevos medios de difusión.

### **4.3 Planteamiento metodológico**

Este proyecto se plantea desde la metodología de Bruce Archer, ingeniero mecánico británico y más tarde profesor de Investigación de Diseño en el Royal College of Art, que defendió la investigación en diseño y ayudó a establecer el diseño y las artes aplicadas como disciplina académica. No obstante, para efectos del desarrollo proyectual, esta metodología se adaptará a las necesidades del proyecto; planteando de este modo en dos fases principales:

Una fase investigativa desde la cual surge el problema de investigación esta se compone de una etapa analítica en la que se efectúa la recopilación de datos por medio de fuentes primarias y secundarias, posteriormente se ordena la información a través de un marco referencial; por último, se evalúa la información recopilada a través de la construcción de una problemática.

Posteriormente se efectúa una fase proyectual, la cual se compone de dos etapas; una primera etapa creativa en la cual se analiza el método artístico más adecuado para abordar el proyecto, lo anterior basado en el proceso referencial e investigativo; posteriormente se pasa a un proceso de toma de partida, en el cual se establece un estado del arte con el fin de crear un listado de parámetros a tener en cuenta; seguidamente se pasa a un proceso creativo / productivo, en el cual se desarrollará la obra final de acuerdo a los lineamientos establecidos por ultimo se pasa a una etapa evaluativa en la cual se finaliza la obra y se evalúa su aplicación en la práctica artística y se establecen unas conclusiones finales. A continuación se especifican y describen las características de cada una de las fases y etapas.

### **4.3.1 Fase investigativa.**

En esta fase se efectúa únicamente la indagación previa necesaria para el desarrollo de este proyecto. Esto se hace a través de fuentes secundarias (bibliografía y webgrafía) y fuentes primarias de información (investigación participante).

#### **4.3.1.1 Etapa analítica**

La etapa analítica de Bruce Archer se efectúa la recopilación de datos necesarios para estructurar un marco referencial, el cual permita crear un panorama general de la investigación. Para ello se abordan los siguientes puntos:

- **Recopilación de datos:** Se recopilan los datos necesarios para la investigación por medio de fuentes de información primarias y secundarias.
- **Ordenamiento de la información:** Se ordena la información recopilada y se establece un marco referencial que permita visualizar las temáticas involucradas en el proyecto.
- **Evaluación de la información:** A partir de la información obtenida en el marco referencial se evalúan los requerimientos del proyecto, los cuales se necesitaran para la fase proyectual.

### 4.3.2 Fase proyectual

La fase proyectual abarca el desarrollo de la obra desde su planteamiento inicial hasta su concepción e implementación en la práctica artística. Para ello se ejecutarán dos etapas principales: creativa y ejecutiva.

#### 4.3.2.1 Etapa creativa

En la etapa creativa se evalúa el estado de la cuestión y las implicaciones que permitan brindar un panorama referencial amplio para posteriormente iniciar con el proceso creativo de la obra. Para ello se abordan los siguientes puntos:

- **Toma de partida y referencias:** Se establecen una serie de referencias artísticas, las cuales ayudarán a generar los parámetros estéticos de la obra.
- **Implicaciones:** Se establecen los parámetros y características de la obra a través de la generación de un tablero de referentes o moodboard.
- **Desarrollo:** Basada en la información obtenida en todas las etapas anteriores, se procede a la elaboración de la obra mediante un desarrollo de preproducción, producción y postproducción (Proceso propio en el desarrollo de proyectos de diseño).

#### 4.3.2.2 Etapa evaluativa.

En la última etapa del proceso metodológico se evalúan los resultados obtenidos a lo largo de la investigación y del desarrollo de la obra artística.

- **Implementación:** En esta etapa se examina la mejor opción para exponer la obra en los distintos formatos y medios de presentación. En el caso puntual de este proyecto solo se toman los medios digitales como soporte expositivo.
- **Conclusión:** Se establecen las conclusiones finales de la investigación y del proyecto desarrollado.

Capítulo 5

## **Desarrollo de la metodología**

## **5.1 Fase investigativa.**

De acuerdo a la problemática y los objetivos propuestos para el desarrollo de este TFM, se plantea la creación de una obra ilustrada que se conciba a partir de un proceso de indagación conceptual, involucrando su desarrollo desde un entorno digital 3D. Enfocándose en crear espacios, arquitectura y ambientes con estética onírica y de fantasía.

A continuación se expone la etapa analítica del proyecto, la cual comprende la recopilación de la información, el ordenamiento de los datos y la evaluación de la información.

### **5.1.1 Sistemas de representación gráfica y del territorio.**

Desde el inicio de la historia, el ser humano ha sentido la necesidad de reproducir, representar y reinterpretar el espacio que lo rodea, esto ha permitido crear diferentes sistemas y métodos para satisfacer esta necesidad. Como define Gelabert, L. C y Vílchez, I. L. en su publicación *Dibujo y territorio: cartografía, topografía, convenciones gráficas e imagen digital* (2015) un sistema de representación, refiriéndonos a la ilustración del entorno y el territorio, es un modo ordenado de dar a conocer las formas gráficas que componen un espacio (tridimensionales) en un plano bidimensional, mediante la observación directa (observación participante del individuo en el espacio), o indirecta (observación no participante de un espacio previamente representado por otro) cumpliendo con la condición de reversibilidad, es decir, que permita de una manera formal obtener una proyección bidimensional y recíprocamente obtener la posición de cada objeto y elemento desde la representación bidimensional hacia el espacio. Estos sistemas han variado a través de los tiempos, incorporando nuevos conceptos y técnicas, como la introducción de la perspectiva, el dibujo técnico, los sistemas de proyección y los diferentes cánones de proporción que han surgido a lo largo de diferentes culturas y épocas.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, es pertinente evaluar la evolución de dichos sistemas para establecer un panorama que visualice la incidencia de las herramientas con respecto al proceso metodológico desarrollado en la obra y su resultado final. Para ello, partiremos de los



sistemas primitivos que involucran la representación del territorio hasta la llegada de la revolución digital.

#### 5.1.1.1 Antecedentes y sistemas primitivos

El origen de los sistemas lo podemos encontrar en las representaciones primitivas y el arte rupestre que, como menciona Hernández Pérez en *El arte rupestre de la fachada mediterránea: entre la tradición epipaleolítica y la expansión neolítica* (2013) se plasmaba en soportes no convencionales, como la roca o en elementos de la naturaleza, el entorno, los animales y las formas presentes en las civilizaciones primitivas, buscando en algunos casos recrear el hábitat visible o reinterpretar el pensamiento filosófico y espiritual primitivo. Es importante aclarar que en la actualidad no se tiene un consenso en cuanto al significado o propósito de la representación rupestre.

Una de las representaciones rupestres más citadas dado su contexto y su antigüedad son las encontradas en las cuevas de Altamira, con un origen datado en el Paleolítico con aproximadamente de 15 mil a 12 mil años de antigüedad.

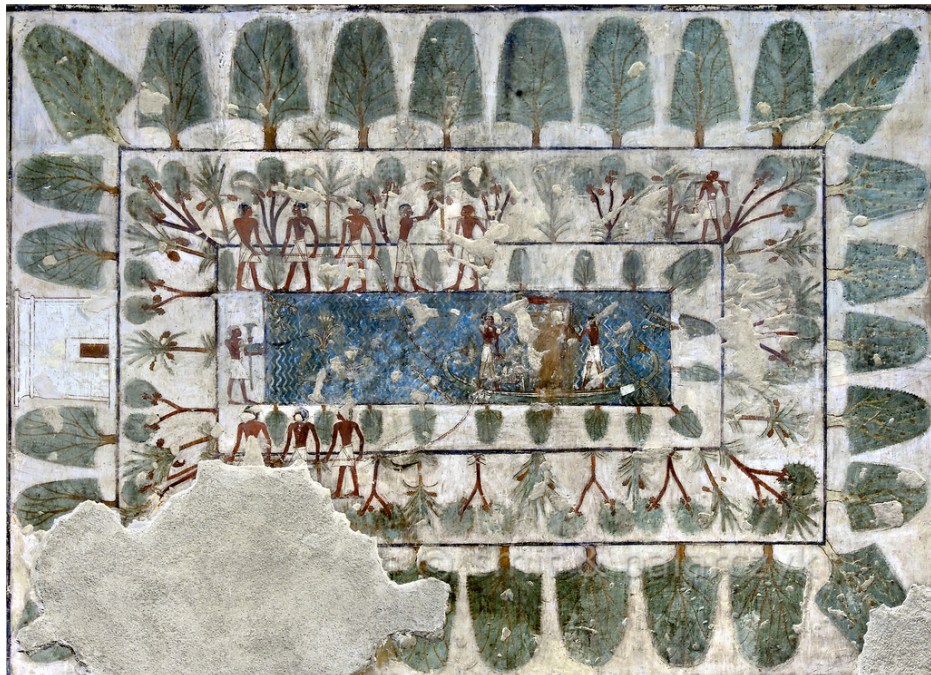


Ilustración 1. Fotografía de animales representados, Cuevas de Altamira, España. Tomado de: [animais-representados-na-caverna-de-altamira.jpg \(500x334\) \(meusanimais.com.br\)](#)

Como se puede apreciar en la figura anterior, en estas representaciones se pueden apreciar los detalles y el esfuerzo para ilustrar el hábitat visible por medio de las herramientas que se disponía en ese momento, usando como soporte las paredes, y como herramientas pictóricas el carbón o pigmentos naturales.

#### 5.1.1.2 Sistemas y métodos de proyección

Podemos encontrar como antecedente de los métodos de proyección las representaciones bidimensionales de espacios realizados en el Antiguo Egipto. Concretamente, en la recreación espacial de la tumba de Rekhmire en Tebas, alrededor del 1450 a.c.

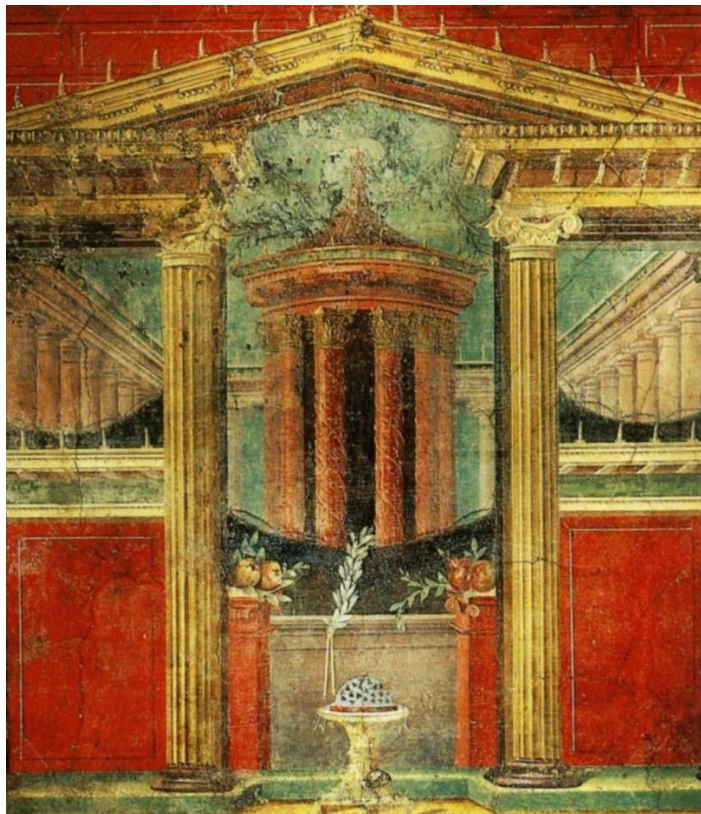


*Ilustración 2. Tumba de Tebas representación en planta.*

Tomado de: [Disegna un giardino come quello egizio – Artemondo \(zanichelli.it\)](http://www.zanichelli.it)

Como se puede observar en la ilustración, aunque carece de una representación en perspectiva o en alguna proyección, se puede identificar claramente el espacio y la ubicación de los diferentes elementos conservando ciertos valores de escala y proporción, atendiendo de forma visual la comunicación de un entorno así no se representa fielmente.

Posteriormente podemos encontrar el año 50 a.C. las representaciones realizadas en el mundo Grecorromano, que aunque utilizó las representaciones esquematizadas, también se fundamentaba en la observación rigurosa de los elementos, prestando una atención más detallada en la disposición formal arquitectónica, contribuyendo a una recreación tridimensional que simula la profundidad de campo y la disposición de los elementos en diferentes planos de profundidad.



*Ilustración 3. Pintura mural en una villa en Boscoreale 50 a.C.*  
Tomado de: [d1aa3edf6ad369c7cad42d4ce2e97f77.jpg](http://d1aa3edf6ad369c7cad42d4ce2e97f77.jpg) (961×1200)  
([pinimg.com](http://pinimg.com))

Es a partir de la geometría Euclidiana escrita alrededor del año 300 a.C., concebida gracias a la compilación de diferentes conocimientos existentes en geometría y matemática, que la representación adquiere un nivel más fiel a la realidad, debido a la incorporación de otras disciplinas y ciencias como la matemática, asociándose a la representación y parametrizando varias de sus características en una ciencia aplicada. Como la definición de conceptos



como la posición, el punto y la recta y el plano. Lo anterior es relevante, dado que representa la incorporación no solo de herramientas nuevas a la representación, sino además conocimientos abstractos que brindan metodologías nuevas para la creación de un espacio ilustrado, enriqueciendo el resultado final de una obra y permitiendo el estudio científico de conceptos más avanzados como los axiomas, las dimensiones espaciales, la geometría descriptiva y los sistemas de proyección.

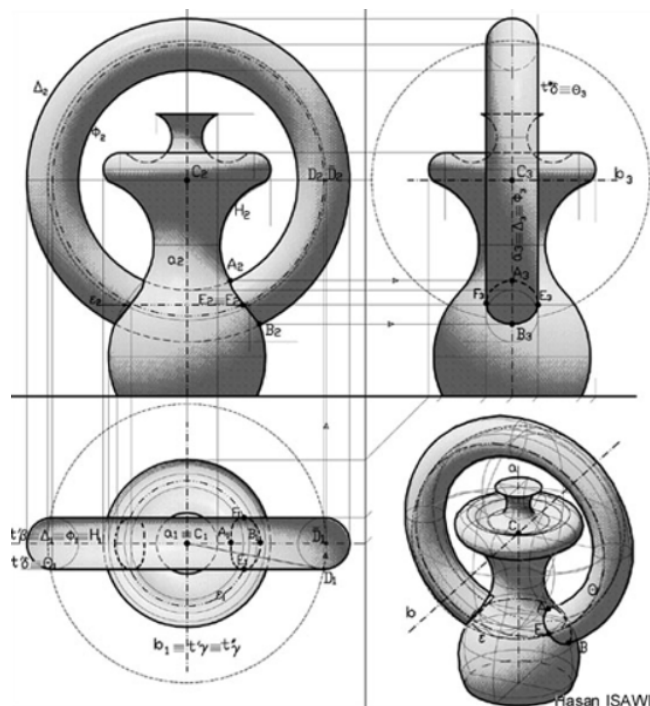


Ilustración 4. Cuatro representaciones bidimensionales (2D) del mismo objeto tridimensional (3D). Tomado de: [DALLA - Geometría descriptiva - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

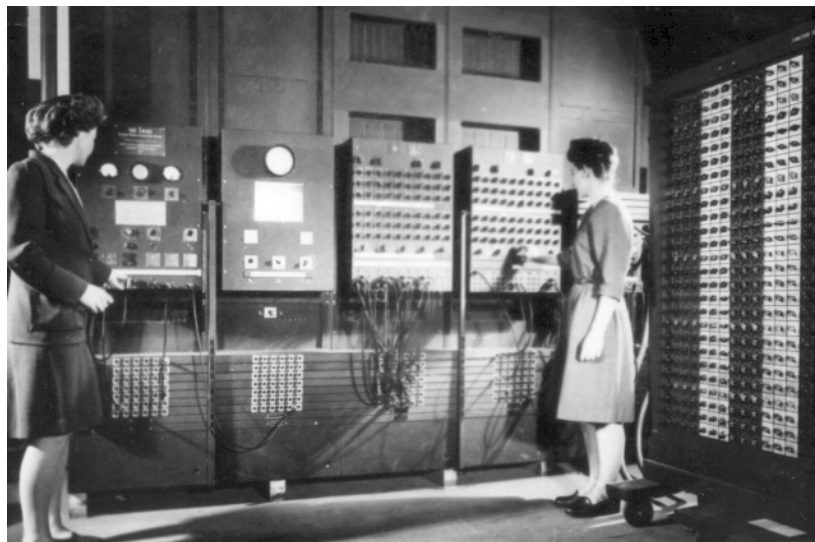
### 5.1.2 Origen de los medios digitales

Uno de los grandes avances tecnológicos de la humanidad es la invención de la computación, ya que representó la optimización de muchos procesos que antes se debían hacer de forma tradicional. Contrario a lo que actualmente se cree, los primeros ordenadores eran análogos, esto quiere

decir que procesaban y almacenaban la información mediante recursos físicos, limitándose a realizar cálculos matemáticos simples.

A finales de la segunda guerra mundial el gobierno de los Estados Unidos desarrolló el proyecto ENIAC, este tenía como propósito calcular tablas de tiro como apoyo a la artillería en el frente del pacífico. Una vez finalizada la guerra, una de las figuras más relevantes del proyecto decide colaborar con uno más ambicioso; John von Neumann fue uno de los científicos principales asociados al proyecto ENIAC, poco antes de finalizar el proyecto escribió un artículo en el cual exponía la estructura de un ordenador moderno, este diseño compendia una unidad de procesamiento, control y memoria de entrada y salida de datos; esto representó el avance más importante en la computación ya que tenía la capacidad de ser programada internamente en su memoria dando como resultado, el origen a la primera herramienta digital, conociéndose posteriormente como software informático.

En 1951, J. Presper Eckert y John William Mauchly basados en las propuestas de Neumann desarrollaron UNIVAC I (Universal Automatic Computer I, Computadora Automática Universal I), esta computadora fue el resultado de las lecciones aprendidas en el proyecto ENIAC, las ideas de Neumann, Eckert y Mauchly; además fue la primera computadora comercial.



*Ilustración 5. Computadora ENIAC (1945) Tomado de: [Two women operating ENIAC - ENIAC - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)*

### **5.1.3 Computación Gráfica**

Las primeras computadoras comerciales permitían visualizar y procesar información compleja, gracias a ello eran usadas por ingenieros o profesionales que aprovechan la capacidad de realizar cálculos complejos por parte de ellas. En disciplinas como la geometría aplicada eran igualmente usadas para realizar cálculos teóricos de objetos o elementos en el espacio, no obstante no disponían de medios para representar gráficamente la información. Esto cambiaría a manos del científico Estadounidense Ivan Sutherland en 1960 con la llegada de la computación gráfica y de las herramientas de interacción persona-ordenador (IPO). La computación gráfica no solo marcó el primer paso para la democratización de los sistemas informáticos, también permitió la inclusión de la informática en las disciplinas donde se requiriera la representación visual de la información.

Según su padre y creador Ivan Sutherland, en su artículo publicado en 1964 *Sketchpad a man-machine graphical communication system*, la computación gráfica es el estudio de un conjunto de técnicas computacionales, las cuales permiten la representación de elementos bidimensionales y tridimensionales en un dispositivo físico de salida de información por medio de algoritmos matemáticos; Este dispositivo debe cumplir la condición de ser un medio visual que permita la representación de los datos generados en el ordenador. Estas técnicas se encargan de emular cada uno de los fenómenos físicos y ópticos que ocurren en la realidad, con el fin de obtener una representación muy aproximada o realista del entorno.

#### **5.1.3.1 Gráficos 2D**

El primer acercamiento a la generación de gráficos fue la vectorización y la rasterización; La gráfica vectorial almacena datos matemáticos y geométricos precisos como posiciones de coordenada de puntos, las uniones entre puntos o trayectorias (en lo que equivaldría a una línea), el color, y posible relleno del área de las formas. La mayor parte de los sistemas de vectores gráficos se interpreta formas básicas geométricas

puestas en un plano bidimensional, valiéndose de un eje de coordenadas X y Y. No obstante esta técnica evolucionaría en una proyección de tres ejes (X,Y y Z) dando lugar a los gráficos 3D.

Los Gráficos por Rasterización, también denominados gráficos de tramas o mapas de bits, recurren a una técnica de rejilla bidimensional uniforme compuesta por píxeles, cada pixel tiene una serie de valores específicos como color, tono, trama, intensidad y estado (prendido o apagado); cada mapa de bits generado tiene una cantidad finita de píxeles en sus filas y columnas; a esto se le denomina resolución. Debido a su simplicidad en la interpretación de imágenes, esta técnica resulta más fácil de trabajar, no obstante limita la capacidad de plasmar detalles específicos de una imagen debido a que la información que guarda es finita y no escalable.

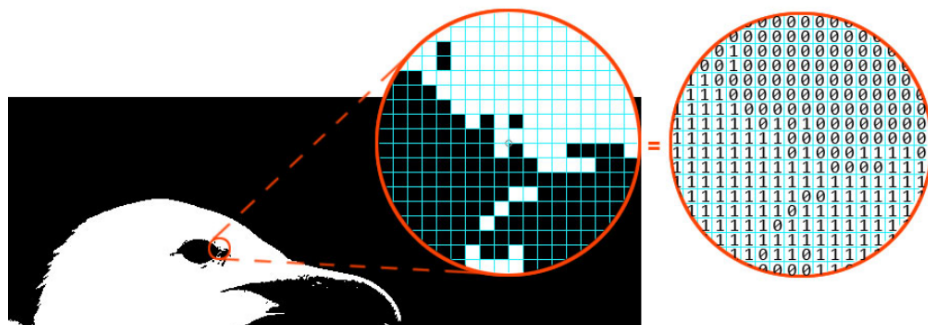
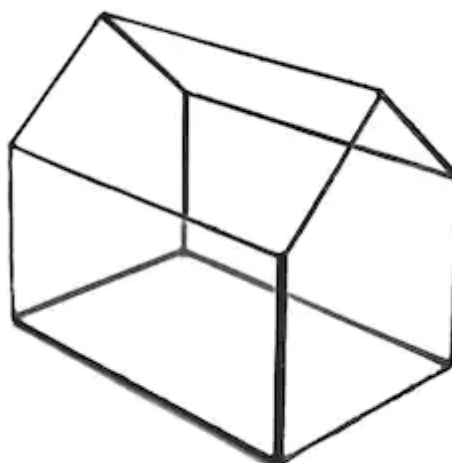


Ilustración 6. Ejemplo de mapa de bits. Tomado de: [¿Qué es un mapa de bits?](#)  
[1º – El visualista](#)

### 5.1.3.2 Gráficos 3D

Los gráficos tridimensionales a partir de la técnica vectorial bidimensional, esta consiste en el almacenaje de puntos en un plano de tres coordenadas (X, Y y Z) estos puntos de coordenadas se conectan entre sí formando caras poligonales en 2D, las cuales se unen entre sí para formar una forma tridimensional simple (también llamadas primitivas 3D)





*Ilustración 7. Gráfico 3D simple generado a partir de primitivas. Tomado de: [il\\_340x270.1169936096\\_7ql3.jpg](http://il_340x270.1169936096_7ql3.jpg) (340x270) (etsystatic.com)*

Como podemos observar en la *ilustración 7*. En su inicio los gráficos tridimensionales solo brindaban información simple, limitada a la representación de polígonos en un entorno espacial virtual. No obstante esto dio el punto de partida a la generación de motores gráficos los cuales finalmente brindaron todas las herramientas visuales que nos permiten generar imágenes hiperrealistas en un entorno digital.

### **5.1.3.3 Motores Gráficos**

Aunque el término actualmente se aplica más a los motores de videojuegos, los motores de generación e interpretación de gráficos son una herramienta digital compuesta por un conjunto de instrucciones que se encarga de procesar uno o varios set de algoritmos complejos dando como resultado una imagen. Cada set de instrucciones se encarga de tratar un aspecto o propiedad puntual de la imagen como la luz, los sombreadores, los mapas de textura y las físicas visuales. Cada motor gráfico parte de una base o código común pero dependiendo del desarrollador incorpora algunas instrucciones que pueden mejorar el rendimiento o la calidad visual de la imagen generada. Entre las características que los componen podemos encontrar:

- **Sombreador o *Shader*:** Se refiere al proceso de variar o alterar el tono de un objeto, superficie o polígono en una escena tridimensional, basado en el ángulo con respecto a los puntos focales de luz y a su distancia con respecto a ellas.
- **Sombreado *Flat* (plano):** Es una técnica que altera el tono de cada polígono de un objeto basándose en su vector normal (dirección u orientación de la cara de un polígono) y la posición e intensidad de una fuente de luz. Esta técnica de sombreado es la más primitiva y básica, actualmente solo se usa en los modos de visualización en la interfaz de un *software* 3D.
- **Sombreado de *Phong*:** Es una técnica de sombreado derivada del sombreado *flat*, la cual promedia el resultado de la sombra de cada polígono con el fin de obtener una sombra lisa.

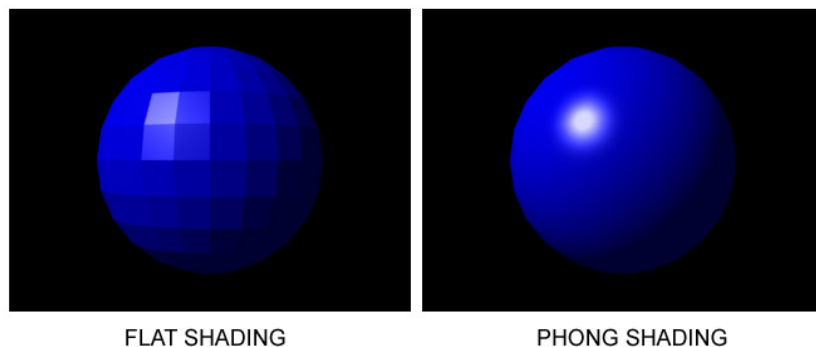


Ilustración 8. Comparativo de sombreado con técnica plana y Phong usando el mismo polígono. Tomado de: [Phong-shading-sample - Sombreado de Phong - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)

- **Mapas de texturas (*Mipmapping*):** Los mapas de texturas es una técnica presente en la interpretación de materiales PBR (*Physically based rendering*), Esta técnica consiste en interpretar una serie de mapas de imágenes y asignarles una propiedad de iluminación, elevación, posición, color o sombreado. Para posteriormente asignarlos a una superficie o material. Los mapas de texturas más usados por los motores gráficos son: *Normal map*, *Albedo*, *AO map*, *Bump map*, *Screen space reflection map*.

- **Ray Tracing:** Como expone James Arvo en su publicación *Backward ray tracing* (1986). Es la técnica más demandante y hasta el año 2018 sólo era capaz de ser ejecutada en motores de trazado de rayos usados en el cine y la animación. Consiste en emular el comportamiento real de la luz en un entorno virtual mediante el trazado de rayos desde un punto luminoso hasta la cámara virtual de la escena, calculando sus cambios a medida que rebota en las diferentes superficies de la escena. Estos cambios incluyen la dirección, el color, la absorción y la refracción.

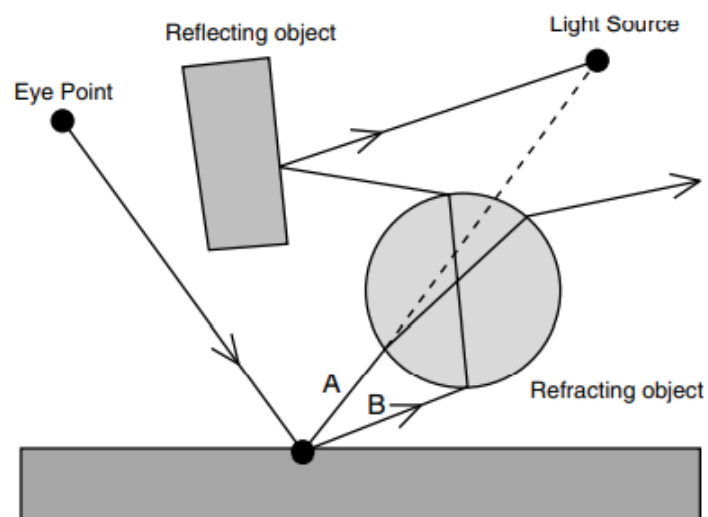
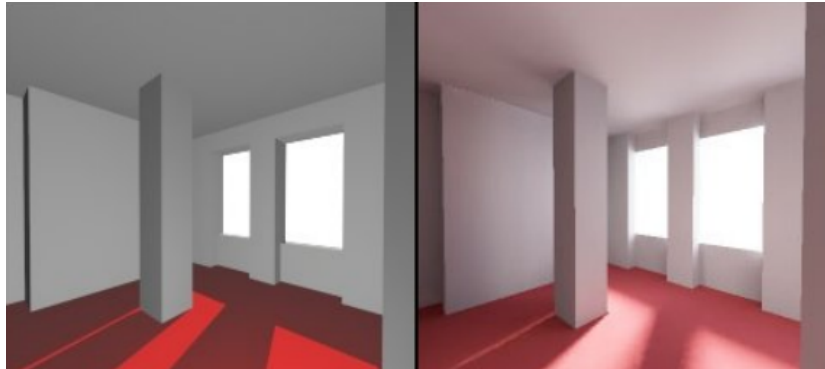


Ilustración 9. Infografía explicativa del rebote de rayos en diferentes superficies. Tomado de: [Backward.dvi \(washington.edu\)](http://Backward.dvi.washington.edu)

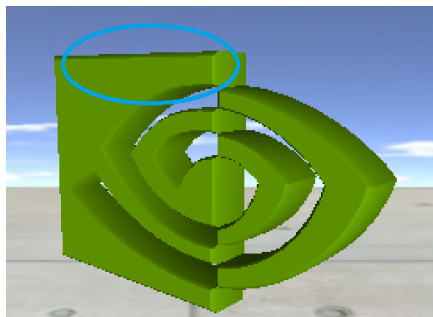
Aunque es una técnica que surge a medida del avance tecnológico en la computación gráfica la idea del trazado de rayos viene de aproximadamente el siglo XVI por Albrecht Durer posteriormente en 1982, Scott Roth usó el término emisión de rayos en el contexto de gráficos por computadora, aunque se trata de una versión mucho menos precisa. En la actualidad esta técnica fue incorporada en los videojuegos de forma parcial gracias al desarrollo realizado por *NVIDIA* la cual incorporó hardware dedicado en la interpretación de estos algoritmos (*RT CORES*).

- **Radiosity:** Es un conjunto de técnicas las cuales interpretan mediante cálculos la iluminación global de una escena tridimensional por medio de la transferencia de radiación para simular la iluminación (reflejada) indirecta en escenas con superficies difusas. Es ampliamente usada en motores gráficos en tiempo real debido al resultado realista que logra con pocos recursos.



*Ilustración 10. Izquierda iluminación directa. Derecha iluminación directa con radiosity. Tomado de: [computer\\_graphics.pdf \(jeuazarru.com\)](http://computer_graphics.pdf(jeuazarru.com))*

- **z-Buffering:** Es una técnica que permite optimizar la carga poligonal de una escena, mediante la definición de los diferentes elementos estableciendo qué elementos están visibles y ocultos.
- **Antialiasing:** En gráfica computacional se define como la técnica que minimiza el efecto sierra presente en los bordes de los objetos. Este efecto se ve en mayor medida en objetos curvos o redondeados.



*Ilustración 11. Modelo 3D con borde dentado. Tomado de: <https://www.nvidia.com/es-es/>*

- **Rendering:** Renderizado (render en inglés) es el término que se refiere al procesado final de la imagen, este se vale de la combinación de las técnicas anteriormente descritas para arrojar un resultado visual final.



*Ilustración 12. Imagen renderizada combinando las diferentes técnicas y algoritmos gráficos. Imagen de creación propia.*

Actualmente los motores de gráficos se clasifican en dos tipos: motores por rasterización (comúnmente conocidos como motores de videojuegos) y motores por trazado de rayos.

- **Motores de gráficos por trazado de rayos:** los motores de gráficos por trazados de rayos se valen de la técnica de *Ray Tracing* para renderizar una imagen. Estos son ampliamente usados en la visualización arquitectónica y la producción audiovisual, siendo *VRay* y *Renderman* los más conocidos en estos dos campos. Parte de su surgimiento y su introducción al séptimo arte se dió gracias a Steve Jobs y el estudio de animación Pixar, introduciendo la primera película totalmente realizada por gráficos computacionales en 1995 *Toy Story*. Actualmente existen muchos motores gráficos que usan este método de interpretación gráfica, algunos de los más populares

son: *Octane render*, *Cycles Blender*, *Corona*, *AMD Pro-Radeon*, *Renderman*, *Nvidia Mental Ray*, entre otros.



*Ilustración 13. Frame renderizado de la película Toy Story 3.*

Tomada de: [Pixar Animation Studios](#)

- **Motores de gráficos por rasterización:** Contrario a los motores gráficos por *Ray Tracing*, los motores por rasterización usan técnicas de simplificación para generar imágenes. Para ello recurren a algoritmos simples que interpretan los diferentes fenómenos físicos y ópticos como el *Ray Casting* el cual limita los objetos renderizados en una escena a únicamente los que salgan en el plano de la cámara virtual.

Esta técnica es ampliamente usada en los motores de videojuegos, debido a que como requerimiento estos necesitan renderizar un gran número de frames por segundo para que la experiencia de juego sea fluida y agradable. Algunos de los motores de renderización por rasterización más populares son *Unity*, *Unreal Engine*, *Cryengine* y en el caso de *Blender Eevee Render*.

#### **5.1.3.4 Diseño asistido por ordenador (CAD)**

Se entiende al diseño asistido por ordenador o por sus siglas en inglés (CAD) al proceso por el cual se usa entornos digitales (*software* y *hardware*) para asistir procesos de diseño.

La metodología de trabajo (CAD) consiste en el uso de programas de ordenador para crear, modificar, analizar y documentar representaciones gráficas bidimensionales o tridimensionales (2D o 3D) de objetos industriales o arquitectónicos. Esta técnica surgió a partir de la implementación del ordenador y su entorno gráfico como herramienta principal en sustitución a las herramientas de representación tradicional análogas. Una de las principales ventajas del diseño asistido por ordenador es el agilizar el proceso de diseño, mejorar la visualización de los subensambles, de las piezas y del producto final, al igual que reutilizar fácilmente los datos de diseño y las mejores prácticas de desarrollo en procesos posteriores

En la actualidad las metodologías CAD se han implementado en procesos artísticos, uno ejemplo de lo anterior es su implementación en el cine, la animación y los efectos visuales; igualmente en la visualización e idealización de espacios ya sea para espacios idealizados para ser construidos como en el arte conceptual para entornos de fantasía o ciencia ficción.

### **5.2 Fase Proyectual**

En la fase proyectual se procede al desarrollo creativo planteado, para ello es importante establecer unos parámetros iniciales que permitan delimitar las características y alcances del mismo, con el fin de establecer una base referencial y metodológica adecuada.

- Este proyecto desarrollará una obra ilustrada usando técnicas de producción tridimensional que habitualmente son usadas en la visualización arquitectónica, médica y de ingeniería.

- Se usará Blender 3D como herramienta artística y se explorará el motor de render más adecuado para la obra final *Cycles* (motor por *Ray Tracing*) o *Eevee* (Motor por rasterización).
- El proyecto partirá desde una base referencial interdisciplinar: arquitectura, arte contemporáneo, diseño y sus profesiones auxiliares.
- Debido a que el proyecto se aborda desde un entorno digital, su implementación y publicación se hará igualmente desde los medios digitales. Igualmente se plantea la posibilidad de implementar interactividad en su visualización.
- Se realizará un proceso exploratorio que aborde diferentes perspectivas artísticas dentro de Blender, con el fin de evaluar las capacidades representativas del *software*.
- Se abordará únicamente la representación de espacios y entornos; descartando la ilustración humana y el modelado 3D orgánico.

### **5.2.1 Etapa creativa**

Teniendo los parámetros iniciales, a continuación se expone el proceso desarrollado en la creación del proyecto, partiendo desde la exploración general del medio de desarrollo, el proceso referencial y el desarrollo final.

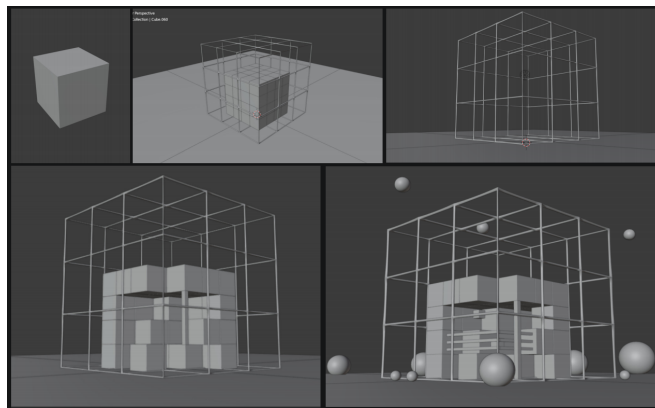
#### **5.2.1.1 Toma de partida**

Como toma de partida se evaluó la viabilidad del desarrollo proyectual del TFM debido a que el Máster en Dibujo de la Universidad de Granada tiene una proyección artística abordada esencialmente desde las bellas artes. Para ello se recurrió a las propias prácticas de tres asignaturas impartidas en el máster: *Dibujo expandido*. *Dimensión tridimensional del dibujo*, impartida por la profesora Ana García López; *Dibujo y patrimonio*. *El dibujo arqueológico*, impartida por la profesora Asunción



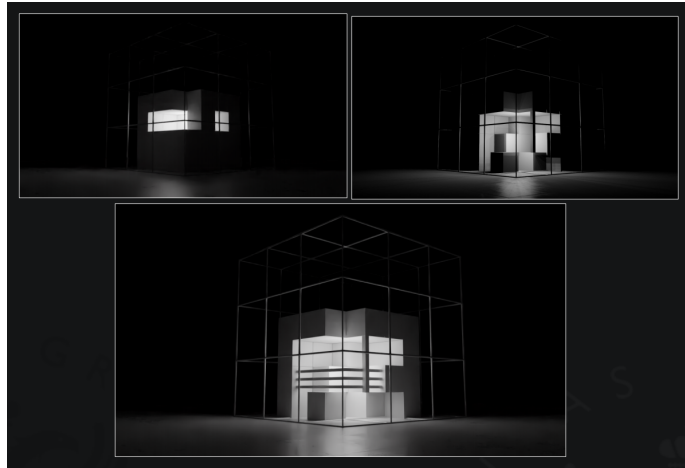
Jódar Miñarro, y *Dibujo y Geometría I. Análisis formal y conceptual*, impartida por los profesores Francisco Caballero Rodríguez y Gloria Lapeña Gallego.

- **Dibujo expandido. Dimensión tridimensional del dibujo:** La práctica propuesta para esta asignatura consistió en desarrollar un proceso de experimentación con la luz por medio de herramientas digitales 3D, con el fin de explorar las capacidades y limitaciones creativas del *software* en este aspecto y los procesos necesarios para el desarrollo de la obra propuesta en el TFM. Para ello se creó un escenario simple en donde solo se involucraron primitivas de modelado y formas geométricas simples (esferas, cubos y cilindros).



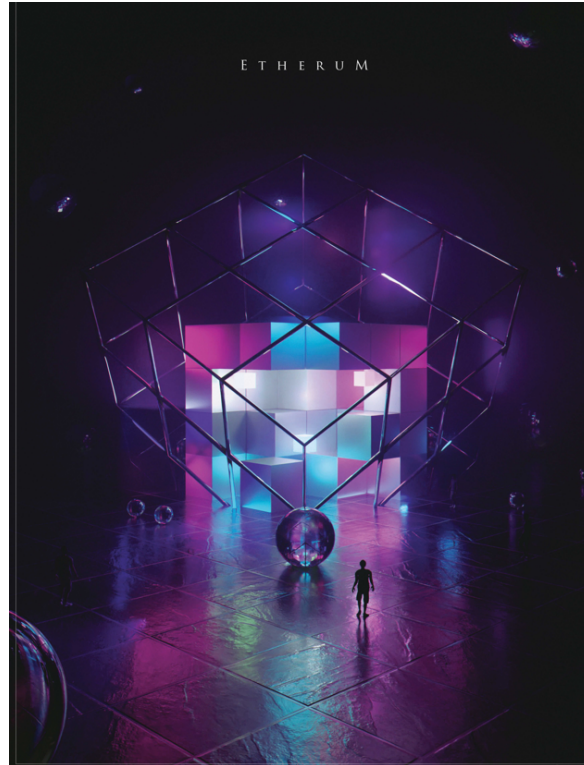
*Ilustración 14. Escenario simple creado para el proceso experimental de la práctica. Imagen de creación propia*

Posteriormente a la creación del escenario, se pasó directamente al proceso de iluminación, obviando procesos que habitualmente se hacen con anterioridad, como la definición de texturas y materiales.



*Ilustración 15. Proceso experimental con luces puntuales y difusas en un ambiente oscuro. Imagen de creación propia*

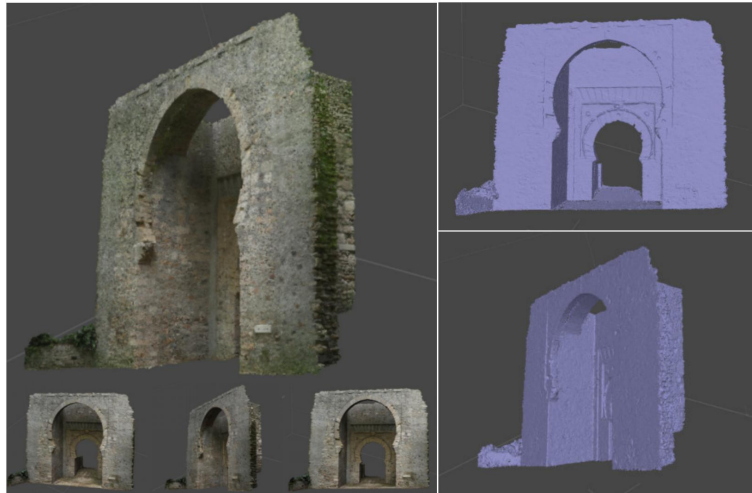
A continuación se revelaron los siguientes elementos de la composición y se alteraron los materiales de cada uno para experimentar la forma en que la luz actúa en ellos. Finalmente se decidió experimentar con las propiedades de las superficies con el fin de jugar con el reflejo de los objetos en ella, añadiendo nuevas propiedades del *Software* y experimentando con ellas en la composición final. Por último, se cambiaron de forma aleatoria los tonos de las luces de la escena, tomando como parámetro dos colores principales: azul y magenta.



*Ilustración 16. Resultado final del proceso experimental. Imagen de creación propia*

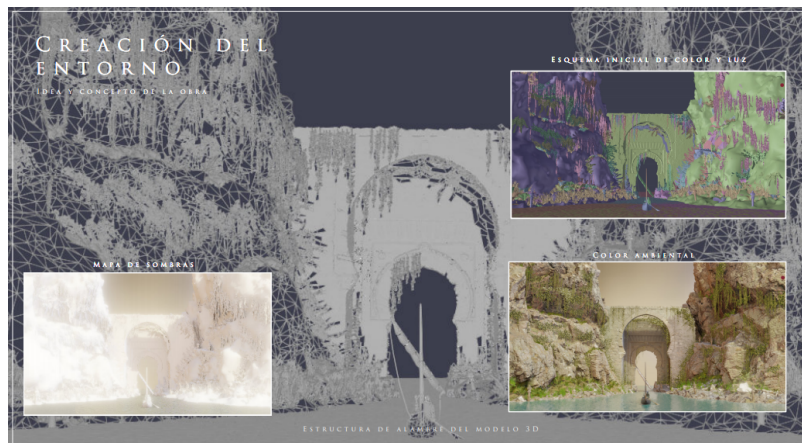
- **Dibujo y patrimonio. El dibujo arqueológico:** La práctica propuesta para esta asignatura consistió en desarrollar una reinterpretación gráfica de un elemento patrimonial arquitectónico de la ciudad de Granada (La puerta de Bib-Rambla). Para ello se decidió realizar la obra ilustrada usando diferentes técnicas de creación digital, con el fin de determinar nuevas herramientas de representación digital más allá del *software* 3D e igualmente evaluar la incorporación de las mismas en el flujo de trabajo de Blender. Adicionalmente y como práctica de estudio para el desarrollo del TFM, se exploró la capacidad de Blender a la hora de crear un bioma, explorando los límites de la herramienta en cuanto a la cantidad de polígonos con el fin de encontrar el modo más adecuado para crear entornos altamente detallados.

La técnica incorporada fue el escaneo fotográfico de objetos (fotogrametría) la cual se usó para hacer una reconstrucción virtual del objeto arquitectónico.



*Ilustración 17. Scan de la puerta de Bib-rambla obtenido a partir de fotografías. Imagen de creación propia*

Posteriormente se interpretó el objeto visualizándolo en un entorno completamente diferente, realizando un proceso de reinterpretación visual acorde a los objetivos de la práctica de la asignatura, pero realizándose a través de una herramienta 3D como Blender.

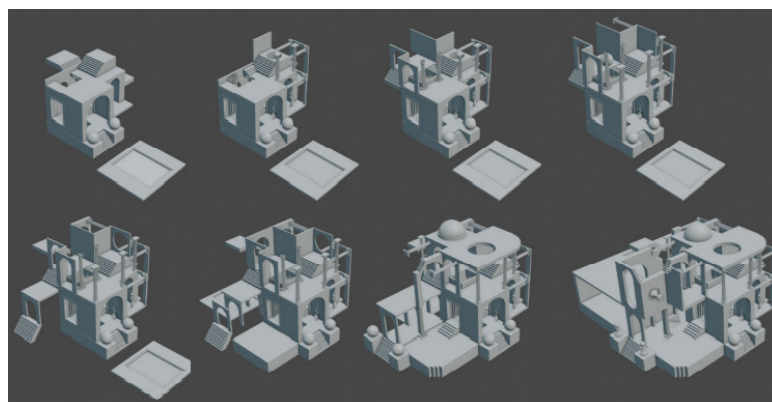


*Ilustración 18. Proceso creativo de la práctica. Creación propia.*



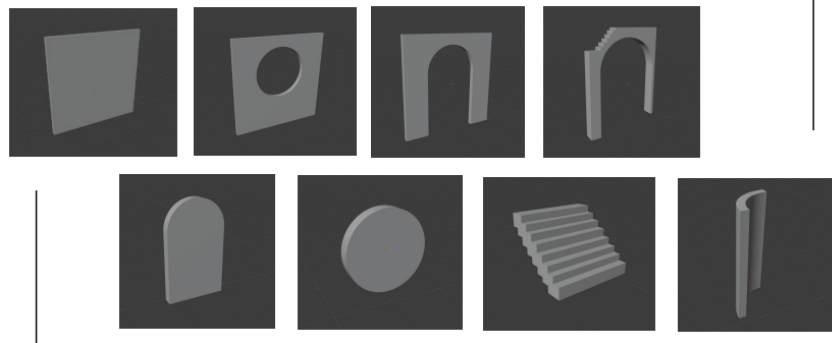
*Ilustración 19. Resultado final de la práctica. Creación propia.*

- Dibujo y Geometría I. Análisis formal y conceptual:** Para la práctica de esta asignatura se exploró el aspecto formal, priorizando la creación experimental por medio de la exploración de diferentes herramientas de modelado presentes en Blender. También se exploró la técnica más adecuada para crear arquitectura onírica a partir de la herramienta 3D sin necesidad de realizar un proceso de boceto previo. No obstante, se aplicaron los procesos desarrollados para las prácticas vistas anteriormente, partiendo de una base referencial artística.

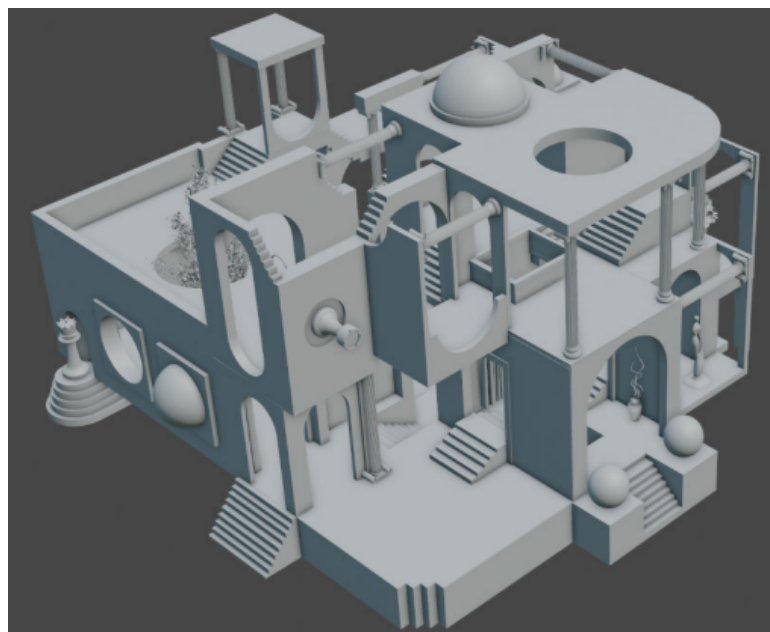


*Ilustración 20. Proceso creativo experimental en la etapa de modelado desarrollado para la práctica de la asignatura. Creación propia.*

El proceso de modelado se realizó mediante la creación de objetos modulares simples, los cuales al unirse generan geometrías complejas. Gracias a la realización de este proceso se pudo determinar el método de modelado 3D más adecuado para realizar un entorno modelado directamente en el *software*.



*Ilustración 21. Módulos geométricos. Creación propia.*



*Ilustración 22. Entorno arquitectónico final creado mediante módulos geométricos. Creación propia.*



Finalmente y aplicando las técnicas desarrolladas en las prácticas expuestas anteriormente (luz y entorno) se creó la composición final de la ilustración 3D, dando como resultado la obra final titulada ENCÉLADO.



*Ilustración 23. Ilustración 3D final creada para la asignatura, Vista A.  
Creación propia.*



*Ilustración 23. Ilustración 3D final creada para la asignatura, Vista B.  
Creación propia.*



*Ilustración 23. Ilustración 3D final creada para la asignatura, Vista C.  
Creación propia.*

### **5.2.1.2 Implicaciones**

A partir de la retroalimentación obtenida en el desarrollo de las tres prácticas expuestas, se determinó la ruta más adecuada a seguir, teniendo en cuenta las limitaciones y ventajas que Blender tiene como herramienta creativa y productiva. Igualmente es importante recalcar que se evaluaron las limitaciones del *hardware* disponible, ya que este juega un papel clave en el proceso de desarrollo de la obra final.

- Debido a las características de la obra propuesta para el TFM es más adecuado usar la técnica de procesamiento por trazado de rayos (*Ray tracing*) para el procesado de las ilustraciones finales. Para ello se estableció el uso exclusivo del motor de render *Cycles*.
- El proceso constructivo más adecuado para la arquitectura representada es la creación por medio de módulos geométricos. Estos pueden ser un objeto puntual como muros, pórticos o dinteles; o un conjunto de elementos completo, como un espacio entero que posteriormente se pueda multiplicar y acoplar a otros.
- El proceso de iluminación y materialización (asignación de materiales y de sus propiedades en cada objeto) debe ser



paralelo al proceso constructivo del entorno, con el fin de ver en tiempo real el ambiente, dando la libertad de modificar aspectos gráficos y estéticos.

- Para tener mayor libertad creativa es ideal que los lineamientos del ambiente propuesto sean completamente abiertos. Para ello, la mejor propuesta es crear un ambiente onírico o de fantasía. No obstante, para acotar el proceso de referenciación visual se establece como parámetro principal recrear un entorno en el mismo universo imaginario de ENCELADO, obra final de la práctica de la asignatura *Dibujo y Geometría I*.
- Tanto el modelo como el entorno (Bioma) deberán ser entendibles desde cualquier punto de vista. Esto permitirá crear imágenes panorámicas en 360°, las cuales se implementarán en la fase de evaluación a modo de recorrido virtual VR.

### 5.2.1.3 Referencias visuales (Etapa inicial)

Al igual que cualquier proceso de desarrollo creativo se estableció como punto de partida la creación de un marco referencial de autores y estilos artísticos.

- **Diseño paramétrico:** Se denomina diseño paramétrico a un proceso de diseño basado en parámetros y reglas que definen inicialmente, permitiendo establecer requerimientos formales del diseño.

Al tener un proceso creativo modular desde el diseño, se estableció este estilo como referente principal para el desarrollo de la obra construida y el espacio arquitectónico a representar. Referenciado el trabajo de Antoni Gaudí, Zaha Hadid y Neri Oxman.



*Ilustración 24. Un modelo de fuerza de la Colònia Güell por Antoni Gaudí*

Tomada de:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o\\_param%C3%A9trico#/media/Archivo:Maqueta\\_funicular.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_param%C3%A9trico#/media/Archivo:Maqueta_funicular.jpg)



*Ilustración 25. Beijing Daxing Airport de Zaha Hadid. Tomada de:*

<https://blog.reistock.com/2019/03/13/hasta-mayo-estara-abierta-la-muestra-sobre-antoni-gaudi/>

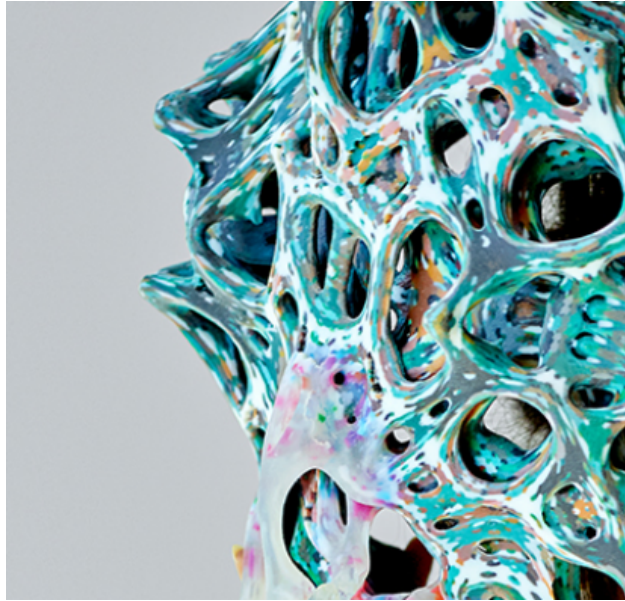


Ilustración 26. Concepto formal naturalista de Neri Oxman. Tomada de:  
<https://mexicodesign.com/neri-oxman/>

- **Land art:** Conocida como una corriente del arte contemporáneo en la que el paisaje y la obra de arte están estrechamente enlazados.

Si bien el land art es una corriente artística que interviene directamente un espacio real, su estética visual en las formas y su naturalismo se usaron como referentes visuales para la creación del ambiente natural y la ambientación del bioma para la representación final. Algunos de los artistas referenciados fueron Robert Smithson y Lucien den Arend. De igual forma se exploró el proyecto *Milagrosa espiral de güejar sierra*, trabajo realizado por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Granada.



Ilustración 27. Robert Smithson. *Spiral Jetty*. Tomado de:  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spiral-jetty-from-rozel-point.png>



Ilustración 28. Lucien den Arend, *Stainless steel*, Haarlem. Tomado de:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Lucien\\_den\\_Arend](https://en.wikipedia.org/wiki/Lucien_den_Arend)



- **Light art:** Es un arte aplicado en que la luz es el medio principal de expresión. Consiste en la manipulación de luces, colores y sombras para crear una obra visual la cual puede ser expuesta en diferentes soportes, medios o entornos como galerías interiores, maquetas, o al aire libre en acontecimientos como festivales. Cabe mencionar que esta corriente artística también puede ser una interacción entre la luz y un espacio arquitectónico.

Para diseñar la iluminación interior del espacio arquitectónico planteado para la obra final se exploró el trabajo de artistas como James Turrell y Dan Flavin,



*Ilustración 29. James Turrell, Spaces. Tomado de:*

<https://jamesturrell.com/work/stonesky/>



*Ilustración 30. Sitio-instalación concreta por Dan Flavin, 1996, Menil Colección. Tomado de: [SuperNaturalBreakdancer - Light art - Wikipedia, la enciclopedia libre](#)*



*Ilustración 31. Courtesy of the Daniel Templon gallery, Paris and of Bertrand Huet/Tutti. James Casebere, Flooded Street, 2007. Tomado de: [James Casebere - EXHIBITIONS - Les Rencontres d'Arles \(rencontres-arles.com\)](#)*

- **Vaporwave:** El estilo Vaporwave es asociado inicialmente a la música, y hace referencia a la forma de producción musical que se tenía en los años 80's y 90's. No obstante, la gráfica y el arte que acompañaba a los grupos o artistas de este género se fue asociando al diseño gráfico, convirtiéndose en un estilo artístico independiente.

Este estilo fue la referencia principal para el Look final de la obra, debido a su combinación y contraste de tonos entre cálidos y fríos, los cuales pueden ayudar a resaltar la intención de recrear un ambiente onírico. Igualmente se utilizó como referente para la creación de materiales para los diferentes objetos de la escena.

Al ser un estilo artístico relativamente moderno y que ha adquirido relevancia en los últimos años la mayoría de los artistas son independientes, no obstante se tomó el trabajo de Matías Vivanco Brellenthin y la diseñadora de interiores Patricia Bustos.

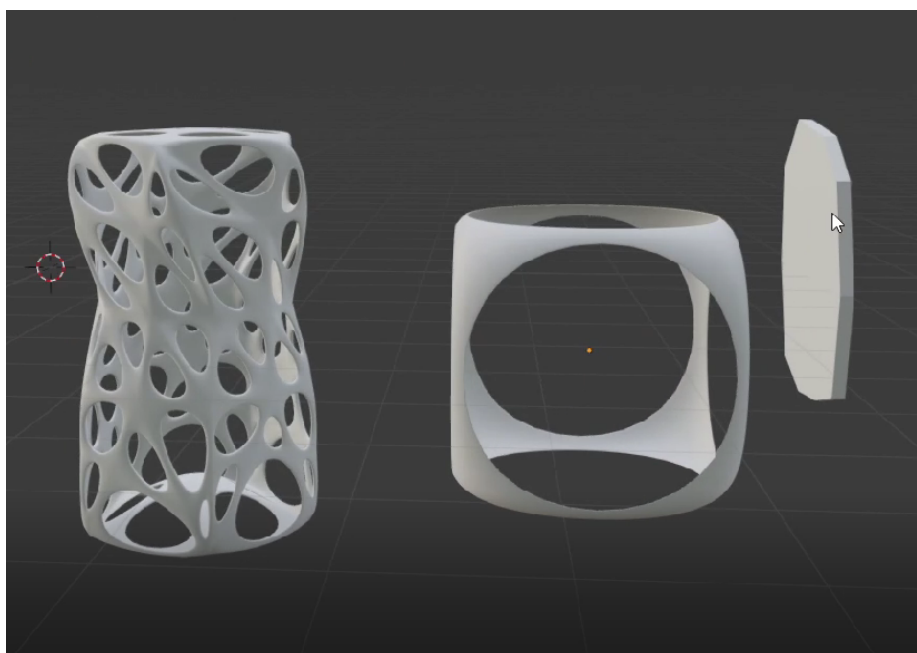


*Ilustración 32. Trabajo de ilustración 3D desarrollado por Brellenthin Tomado de: <https://co.pinterest.com/pin/808536939331028946/>*

#### 5.2.1.4 Etapa de modelado 3D

En el desarrollo creativo de proyectos de visualización arquitectónica el punto inicial se da a partir de la entrega de la planimetría y los diseños suministrados por el arquitecto o ingeniero civil. No obstante, este proyecto planteó su desarrollo sin tener que recurrir a un proceso previo de diseño, por lo que la concepción del espacio arquitectónico, su hábitat y su bioma o entorno se dió de forma paralela desde el entorno del *software* 3D.

Como primer paso se recurrió a los elementos formales presentes en la arquitectura paramétrica. Para ello se planteó la construcción inicial de un elemento geométrico que diera la versatilidad de poder acoplarse a otros objetos, permitiendo generar formas más complejas.

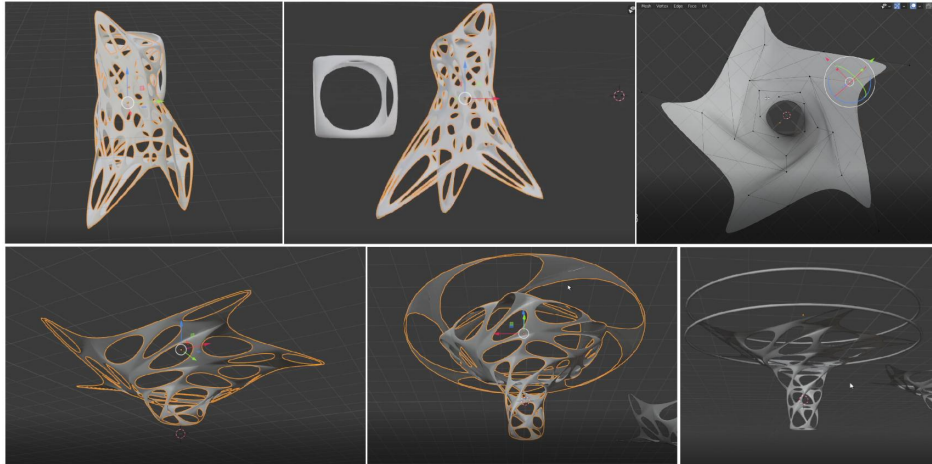


*Ilustración 33. Módulo geométrico inicial. Creación propia.*

Este módulo se generó mediante un cubo subdividido y editado, posteriormente se añadió una malla (*Lattice*) de deformación para alterar la forma, por último se añadió un modificado de forma (*Wireframe*) que permite visualizar únicamente malla de la geometría, dando el efecto visual de una estructura tipo alambre-panal. Una vez conseguido el efecto visual deseado se procedió a experimentar con la

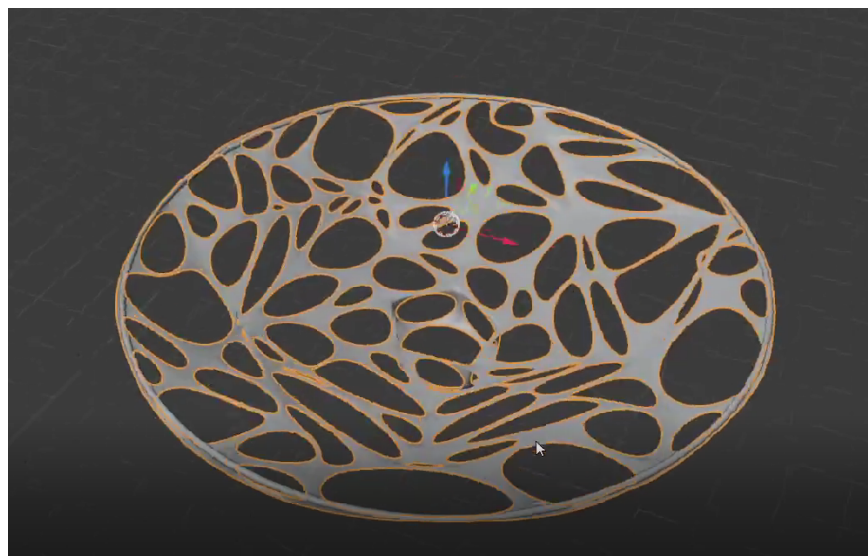


forma, con el fin de crear un primer nicho. A continuación se muestra el proceso de experimentación formal en el que se muestra desde la idea inicial hasta la definición del nicho final.

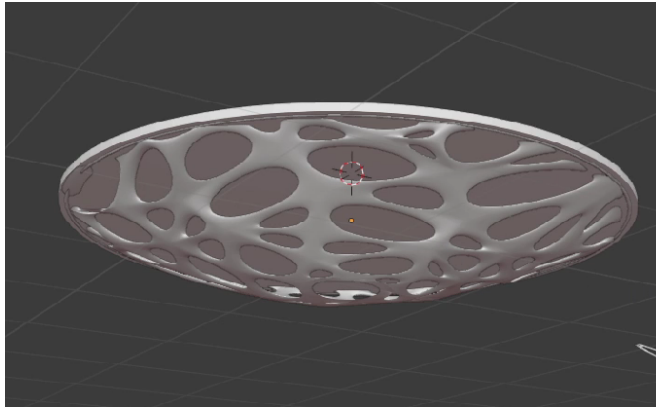


*Ilustración 34. Proceso creativo de nicho o hábitat. Creación propia.*

A partir del proceso experimental de modelado se tomó la decisión de crear cada nicho con un estilo de plataforma, incorporando la malla paramétrica en su base y en su soporte, permitiendo que cada plataforma en sí se comportara como módulo de repetición y cada una de ellas cumpliera el rol de un área del hábitat arquitectónico.

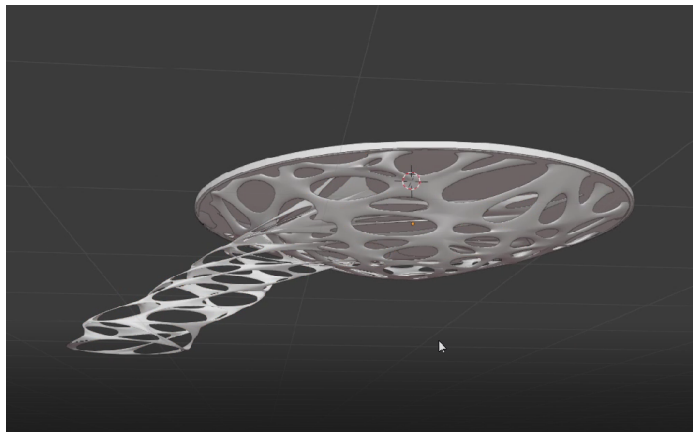


*Ilustración 35. Base paramétrica de la plataforma. Creación propia.*

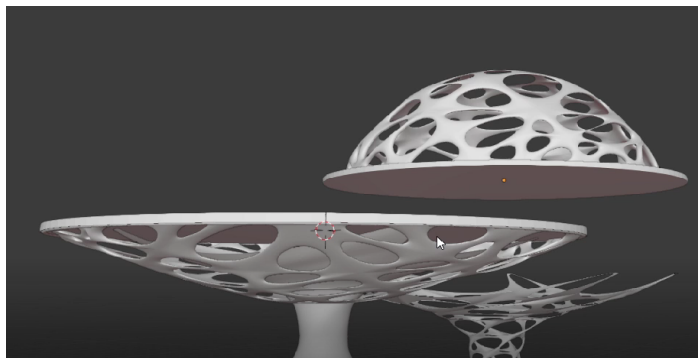


*Ilustración 36. Modelado de la plataforma completo. Creación propia.*

Tomando la forma general de la plataforma, se crearon dos variantes con la intención que cada una cumpla una función espacial diferente en el hábitat arquitectónico.



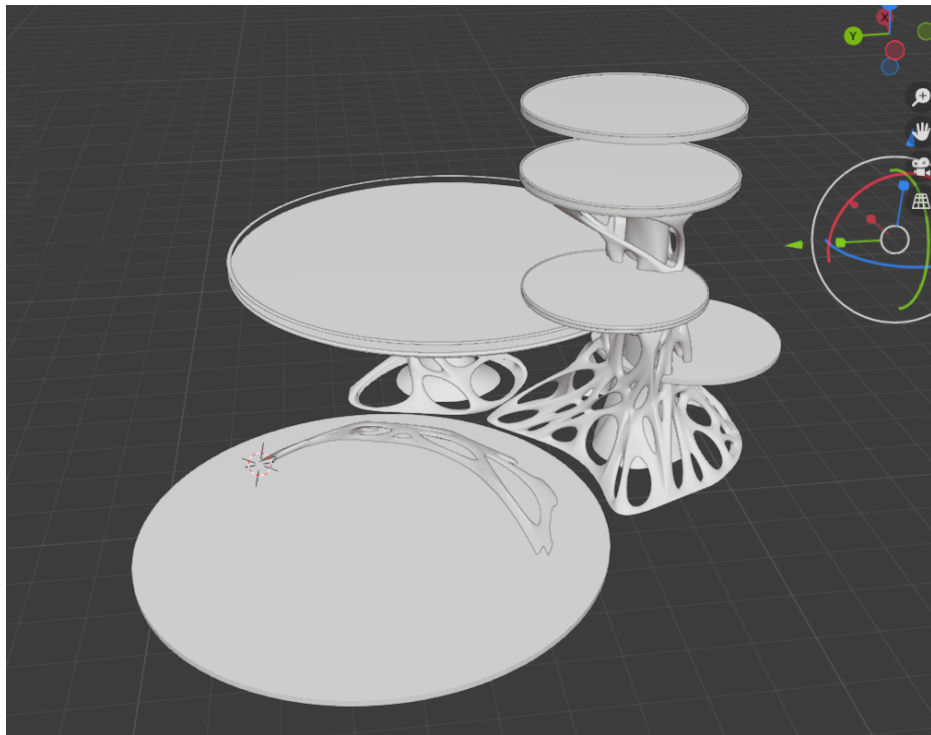
*Ilustración 37. Variante de la plataforma A. Creación propia.*



*Ilustración 38. Variante de la plataforma B. Creación propia.*

Para finalizar el proceso de modelado se establecieron cuatro áreas para el hábitat arquitectónico, los cuales son: área social con un lago artificial a modo de espejo de agua, área social en altura dispuesta en la plataforma A y conformada por una zona de descanso y una piscina continua o “sin fin”, área de lobby con una pequeña sala de estar en la plataforma B y por último una zona privada cubierta compuesta por un lobby, mirador y un cuarto principal plataforma C. Para conectar cada plataforma se plantea indirectamente un elevador el cual funcionaría a lo largo de la estructura principal y una escalera tipo caracol o espiral desde la plataforma A hasta el Lobby de la plataforma B.

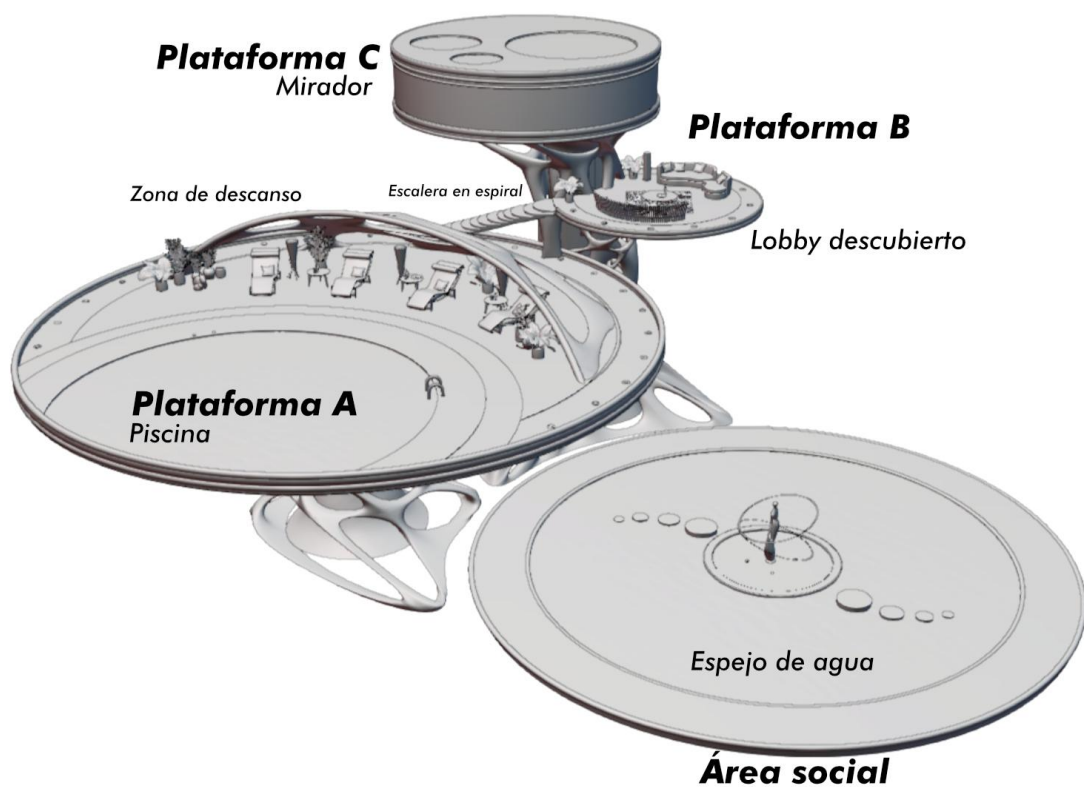
Una de las grandes dificultades encontradas al finalizar el proceso de modelado fue la gran cantidad de polígonos en el modelo 3D. Para solucionarlo se llevó a cabo un proceso de retopologizado de la malla, con el fin de minimizar la cantidad de vértices, caras y aristas sin dañar o variar el resultado visual del modelo.



*Ilustración 39. Modelo general del espacio arquitectónico en su versión pre final. Creación propia.*

Para amueblar y ambientar el espacio habitado del entorno arquitectónico se recurrió a la galería libre de modelos 3D externa *Bledswap.com*. Es importante recalcar que durante esta etapa de ambientación se modificó parcialmente la disposición de las plataformas y en el caso de la plataforma A se modificó parte del diseño inicial visto en la *ilustración 39*.

A continuación se muestra un diagrama general del espacio arquitectónico completo, en el cual se observan las diferentes áreas diseñadas y su disposición entre ellas en vista *Flat shading* sin materiales.

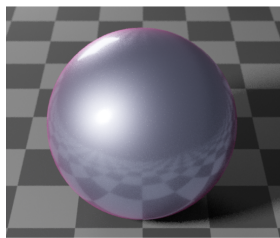


*Ilustración 40. Esquema general del modelo arquitectónico con sus áreas descritas. Creación propia.*

### 5.2.1.5 Puesta de materiales PBR

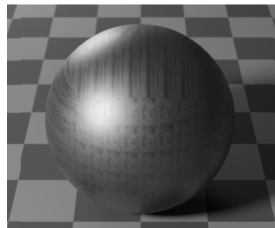
Teniendo en cuenta los referentes artísticos citados, se decidió asignar materiales metálicos, principalmente en tonos grises y plateados; no obstante para generar contraste visual en el modelo arquitectónico se usaron materiales utópicos como metales tornasolados, cuyas propiedades visuales se comportan como un cristal, aunque funcionalmente actúan como un metal reforzado. También se usaron materiales para tapizar suelos y acabados tanto de los interiores como de las áreas exteriores. A continuación se ilustran los materiales seleccionados junto con los mapas de nodos usados para la creación de cada uno.

- **Metal tornasolado onírico:**



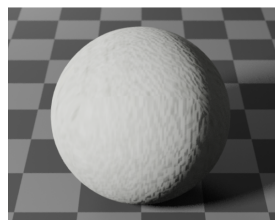
*Ilustración 41. Previsualización del material. Creación propia.*

- **Metal cepillado:**



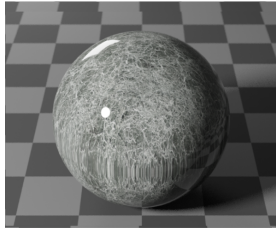
*Ilustración 42. Previsualización del material. Creación propia.*

- **Concreto blanco:**



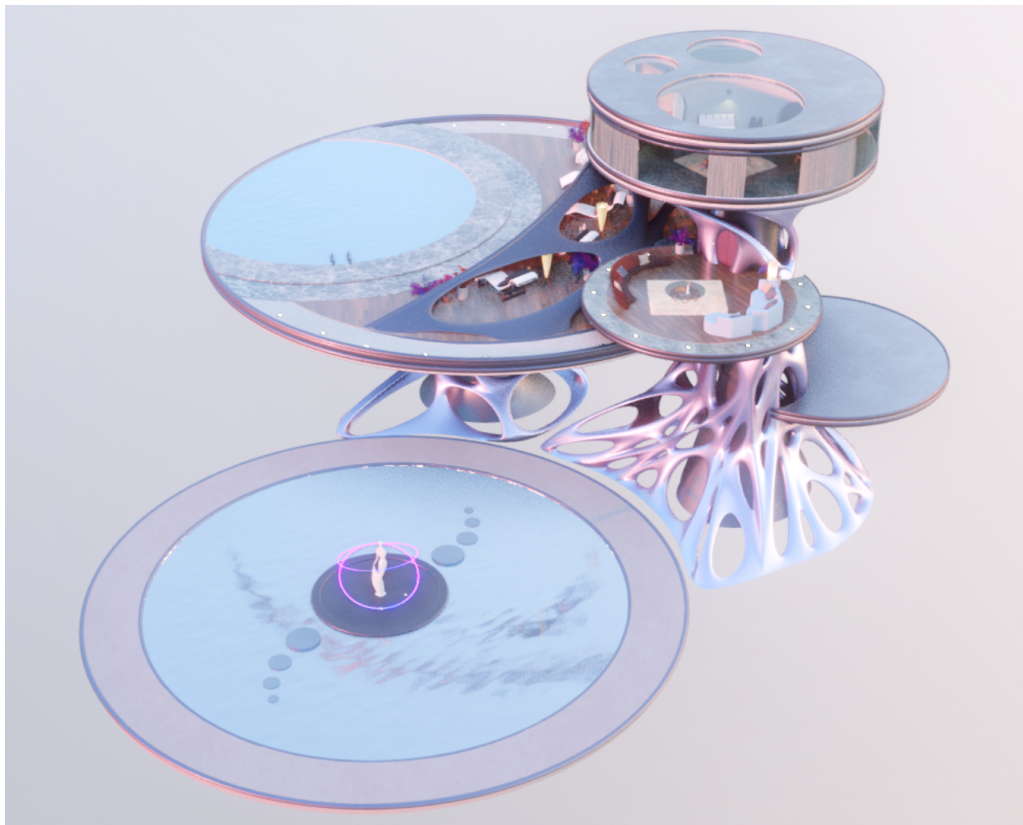
*Ilustración 43. Previsualización del material. Creación propia.*

- **Marmol para exteriores:**



*Ilustración 43. Previsualización del material. Creación propia.*

A continuación se muestra la composición final de materiales implementados en el modelo 3D final, incluyendo el mobiliario y modelos de ambientación interior y exterior.



*Ilustración 44. Previsualización de la composición de materiales finales para el modelo arquitectónico. Creación propia.*



### 5.2.1.6 Ambientación natural

El proceso de ambientación del entorno y el bioma para el modelo arquitectónico se referenció principalmente en los artistas de Land art y el el trabajo de Antoni Gaudí, debido a la intención que se tenía en un principio de vincular las formas curvas con el naturalismo presente en esta corriente artística. Para ello se creó una vegetación frondosa, intentando simular un ambiente boscoso que ocultara la parte inferior de las estructuras arquitectónicas, dando la ilusión de que las plataformas emergieron de los árboles y resaltando los hábitats de las mismas.

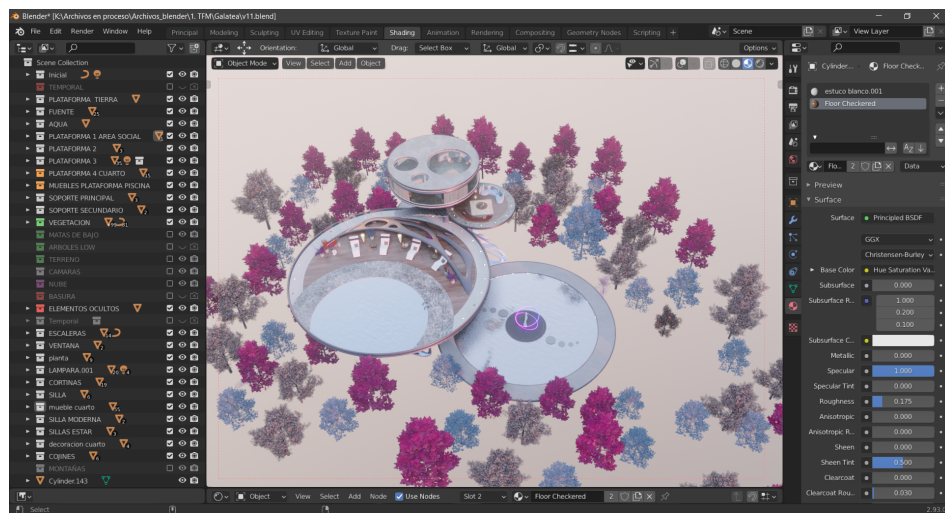
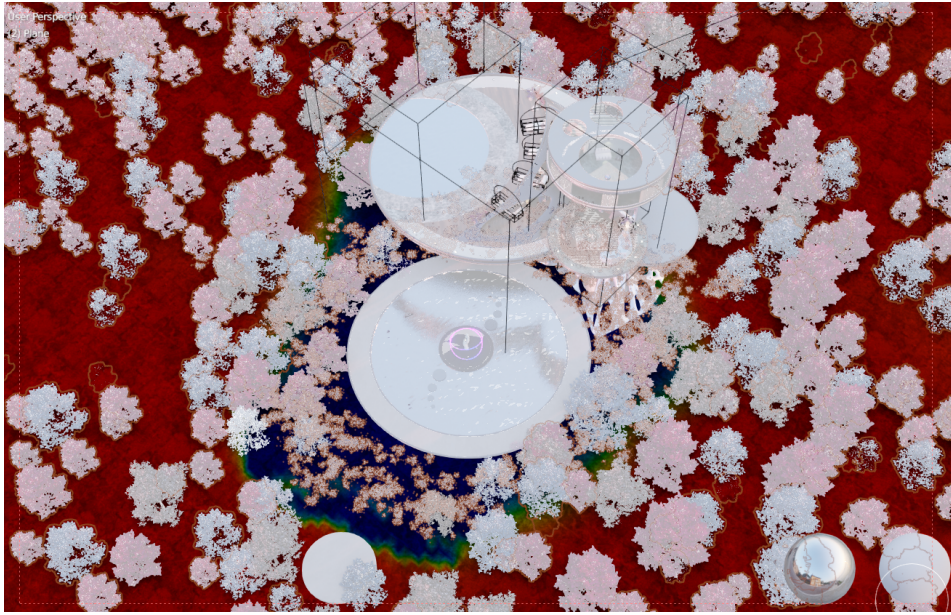
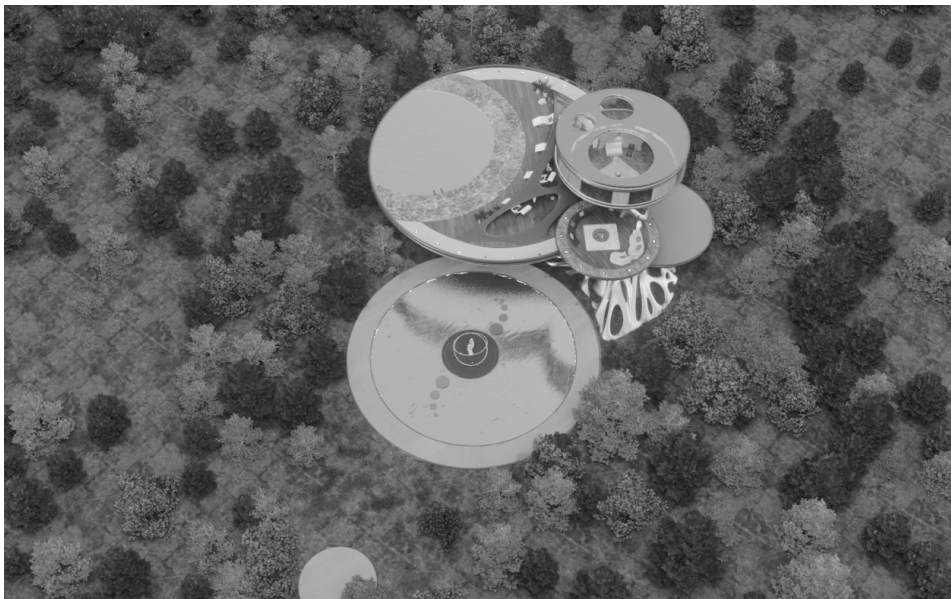


Ilustración 45. Disposición inicial de la vegetación. Creación propia.

Posterior a la creación de la vegetación cercana se procedió a usar sistemas de partículas para generar una vegetación procedural y aleatoria en el resto del terreno. Esto permite ambientar por completo el espacio sin necesidad de posicionar cada árbol o planta de forma manual e igual simular la aleatoriedad y el caos presente en la naturaleza viva. El color de la vegetación se dio principalmente por la gama de colores referenciada de la estética vaporwave variando de todo dependiendo del tipo de árbol o planta, esta variación se determinó igualmente de manera procedural y aleatoria indicando como parámetros al software los dos tonos principales de la paleta de color.

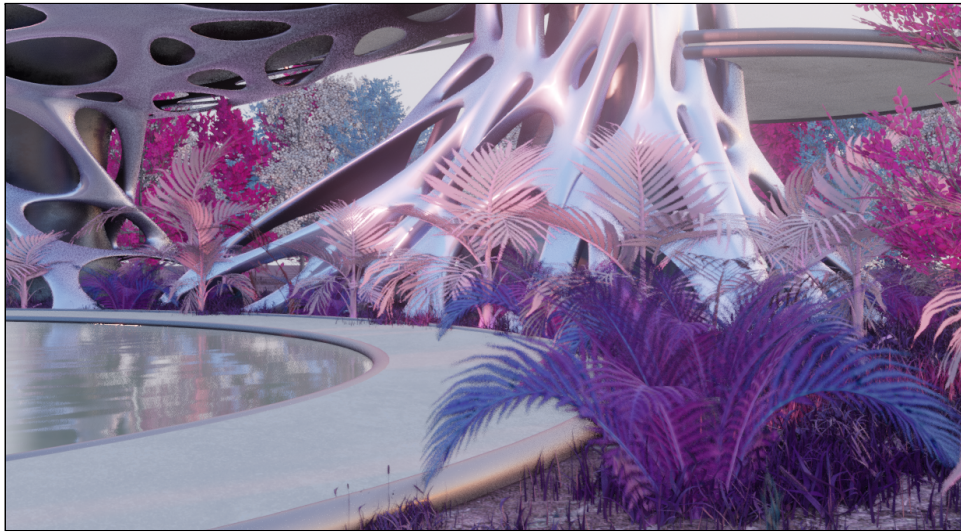


*Ilustración 46. Disposición de pesos y distribución de la vegetación alta, en rojo las zonas generadas, en azul las zonas libres. Creación propia.*



*Ilustración 47. Distribución final de la vegetación. Creación propia.*





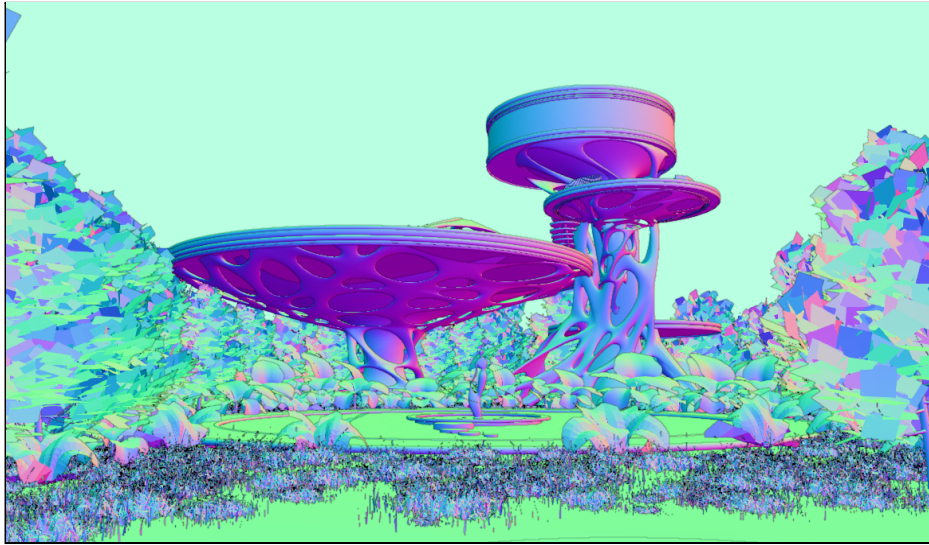
*Ilustración 48. Detalle de la vegetación de baja altura. Creación propia.*

#### **5.2.1.7 Ambientación final e iluminación**

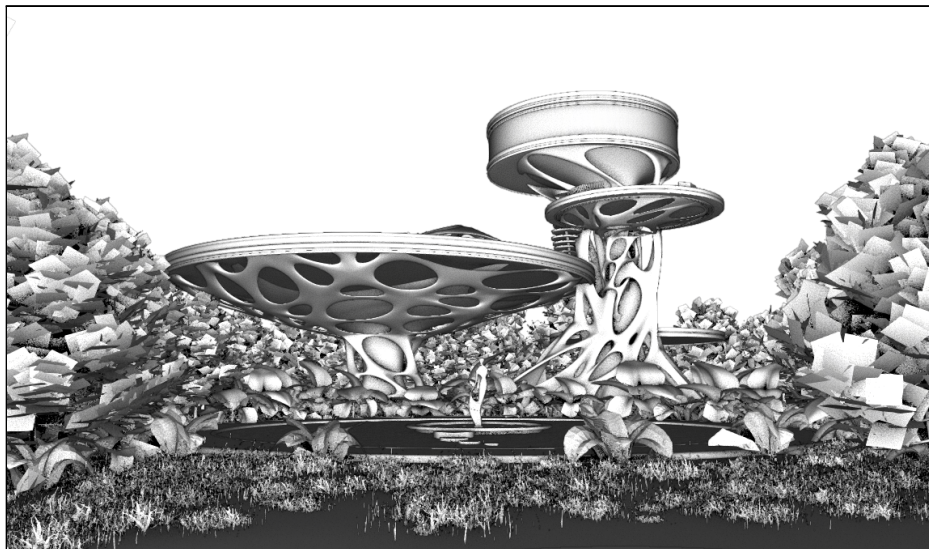
El proceso final de la fase creativa es la ambientación e iluminación general del entorno. Esta se desarrolló teniendo en cuenta el trabajo revisado de James Turrell, tomando los aspectos trabajados en su obra “spaces” a la hora de iluminar artificialmente ambientes exteriores y combinando dicha iluminación con la oclusión y radiosidad natural ambiental.

De igual forma se tomó en cuenta para el resultado visual y las gamas de colores presentes en la estética *Vaporwave* tomando como “hora naranja” el momento de luminosidad adecuado para la obra final debido a su predominancia de tonos naranjas y rojos en contraste con los tonos violetas y azules profundos.

A continuación se expone el proceso de iluminación ambiental, partiendo desde el análisis del mapa de normales, los mapas de oclusión ambiental con el fin de obtener un resultado óptimo antes de tener un primer acercamiento a la iluminación final.



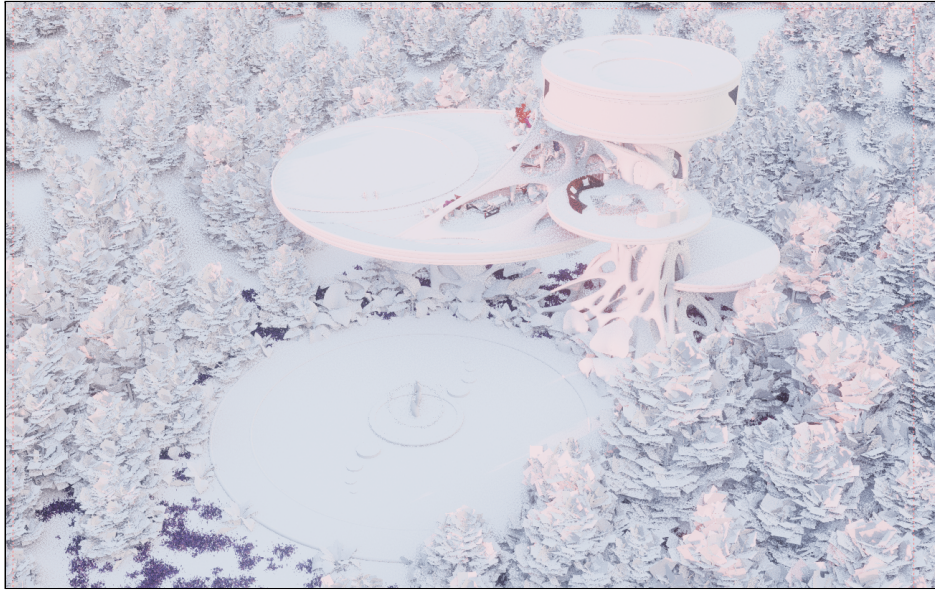
*Ilustración 49. Mapa de normales y radiosidad. Creación propia.*



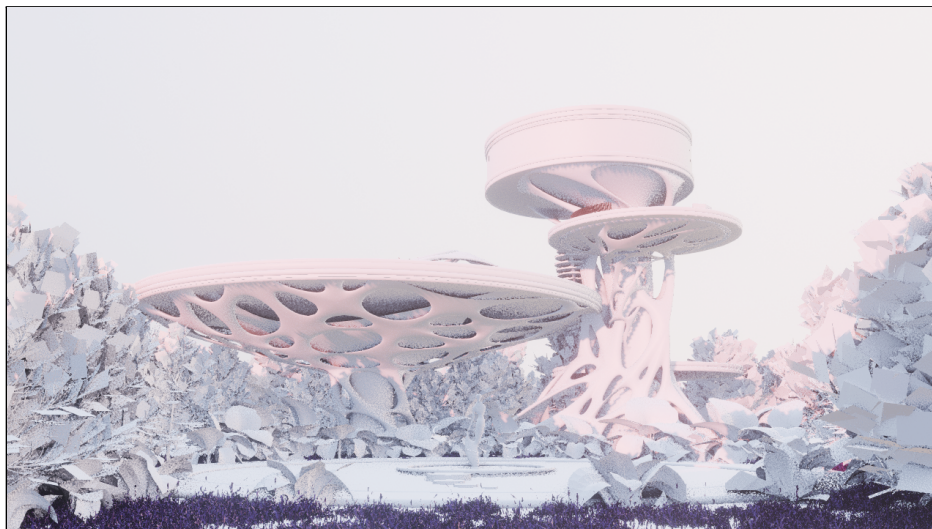
*Ilustración 50. Mapa de oclusión ambiental y sombreado. Creación propia.*

A partir del análisis de los dos mapas expuestos en las dos ilustraciones anteriores se pudo determinar la posición más óptima de la luz solar y de la densidad de la luz rebotada en los diferentes elementos de la escena. A continuación se presenta el esquema de iluminación general y el resultado parcial del entorno.





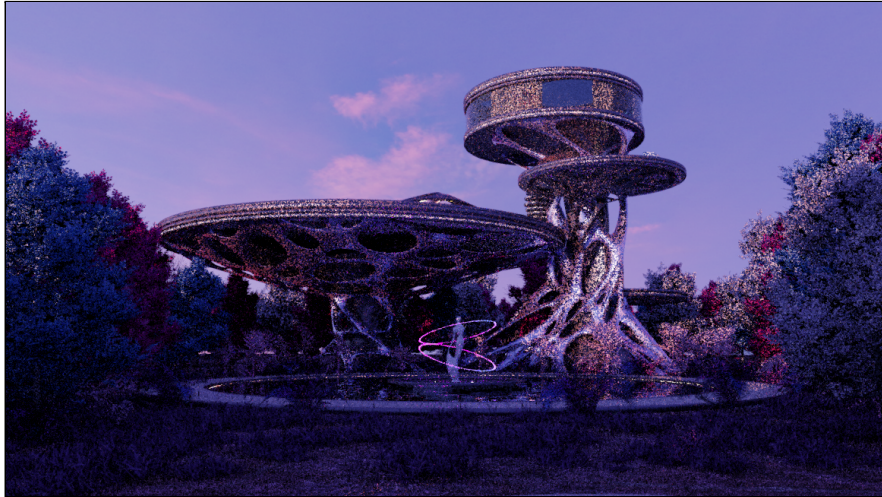
*Ilustración 51. Esquema de iluminación general vista A. Creación propia.*



*Ilustración 52. Esquema de iluminación general vista B. Creación propia.*

Posterior a definir la iluminación general, se definieron los render en baja; proceso en el cual se visiona cada una de los aspectos del modelo a detalle y definir las tomas más óptimas que definan el significado formal y conceptual de la obra.

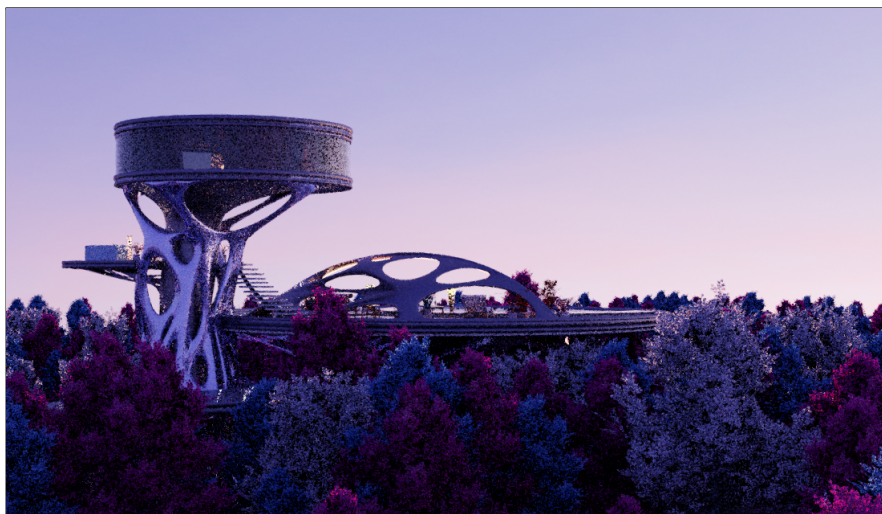
A continuación se muestran los render en baja con las tres tomas definidas como finales sin contar las tomas HDRI en 360 grados, las cuales se usarán para crear el recorrido VR interactivo. Los puntos o ruidos presentes en la imagen hacen parte del proceso de previsualización previo al render final.



*Ilustración 53. Render previo A. Creación propia.*



*Ilustración 54. Render previo B. Creación propia.*



*Ilustración 55. Render previo C. Creación propia.*



### 5.2.1.8 Render

Después del proceso de previsualización se añadieron detalles de ambientación general, con el fin de recrear y perfeccionar el ambiente creado para la obra y simular un entorno vivo más allá de la vegetación. A continuación se exponen cada uno de los detalles a añadir antes de la exportación del arte final del proyecto.

- **Atmósfera detallada:**



*Ilustración 56. Detalle de la propiedad descrita. Creación propia.*

- **Animales y biodiversidad del bioma:**



*Ilustración 57. Detalle de la propiedad descrita. Creación propia.*

- Fauna asociada a la vegetación:



*Ilustración 58. Detalle de la propiedad descrita. Creación propia.*

- Fenómenos y meteorología:



*Ilustración 59. Detalle de la propiedad descrita. Creación propia.*

Los detalles anteriormente descritos fueron incluidos en postproducción por medio de la herramienta de composición de Blender. Esta permite añadir imágenes por medio de nodos o capas de composición de una forma muy similar a como se trabaja en programas de retoque fotográfico como Photoshop. Adicionalmente se agregó una corrección general de balance de tonos y efectos ópticos, como destellos y aberraciones cromáticas.

### 5.2.2 Obra final

A continuación se presenta el resultado del proyecto y arte final:

- **Arte A: Toma frontal del ambiente**



*Ilustración 60. Arte final A. Creación propia.*

- **Arte B: Toma lateral del ambiente**



*Ilustración 61. Arte final B. Creación propia.*



- **Arte C: Toma posterior del ambiente**



*Ilustración 62. Arte final C. Creación propia.*

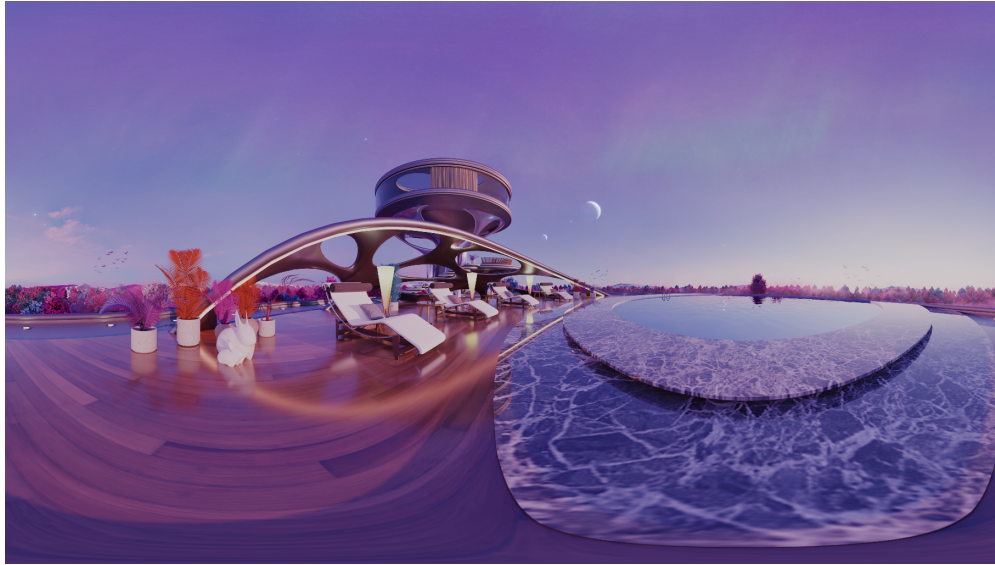
Finalmente se presentan los artes panorámicos creados para el aplicativo interactivo. No obstante, la mejor forma de visualizar este aspecto de la obra es por medio del enlace al recorrido VR al cual se puede ingresar por medio del QR o la dirección web que se encuentra a continuación:



**Escanea este código QR  
TAMBIÉN PUEDES HACER CLIC AQUÍ**

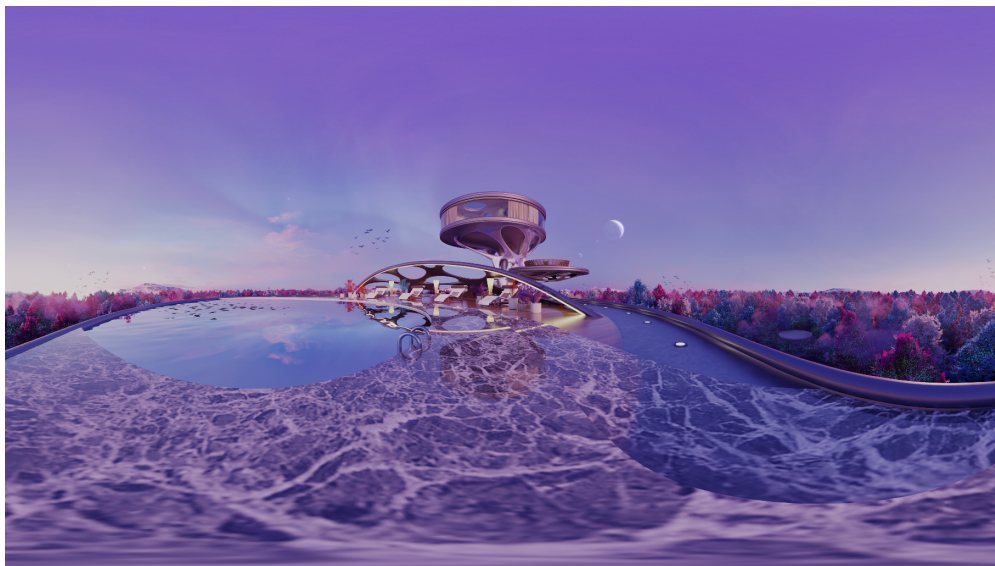


- **Arte D: Panorámica A**



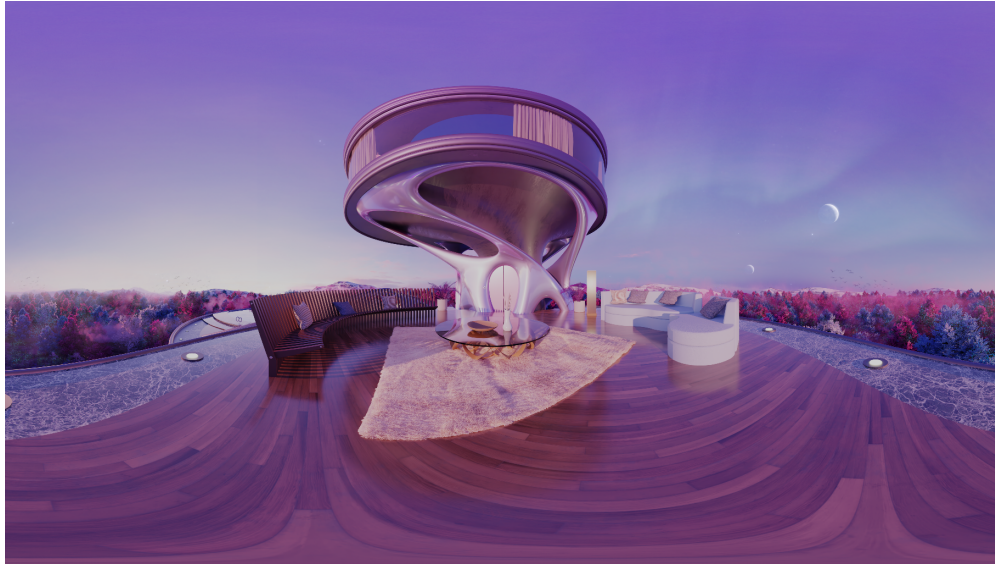
*Ilustración 63. Arte final D. Creación propia.*

- **Arte E: Panorámica B**



*Ilustración 64. Arte final E. Creación propia*

- **Arte F: Panorámica C**



*Ilustración 65. Arte final C. Creación propia.*

- **Arte G: Panorámica D**



*Ilustración 66. Arte final D. Creación propia*

### **5.2.3 Etapa evaluativa**

A continuación se exponen las conclusiones y la prospectiva del proyecto desarrollado teniendo en cuenta el proceso desarrollado a lo largo de la etapa investigativa y creativa.

#### **5.2.3.1 Prospectiva**

Al ser concebido desde y para los medios digitales este proyecto puede ser expandido a otros medios tanto físicos, virtuales o mixtos, explorando soportes novedosos como la realidad aumentada y la realidad mixta. Conceptualmente también puede expandirse mucho más, planteando nuevos entornos que pueden habitar en el mismo universo desarrollado para este proyecto.

#### **5.2.3.2 Conclusiones**

A partir del proceso desarrollado a lo largo del proyecto se pueden establecer una serie de conclusiones que permiten identificar las fortalezas y debilidades a la hora de abordar proyectos artísticos por medio de herramientas digitales y de virtualización. Estas se pueden aplicar al caso puntual del ejercicio desarrollado, ilustración 3D de escenarios, o a cualquier proyecto que involucre el uso de *software* 3D, ya sea Blender o cualquier otro.

- Los procesos artísticos son plenamente emulables en entornos digitales, ya que las herramientas pueden interpretarse de la misma forma por el artista, ya sean análogas o digitales.
- La digitalización del arte es un proceso que se ha popularizado desde hace un par de años, igualmente se ha fortalecido a partir de la virtualización de la sociedad potenciada por la pandemia del COVID-19. No obstante, esta realidad no discrimina a los

procesos y obras artísticas tradicionales, ni significa que en un futuro se dejen de practicar.

- El arte digital 3D es una nueva categoría de las artes visuales y a pesar de que actualmente no es considerado para algunos como un arte formal y estudiado tiene el potencial de que en un futuro se formalice a un nivel más alto al que se encuentra hoy en día. Para ello es necesario que se investigue en él desde las escuelas de arte y las universidades.
- Es necesario que los artistas e ilustradores 3D formalicen y estandaricen los procesos metodológicos que involucra el crear una obra 3D; con el fin de democratizar este medio en el campo de las bellas artes.

Capítulo 6

## **Bibliografía y referencias**

Echeverría Samanes, B., & Martínez Clares, P. (2018). Revolución 4.0, competencias, educación y orientación. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(2), 4-34. <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2018.831>

Manjarrés, J. D. (1881). *Las Bellas Artes: historia de la arquitectura, la escultura y la pintura*. Barcelona, Juan y Antonio Bastinos.

Armell Femenía, M., & Ezquerro, A. (2003). Música e imágenes hasta la llegada del cine. (Linterna mágica, armónica de cristal, fantasmagorías y teatro de sombras). *Anuario Musical*, 58, 279–353. <https://doi.org/10.3989/anuariomusical.2003.58.77>

Vásquez, X. H. (2012). *Videojuegos, un arte para la historia del arte*. n [Tesis Doctoral, Universidad de Granada]. <http://hdl.handle.net/10481/21727>

Alsina, P. (2014). Desmontando el mito de la inmaterialidad del arte digital: hacia un enfoque neomaterialista en las artes. *Artnodes: revista de arte, ciencia y tecnología*, 14. Extraído de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5580555>

Gelabert, L. C., & Vilchez, I. L. (2015). *Dibujo y territorio: cartografía, topografía, convenciones gráficas e imagen digital*. Cátedra.

Hernández Pérez, M. S., & Martí Oliver, B. (2001). El arte rupestre de la fachada mediterránea: entre la tradición epipaleolítica y la expansión neolítica. *Zephyrus*, 53-54. Extraído de: <https://gredos.usal.es/handle/10366/71561>

Pike, A. W., Hoffmann, D., García Diez, M., Pettitt, P. B., Alcolea González, J. J., Balbín Behrmann, R. D., ... & Zilhão, J. (2013). *En los orígenes del arte rupestre Paleolítico: dataciones por la serie del Uranio en las cuevas de Altamira, El Castillo y Tito Bustillo*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Cortés López, R. (2012). *Historia de la Geometría Euclidiana y sus aplicaciones para la enseñanza*. Universidad de Valladolid. Escuela Universitaria de Educación (Palencia).

Haigh, T., Priestley, P. M., Priestley, M., & Rope, C. (2016). *ENIAC in action: Making and remaking the modern computer*. MIT press.

Sutherland, I. E. (1964). *Sketchpad a man-machine graphical communication system*. University of Cambridge Computer Laboratory.

Castro, S. M., Delrieux, C., & Silvetti, A. (1999). *Computación Gráfica en la Universidad Nacional del Sur*. V Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.

Daly, L., & Brutzman, D. (2007). X3D: Extensible 3D graphics standard [standards in a nutshell]. *IEEE Signal Processing Magazine*, 24(6), 130-135.

Arvo, J. (1986, August). Backward ray tracing. In *Developments in Ray Tracing, Computer Graphics, Proc. of ACM SIGGRAPH 86 Course Notes* (pp. 259-263).

Extraído de:  
<https://courses.cs.washington.edu/courses/csep557/19sp/projects/trace/extra/Backward.pdf>

Ludvigsen, H., & Elster, A. C. (2010). Real-Time Ray Tracing Using Nvidia OptiX. *Eurographics*, 65-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.2312/egsh.20101049>

Christen, M. (2005). Ray tracing on GPU. Master's thesis, Univ. of Applied Sciences Basel (FHBB).

Clarke, J. (2013). *The films of Pixar animation studio*. Oldcastle Books.

Monedero, J. (2000). Parametric design: a review and some experiences. *Automation in Construction*, 9(4), 369-377.

Tiberghien, G. A., Barbet-Massin, O., & Green, C. (1993). *Land art*. Carré.

Williamson, S. J., & Cummins, H. Z. (1983). *Light and color in nature and art*.

Petrovic, N. (2020, May). Digital Consumption as Art Expression: Ontological Approach to Vaporwave Generation. 2020 Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC) (pp. 118-122). IEEE.

## **CURRICULUM**

**Nombre y Apellidos:** David Bernardo Bravo Sáenz

**Título académico:** Diseñado Digital y Multimedial

**Dirección Postal:** 1108

**Dirección electrónica:** [dbravosaenz@gmail.com](mailto:dbravosaenz@gmail.com)



Diseñador Digital y Multimedia egresado de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca (2017) Bogotá - Colombia, Maestrante en dibujo: ilustración, comic y producción audiovisual de la Universidad de Granada, España (2021), Maestrante en Producción e Investigación en Arte de la Universidad de Granada, España (2022), antiguo miembro del semillero de investigación Área Digital DDM, con el cual realizó ponencias Ecuador (Seminario internacional de investigación en diseño SID 8 - Cuenca) y Colombia (Redcolsi regional años 2016, 2017) . Participó como expositor en el ciclo de videoarte “El video en el aula ” llevado a cabo en la ciudad de Sevilla – España (2015). Participó brevemente en reconocidos proyectos audiovisuales en Colombia tales como: Cuentos de viejos y Las niñas de la guerra, posteriormente trabajó como diseñador 3D Freelance en proyectos de construcción y visualización médica. Actualmente es C.E.O y director de proyectos en Kiorama S.A.S, una agencia colombiana de creación y visualización 3D científica y de espacios, pionera en la producción y consultoría de medios 3D en herramientas Libres (Software libre).

