



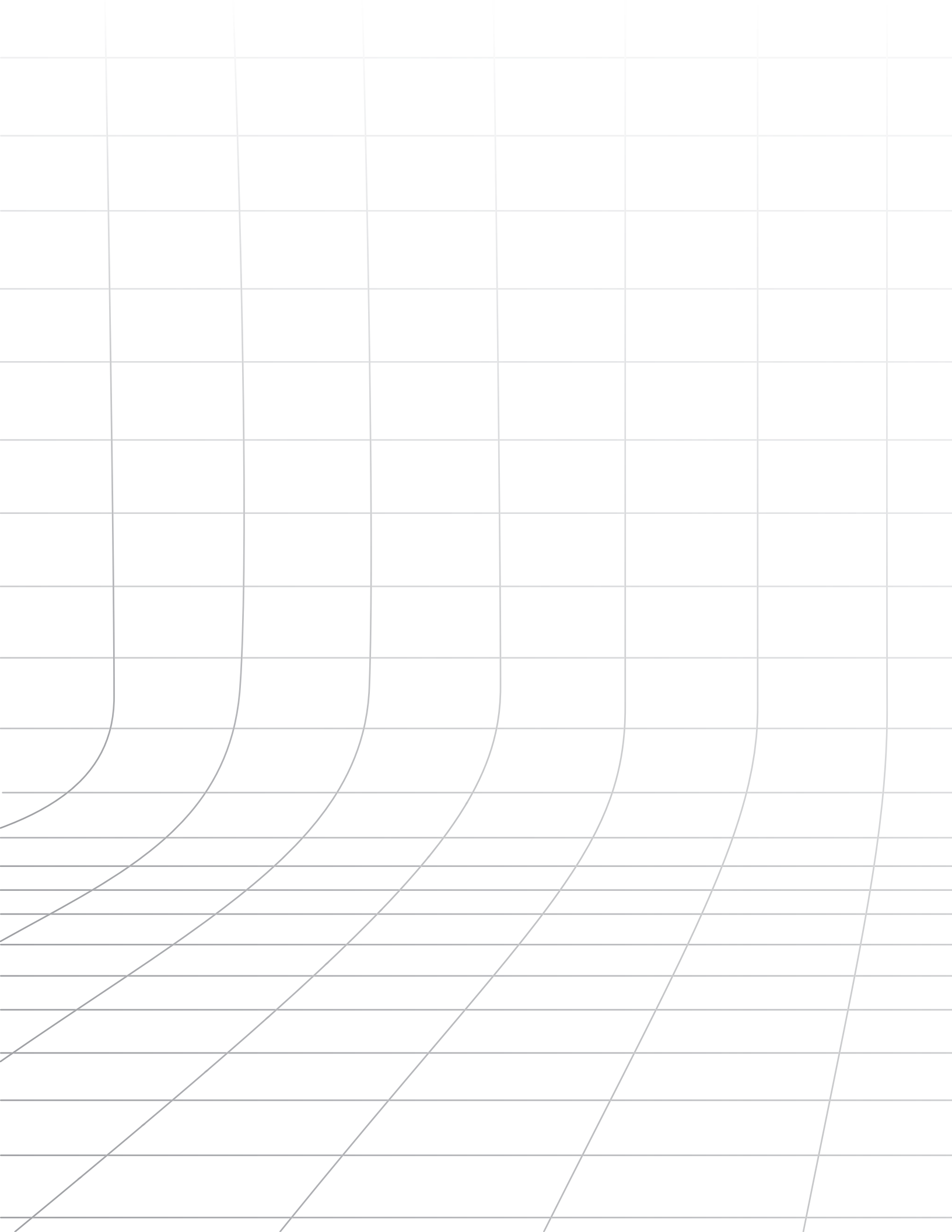
Universidad del Desarrollo
Facultad de Diseño

AIDA 3D

A.I. Design Assistant for 3D modelling

Plataforma para la proyección de entornos en Realidad Virtual
asistida por Inteligencia Artificial

Simón Pérez García



AIDA 3D

Plataforma para la proyección de entornos en
Realidad Virtual asistida por Inteligencia Artificial

*Memoria presentada a la Facultad de Diseño
de la Universidad del Desarrollo para optar
al Título Profesional de Diseñador.*

Autor

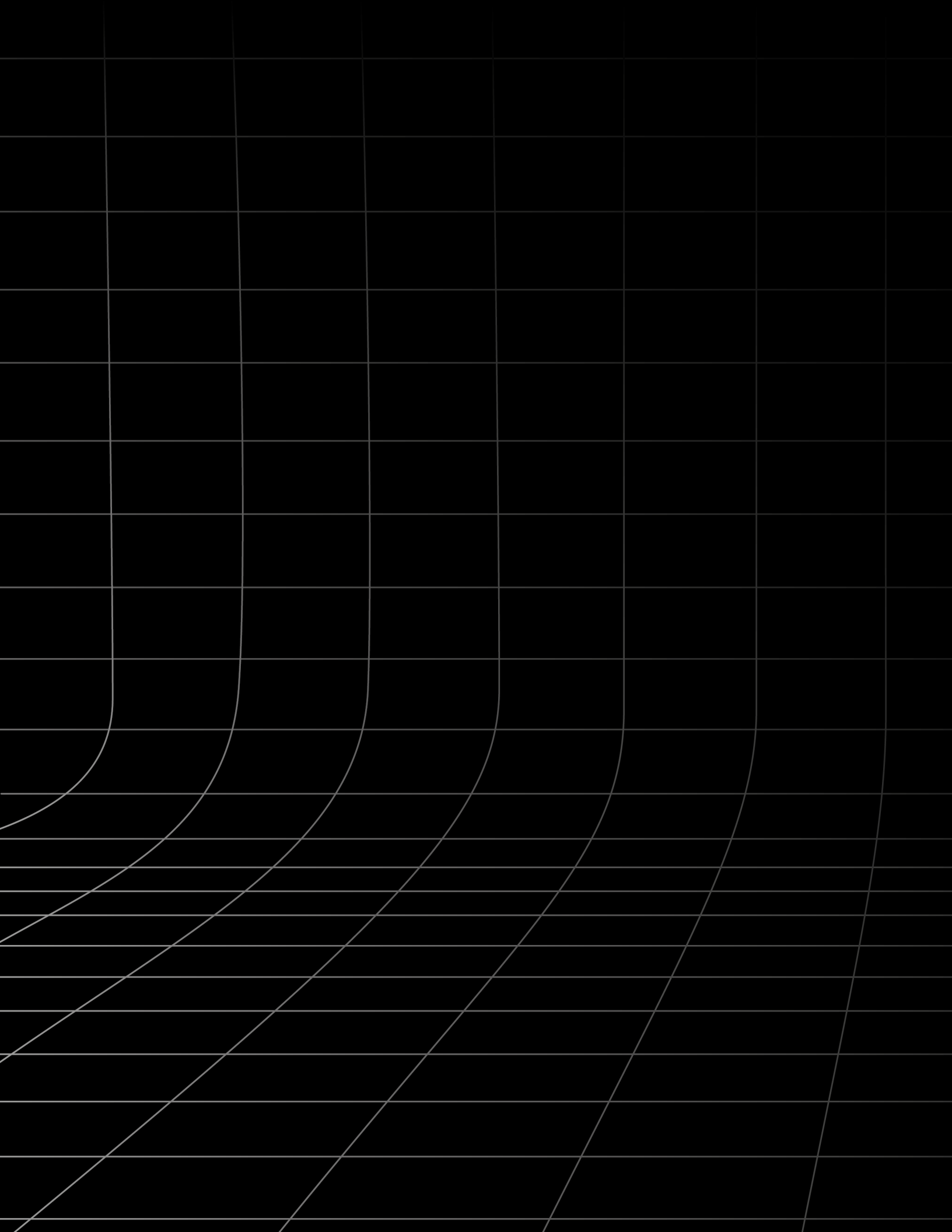
Simón Pérez García

Profesores guía

Sr. Alex Iván Hurtado Zapata

Sr. Mauricio Reyes Contreras

Santiago de Chile, Diciembre 2023



AGRADECIMIENTOS

Para *Gloria y Mario*,

Mis abuelos que son la razón por la cual yo puedo estar hoy desarrollando este proyecto y que me han apoyado en todo lo que he necesitado incondicionalmente, junto a las personas de mi hogar.

A mi hermana Valentina y a mi familia materna que también han sido un apoyo constante durante toda mi formación académica.

A las RaTZ por su amistad, inspiración y apoyo para sobrellevar todas las dificultades que surgen en la experiencia universitaria.

A mis profesores guía Alex y Mauricio por encaminar este proyecto y ser una inspiración para mejorar luego de cada corrección.

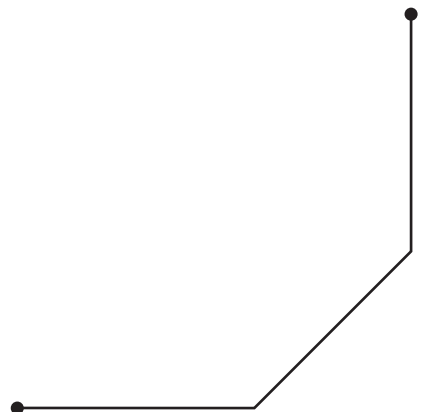
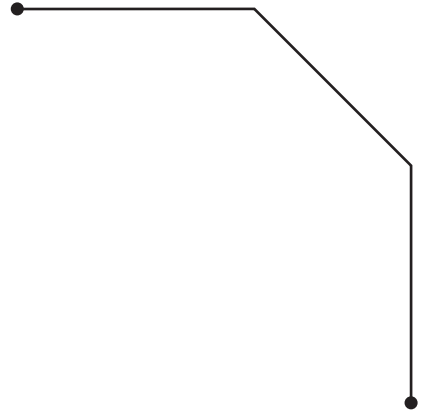
A los profesores de Diseño UDD que me han entregado las herramientas necesarias para tener la capacidad de realizar este proyecto.

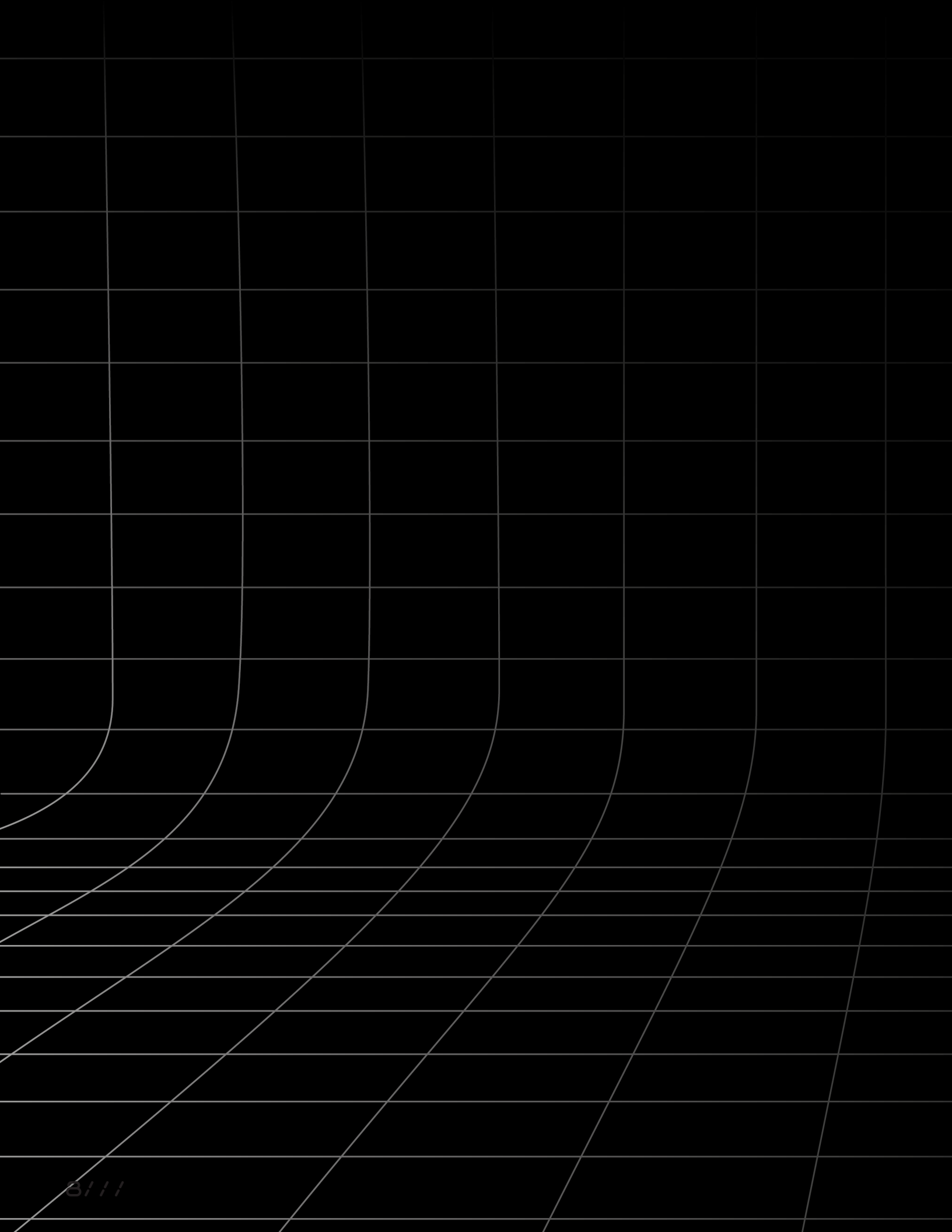
Y a todas las personas que han sido mencionadas en esta memoria y que estuvieron dispuestas a regalarme su tiempo para enriquecer este proyecto.

CONTENIDO

Abstract	1	diseño	51
Introducción	2	Estado del arte	55
Metodología de investigación	4	<i>Inteligencia Artificial</i>	
<i>Fundamento de la investigación</i>	4	59
<i>Pregunta de investigación</i>	5	Machine Learning	61
<i>Objetivo general</i>	5	Marco Metodologico .	64
<i>Objetivos específicos</i> .	5	<i>Supuesto preliminar</i>	64
Marco Teorico	7	<i>Diseño de la investigación</i>	66
<i>Metodologías de proyección en el diseño</i>	7	Marco metodológico	66
Bocetos	10	<i>Problema/Oportunidad</i>	67
Dibujos	11	Desk Research	67
Modelos	12	Encuestas	68
Prototipos	13	Entrevistas	72
Modelado 3D	15	User Persona	76
<i>Realidad Virtual e Interactividad</i>	25	Mapa Mental	78
Inmersión	29	<i>Defnición del problema</i>	
Habilidades y competencias necesarias para el desarrollo	32	79
Software	33	Referentes conceptuales	80
Hardware	38	Propuesta conceptual .	82
Uso de la Realidad Virtual en la industria	48	<i>Propuesta formal</i>	86
Realidad Virtual en el		A.I.D.A (Artificial Intelligence Design Assistant)	88
		Plataforma	92
		Validación	112
		Plan de ejecución	117
		<i>Business Model Canvas</i>	
		118
		PESTEL	120

<i>TAM SAM SOM</i>	<i>121</i>
<i>Evaluación financiera</i>	
<i>.</i>	<i>122</i>
<i>Roadmap y</i>	
<i>escalabilidad . . .</i>	<i>125</i>
Conclusión. . . .	127
Glosario. . . .	128
Índice de	
ilustraciones . .	131
Índice de tablas.	135
Índice de gráficos	136
Bibliografía. . .	137
Anexos.	142
<i>Muchas gracias. . .</i>	<i>143</i>





ABSTRACT

En el diseño, existen diversos métodos de prototipado y visualización de ideas que se adecúan a cada especialización y finalidad, ya sean digitales o físicos. Uno de estos métodos es el prototipado mediante el uso de Realidad Virtual, una tecnología que ofrece un alto grado de inmersión e interactividad a través de simulaciones en entornos tridimensionales. No obstante, este método no ha logrado formar parte de manera generalizada de los programas académicos de diseño, a diferencia de otras tecnologías utilizadas para el prototipado.

Adicionalmente, en el mundo de la Realidad Virtual las aplicaciones dedicadas al diseño y modelado 3D deben ser utilizadas con nuevos inputs, cambiando la interacción con las herramientas y generando una nueva experiencia que requiere un proceso de aprendizaje.

Por lo tanto, resulta interesante desarrollar una metodología que facilite el uso de herramientas de representación tridimensional en entornos de Realidad Virtual, fomentando su uso masivo en ámbitos académicos para aprovechar las capacidades de simulación de ambas tecnologías para el testeo de prototipos.

Palabras clave: Realidad Virtual, Modelado 3D, Prototipado, Inteligencia Artificial.

INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de diseño, una de las habilidades fundamentales de los profesionales de esta área es la **capacidad de representar** ideas de manera efectiva. A lo largo de la historia, los diseñadores han utilizado diversas herramientas y técnicas para comunicar, tanto visual como físicamente los conceptos que nacen de su imaginación, utilizando desde simples bocetos a mano hasta prototipos digitales de alta fidelidad. Estas herramientas no solo permiten transmitir ideas a terceros, sino que también son fundamentales para explorar, crear, desarrollar e iterar nuevos conceptos en un proceso creativo.

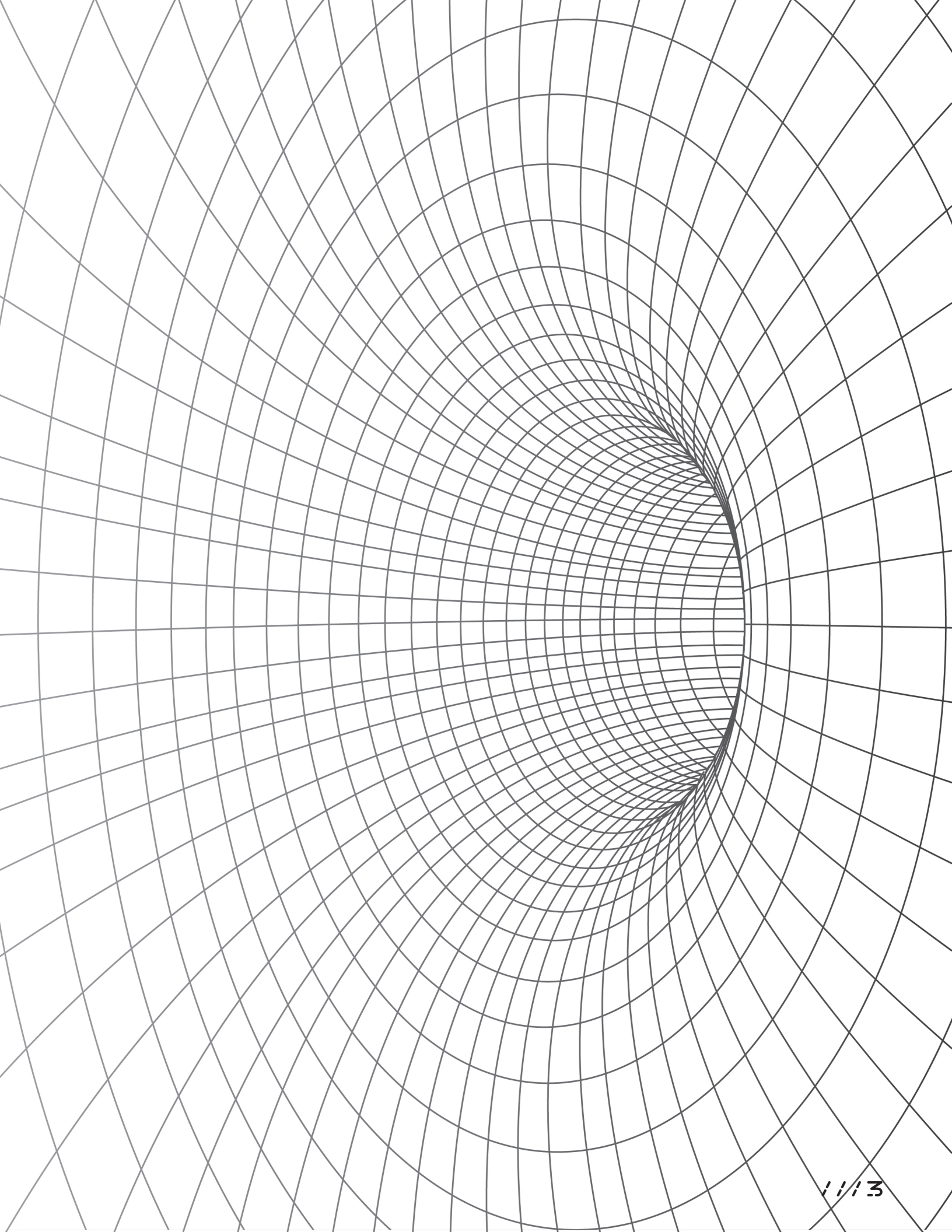
En la era digital en la que vivimos, el diseño ha experimentado una rápida evolución, aprovechando las nuevas tecnologías y enfoques para crear soluciones innovadoras. Uno de los campos relevantes que ha incrementado su popularidad gracias a esta revolución tecnológica son las realidades extendidas, las cuales permiten ampliar y aumentar la realidad, ofreciendo experiencias donde el mundo que nos rodea se enriquece con información adicional o incluso nos sumerge en entornos completamente virtuales, permitiéndonos vivir experiencias que de otra manera serían inaccesibles. Es en este contexto donde el diseño se beneficia enormemente del mundo moderno, ya que tiene a su disposición herramientas poderosas para la representación y el prototipado de escenarios.

Mediante la simulación de entornos y situaciones realistas, los diseñadores pueden explorar, experimentar y evaluar diferentes opciones antes de llegar a un resultado final. Esto representa una oportunidad única para mejorar la eficiencia y la efectividad del proceso de diseño, ya que ahora es posible crear y probar productos e incluso experiencias

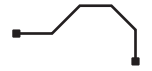
completamente digitales, previamente al desperdicio de materiales.

Sin embargo, también debemos mencionar el controversial surgimiento y popularización de diversas herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en los últimos años. Aunque existe una preocupación generalizada por las poderosas capacidades de estas herramientas y su posible impacto en la pérdida de empleos en numerosas industrias, es innegable su utilidad y eficacia para realizar diversas tareas cotidianas. El diseño no es ajeno a este fenómeno, ya que hemos sido testigos de cómo es posible desarrollar desde imágenes hasta el código completo de una página web, en cuestión de minutos gracias a las diversas IA disponibles. Por tanto, podemos considerar esto como una amenaza que podría llevar a la desaparición de empleos en un futuro cercano, o podemos aprovechar esta corriente y equiparnos con herramientas que nos permitan desarrollar mejores prototipos y representaciones en menos tiempo, mejorando nuestra eficiencia como diseñadores.

A partir de este debate surge el presente proyecto, donde se opta por adoptar las nuevas tecnologías y se identifica una oportunidad para mejorar la relación entre el diseñador y la tecnología. El objetivo es desarrollar una herramienta que amplíe las habilidades del diseñador y mejore su proceso de diseño. Para lograrlo, se explorarán las temáticas que se utilizarán en la herramienta, a fin de comprender su funcionamiento y, posteriormente, se desarrollará un prototipo que demuestre cómo podemos aprovechar las tecnologías emergentes para mejorar los procesos de diseño y prueba de escenarios. De esta manera, desde el presente seremos capaces de **diseñar para el futuro.**



METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN



Fundamento de la investigación

Las tecnologías inmersivas, como la Realidad Virtual (RV) resultan una herramienta muy eficiente al momento de **simular escenarios** gracias al grado de fidelidad con el mundo real y la sensación de presencia que se puede lograr, permitiendo la exploración e interacción con los elementos que lo componen. Sin embargo, para desarrollar un proyecto en RV se requiere de habilidades tanto creativas como técnicas, donde podemos encontrar la programación, desarrollo de software, modelado 3D, UI/UX, entre otras. Debido a esto puede resultar una tarea compleja para diseñadores, arquitectos o creativos, los cuales suelen especializarse en solo una de estas áreas a la vez.

Chile Creativo (2021) realizó un informe en el cual se encuestó a empresas pertenecientes a la industria XR, donde el principal sector económico al que pertenecen es el desarrollo de softwares con un 24%, seguido por la producción audiovisual con un 22% y luego el diseño lo podemos encontrar dentro de un grupo de industrias que tan solo utilizan un 7%. Lo que nos demuestra cómo este tipo de herramientas no presenta una gran demanda por la industria del diseño, desperdiciando una herramienta de prototipado muy

poderosa para aquellos proyectos que se enfocan en la interacción o en escenarios ficticios.

Por otro lado, evidenciamos como en múltiples instituciones académicas esta tecnología ha empezado a tomar relevancia incorporándose en cursos electivos y en los departamentos de innovación. Por ejemplo, tanto en la Universidad del Desarrollo (mediante RealiTec (2022)) como en la Pontificia Universidad Católica (2023) sus centros de innovación y desarrollo docente han comenzado a incorporar la Realidad Virtual en sus áreas de investigación, fomentando la enseñanza mediante nuevas tecnologías.

Es por lo que resulta necesario simplificar el proceso de creación de Realidades Virtuales, para que esta sea más accesible a los diferentes tipos de diseñadores y sus grados de conocimiento, permitiendo el desarrollo de este campo en el diseño.



Pregunta de investigación



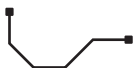
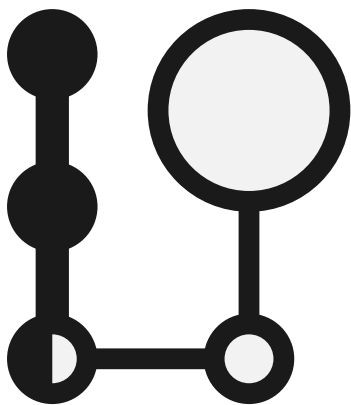
¿Cómo complementar el proceso de proyección de entornos con Inteligencia Artificial, propicia una percepción más intuitiva y enriquecedora respecto al testeo de prototipos en Realidad Virtual?

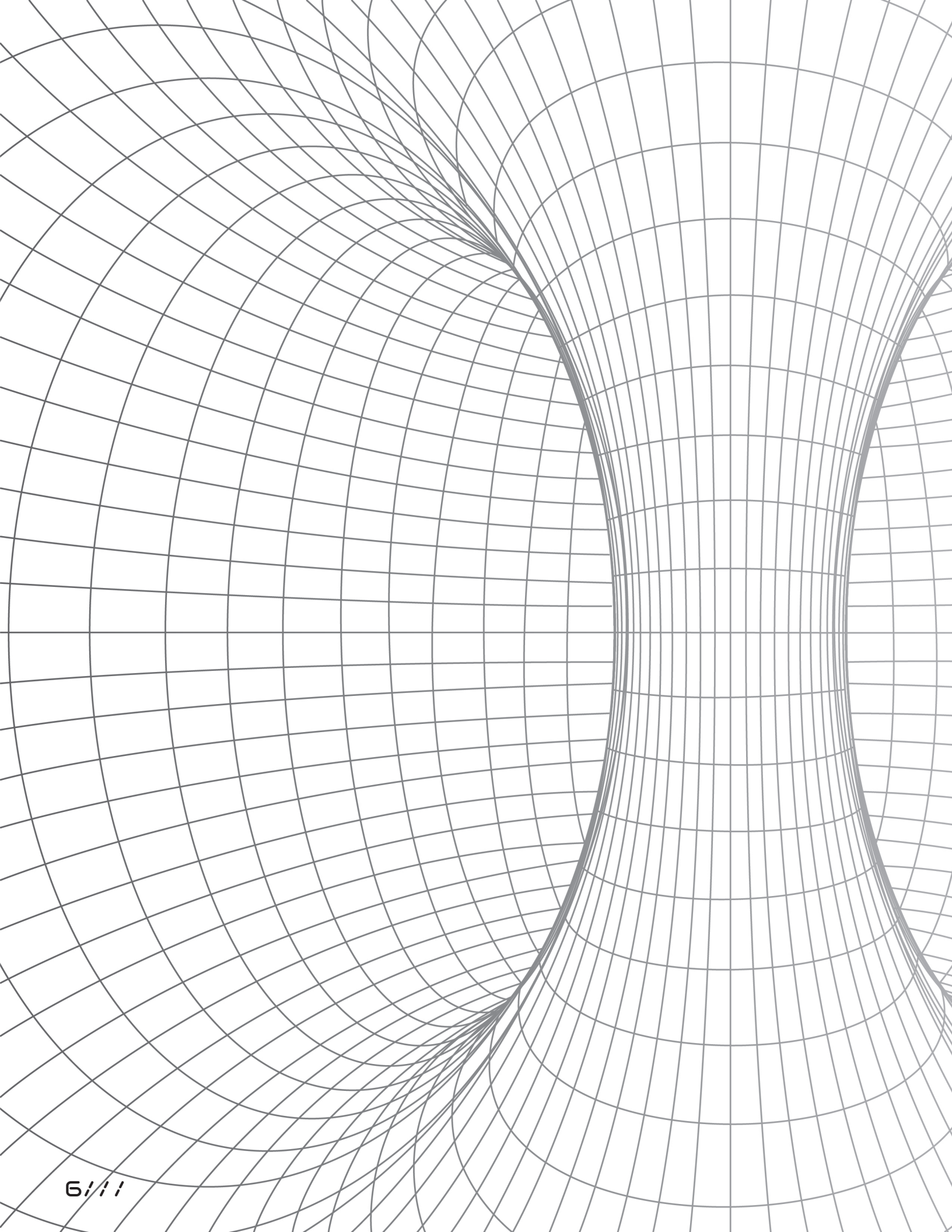
Objetivo general

Desarrollar una herramienta que permita proyectar entornos en 3D con la asistencia de Inteligencia Artificial para propiciar el testeo de prototipos en Realidad Virtual al disminuir los esfuerzos de creación.

Objetivos específicos

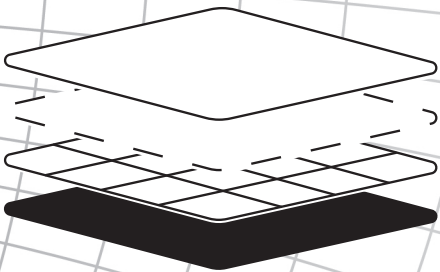
1. **Identificar** las principales dificultades del desarrollo de prototipos en Realidad Virtual.
2. **Determinar** la efectividad del uso de Realidad Virtual como herramienta para el testeo de propuestas de diseño.
3. **Enriquecer** la herramienta con la asistencia de Inteligencia Artificial para que permita la rápida personalización de entornos virtuales.
4. **Evaluar** la herramienta de Realidad Virtual según la norma ISO de usabilidad, para la identificación de amenazas y toma de decisiones. De esta forma mejorarla en función de los resultados y la retroalimentación de los usuarios.





MARCO TEÓRICO

Metodologías de proyección en el diseño



Un prototipo puede ser definido como *“una manifestación de una idea en un formato que comunique la idea a otros o que es testeado con usuarios, con la intención de mejorar la idea en el tiempo”* (McElroy, 2016, pág. 1). Por lo que es un término muy amplio que contiene un rango muy extenso de cosas que se pueden considerar como un prototipo, pero es importante comprender que la característica principal de estos es su **carácter iterativo**, mediante el cual se busca testear y mejorar la idea en futuras versiones.

El valor de realizar un proceso de prototipado radica en su capacidad de permitir a los usuarios interactuar con ideas en un ambiente mediado (McElroy, 2016). De esta forma podemos obtener feedback para mejorar diferentes aspectos de nuestra idea, siempre en función de satisfacer las necesidades de nuestro usuario. Resulta beneficioso incorporar este proceso en etapas tempranas del diseño, para guiarnos según la opinión del usuario y tomar mejores decisiones.

Por lo que una de las razones para realizar este proceso es la de entender el problema, ya que a medida que testeamos podemos encontrar otros problemas, lo que nos llevará a la raíz de la necesidad del usuario, encaminándonos a una correcta solución. También, este procedimiento nos permitirá salir de nuestra zona de confort y explorar nuevas posibles soluciones al problema, evitando que nos quedemos atrapados en una idea y nos centremos más en la necesidad del usuario. De esta forma, al diseñar desde la perspectiva y centrado en el usuario podemos definir su experiencia, estableciendo una estrategia de producto, donde debemos destacar aspectos como la propuesta de valor, el mercado, los riesgos y beneficios, entre otros (McElroy, 2016).

Cuando hablamos de tipos de prototipos uno de los conceptos más comunes que podemos encontrar es respecto a la calidad de la fidelidad de estos, donde según McElroy (2016) se pueden clasificar como:

- **Prototipos de baja fidelidad:** Este tipo es ideal para testear la idea central, probando diferentes formas de abordarla y descubriendo posibles problemas futuros. La característica principal de este nivel de calidad es que no tiene que representar completamente la idea final, sino que el objetivo es testear grandes aspectos en poco tiempo y con pocos materiales.

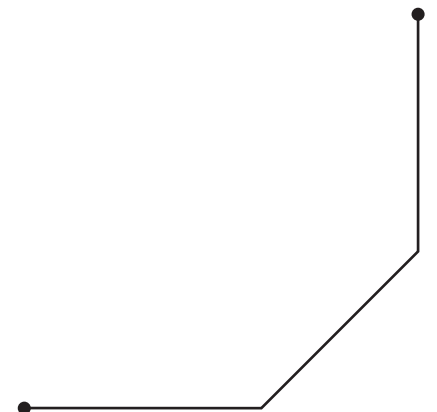
- **Prototipos de media fidelidad:** Estos prototipos deben tener algún aspecto que incorpore el producto final, pero debe estar balanceado el costo del proceso con el valor que ofrece. Es importante comenzar a testear aspectos como la interacción, funcionalidad o el medio final con este tipo de prototipo. Además, este nivel de calidad es una buena opción para aquellos usuarios que no tienen la capacidad de imaginar el producto final, ya que este prototipo incorpora algunos de sus aspectos.

- **Prototipos de alta fidelidad:** Este tipo de prototipo se realiza en el medio final y contiene el diseño visual pensado con contenido real. Aquí se invierte más en el costo para obtener la calidad necesaria, y se testean aspectos pequeños ya que todo lo demás fue resuelto en los prototipos de menor calidad. Es recomendable en este punto, trabajar con el equipo que estará involucrado en la creación del producto y confirmar su factibilidad de producción.

Considerando la amplitud del término “prototipo”, podemos establecer que cualquier tipo de **representación** se podría utilizar como prototipo siempre y cuando estos sean utilizados para mejorar una idea en futuras iteraciones. Por lo que para efectos de esta investigación se considerarán como prototipo también aquellos términos que se refieran a métodos de representación de ideas.

Considerando esto, se estudió la taxonomía de representaciones de diseño visual desarrollada por Pei et al. (2011) que busca establecer una norma respecto a métodos de representación para que diseñadores industriales y diseñadores de ingeniería tengan el mismo entendimiento al momento escoger como visualizar sus ideas, facilitando la colaboración entre disciplinas. De esta se obtuvo las definiciones de aquellos métodos más útiles para el desarrollo de escenarios futuros.

Esta taxonomía expuesta por Pei et al. (2011) considera 4 grupos, cada uno con subgrupos que contienen diferentes métodos de representación:



Taxonomy of Visual Design Representations

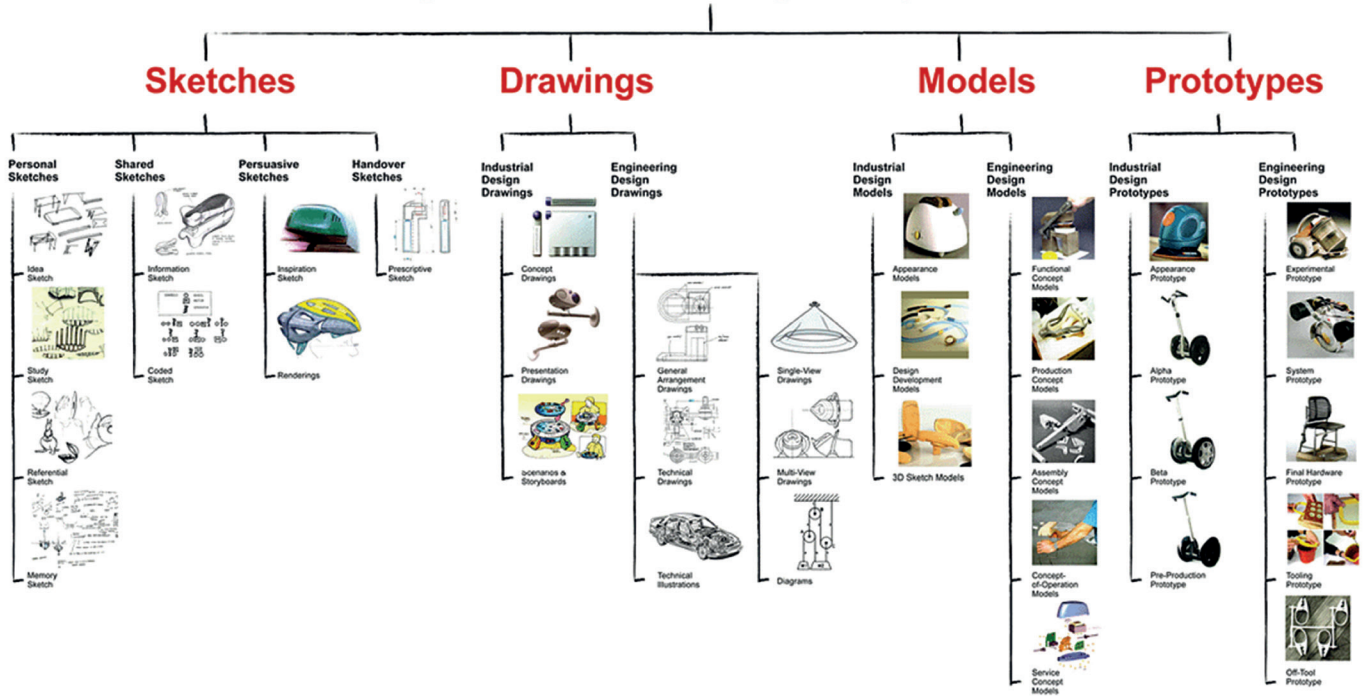


Ilustración 1. "Revised taxonomy of Visual Design Representations". Fuente: Pei, E., Campbell, I. G., & Evans, M. I. (2011). A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. *Design Journal*, 14(1), 64-9.

Bocetos

Se define boceto como “una idea preliminar, sin detalles y usualmente ejecutada rápidamente para representar ideas clave del diseño” (Pei et al., 2011, pág. 5). Sus subgrupos son bocetos personales, bocetos compartidos, bocetos persuasivos y bocetos para entregar.

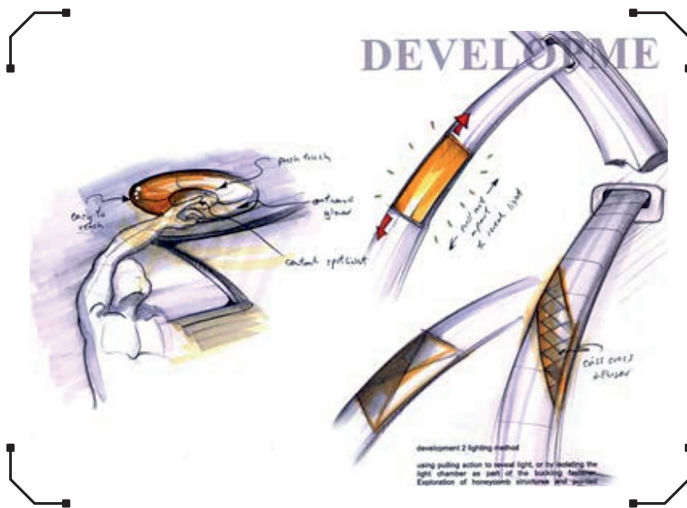


Ilustración 2. “An information sketch”. Fuente: Pei, E., Campbell, I. G., & Evans, M. I. (2011). A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. *Design Journal*, 14(1), 64–9.

Persuasivos

La principal característica que destaca de estos bocetos es la intencionalidad de representar realísticamente, transmitiendo el “look and feel” del producto. Por lo que al momento de diseñar escenarios estos nos permiten contextualizarnos rápidamente.

Para entregar

Estos bocetos se utilizan para transmitir las ideas con otros, por lo que se utilizan bocetos técnicos preliminares de la idea complementados con información como las dimensiones, los materiales y terminaciones. De esta forma la idea ya presenta un nivel de desarrollo que necesita decisiones fundamentadas, permitiendo la mejor comprensión, y dando paso a exploraciones futuras sobre interacción y usabilidad.

De este boceto podemos beneficiarnos para comprender dimensiones, materialidades y como interactuarán los objetos dentro de un espacio para generar cohesión entre estos.

Dibujos

Estos fueron definidos como “un arreglo formal de líneas que determinan la forma particular y están altamente estructurados para formalizar y verificar aspectos del diseño” (Pei et al., 2011, pág. 5). Se establecieron dos subgrupos según disciplina: dibujos de diseño industrial y dibujos de diseño de ingeniería.

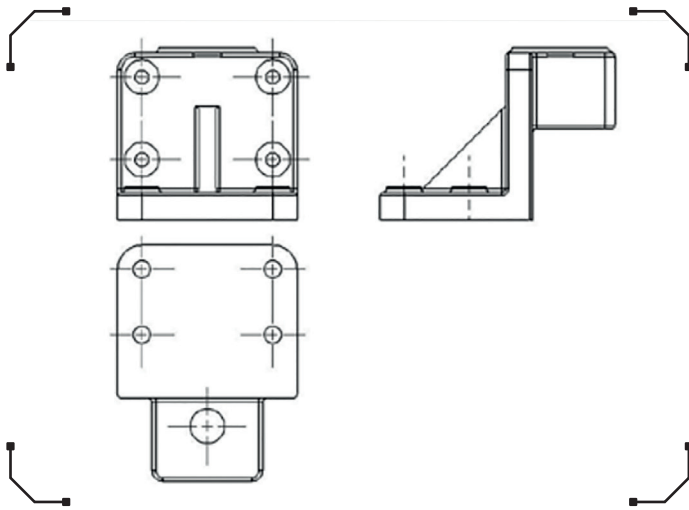


Ilustración 3. “A multi-view drawing”. Fuente: Pei, E., Campbell, I. G., & Evans, M. I. (2011). *A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers*. *Design Journal*, 14(1), 64-9.

De diseño industrial

Estos dibujos suelen ser formales, por lo que consideran dimensiones reales, colores y texturas realistas, vistas ortográficas o en perspectiva e incluso se representan los escenarios o situaciones con los usuarios específicos.

Este último aspecto es muy importante para determinar el entorno que necesitamos representar, que lo establece el usuario y la necesidad que buscamos satisfacer.

De diseño de ingeniería

Este tipo de dibujo tiene un enfoque técnico, por lo que el aspecto estético se omite y se complementan con información para el usuario a través de texto. Se utilizan diferentes tipos de vistas para representar con precisión los objetos, generalmente usando solo los contornos para demostrar claramente la geometría.

También se pueden incluir pequeñas descripciones sobre materiales, partes, manufactura y detalles de ensamblaje, lo que los hace útiles para enviar a los encargados de producir.

Modelos

Estos se caracterizan por sus propiedades tridimensionales y tangibles, permitiendo demostrar las funcionalidades, el rendimiento y aspectos estéticos del diseño antes de pasar a la manufactura para disminuir errores.

Bajo lo aprendido anteriormente este concepto de objetos tridimensionales puede caer en la categoría de prototipos de baja y mediana fidelidad, ya que no buscan una representación completamente fiel al producto final.

Los modelos también son subcategorizados según la disciplina.



Ilustración 4. "A design development model". Fuente: Pei, E., Campbell, I. G., & Evans, M. I. (2011). A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. *Design Journal*, 14(1), 64-9.

De diseño industrial

Su objetivo es reproducir aspectos físicos del producto, priorizando lo estético sobre lo funcional de manera rápida y barata. Se pueden utilizar para refinar las formas, establecer ensamblajes y demostrar al usuario el aspecto real del producto.

De diseño de ingeniería

Estos modelos se enfocan en demostrar la funcionalidad del producto, destacando los parámetros más importantes y permitiendo la comprensión del uso del objeto. Su aspecto suele ser más mecánico que estético, por lo que usan para comprender la relación de los componentes o como se debe mantener la idea final.

Prototipos

Su objetivo es entregar información para el proceso y decisiones de diseño como también representar y verificar el producto final. Estos pueden ser a escala completa y en medios digitales o físicos, dependiendo de su función en que categoría son clasificados. Suelen incorporar componentes funcionales para que el usuario pueda testear el aspecto del producto final con confianza. Por lo que, según lo explicado previamente, esta categoría de la taxonomía se puede clasificar como prototipos de alta fidelidad.

Al igual que los dibujos y los modelos, estos también son clasificados según disciplina.



Ilustración 5. "A system prototype". Fuente: Pei, E., Campbell, I. G., & Evans, M. I. (2011). A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. *Design Journal*, 14(1), 64-9.

De diseño industrial

Estos replican la forma final, aspectos ergonómicos y las consideraciones de diseño del producto, con una alta calidad de detalles, usualmente a escala real y combinando funcionalidad y estética.

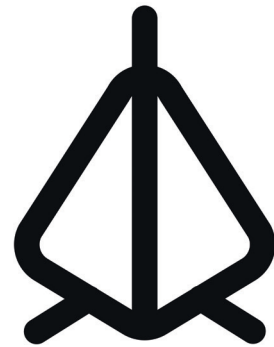
Por lo que se pueden utilizar para verificar el aspecto de los subsistemas creados con los materiales reales, examinar el comportamiento del producto en el entorno objetivo y validar la calidad de sus funciones.

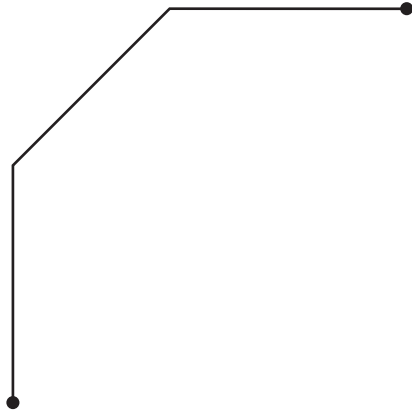
De diseño de ingeniería

Esta forma de representación se concentra en los aspectos técnicos del diseño. Por lo que sus principales usos son la parametrización del diseño, replicar la física del objeto, combinar los componentes para testear mecánica y rendimiento del sistema, validar y refinar aspectos de la materialidad para la fabricación, testear el ensamblaje, entre otros.

Comprendiendo los diferentes tipos de prototipado que se expresan en esta taxonomía, hay que destacar que existen **múltiples** métodos y procesos de representación y prototipado de ideas que no son mencionados, debido a su alta cantidad como también variedad es muy difícil clasificar todos dentro una gran categorización, ya que dependerá de factores como el objetivo, la disciplina, el contexto, entre otros, que método se utilice. Además, muchas veces estos son fusionados, por lo que pueden ser identificados en diferentes categorías al mismo tiempo.

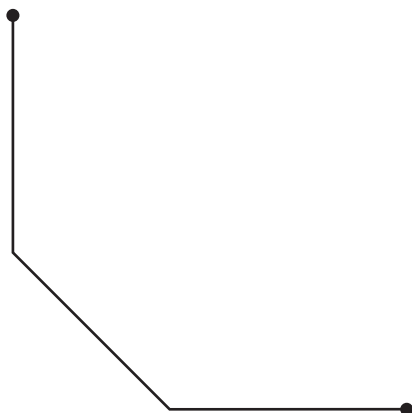
Para efectos de esta investigación me gustaría profundizar en un método de representación que no es parte explícita de la taxonomía, pero es un componente fundamental de este proyecto.





Modelado 3D

“El modelado digital se refiere al proceso de crear una representación matemática de la forma tridimensional de un objeto” (Vaughan, 2011, pág. 4).



Lo que podemos interpretar como un objeto digital en tres dimensiones, basado en operaciones matemáticas que permiten determinar y visualizar su forma mediante una malla 3D. Usualmente estos modelos son desarrollados por artistas o técnicos mediante un software de modelado 3D, pero existen diferentes métodos para crearlos (Vaughan, 2011).

Este método ha impactado positivamente nuestra capacidad de **recrear** tanto mundos tangibles como intangibles, llegando a niveles de realismo muy altos. Mediante el modelado 3D podemos construir replicas virtuales de objetos y espacios reales, considerando todas sus características como dimensiones, texturas, propiedades físicas, etc. Además, esta tecnología va más allá de la realidad, concediéndonos libertad creativa para crear cualquier cosa que este en nuestra imaginación y darle vida mediante las diferentes herramientas que ofrece. Este es el lugar donde se fusiona la imaginación con la realidad, superando los límites de lo plausible.

Sin embargo, para poder visualizar realidades modeladas en 3D primero hay que realizar un extenso proceso de modelado 3D que implica diferentes pasos, conocimientos y requerimientos técnicos donde Vaughan (2011) propone:

Requerimientos

Muchas veces el modelado 3D se puede convertir en una tarea que requiere muchos recursos computacionales, por lo que se necesita un sistema lo más poderoso posible, en cuanto a hardware debemos considerar:

RAM

Aquí se almacena la información con la que estás trabajando, por lo que al tener más RAM podemos acceder a más información sin tener que esperar a obtenerla del disco duro.

CPU

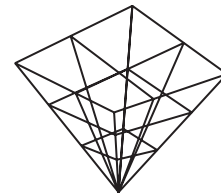
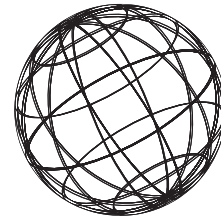
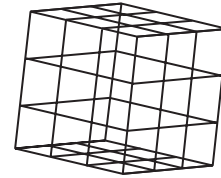
La velocidad del procesador es importante para procesar data y renderizar más rápido.

GPU

Una tarjeta gráfica poderosa permitirá visualizar la información y modelos 3D lo más fluido posible. Por lo que es importante para poder manejar modelos de alta calidad que contengan mucha geometría o texturas de alta resolución.

Para poder modelar también es necesario familiarizarse con algún software 3D, existen varios, pero todos siguen principios parecidos, por lo que es decisión del artista cual utilizar, algunos ejemplos son:

- 3ds Max
- Maya
- ZBrush
- Blender



Roles de un modelador

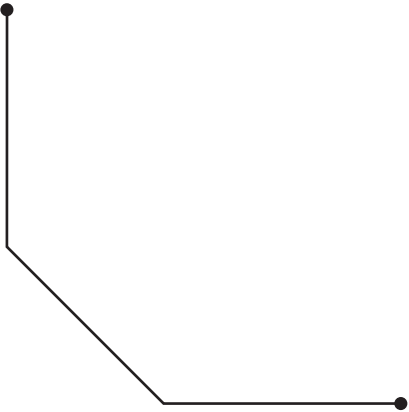
Para llevar a cabo un proceso de modelado 3D se requieren de diferentes etapas que abarcan diversas habilidades y conocimientos, donde siempre dependerá del proyecto que se realice qué se llevará a cabo en cada etapa, pero generalmente estas son 3: preproducción, producción y postproducción.

Debido a que la naturaleza de este proyecto corresponde al proceso de desarrollo de modelado 3D para Realidad Virtual, revisaremos las etapas que propone Vaughan (2011) para animación, seleccionando los aspectos en común de ambas producciones.



Preproducción

Aquí se desarrolla la **base** del proyecto, se preparan todos los elementos involucrados y se crea el plan. Las decisiones de esta etapa afectaran todo el proceso.



• *Historia*


Es importante determinar si el proyecto necesita de este proceso. Esta es desarrollada por escritores que establecen un **guion**, esto es muy importante para generar una narrativa sólida, capaz de cautivar al espectador para que se interese en nuestro proyecto 3D.

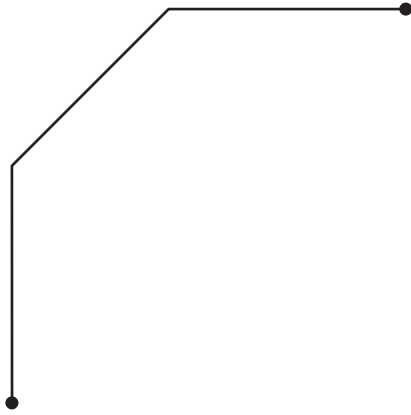
• *Diseño Visual*

Aquí se establece el **concepto artístico** de toda la producción, los artistas se encargan de crear todo tipo de elementos como personajes, objetos, ambientes, entre otros. Suelen realizarlos mediante bocetos y pinturas que se van refinando.

• *Audio*

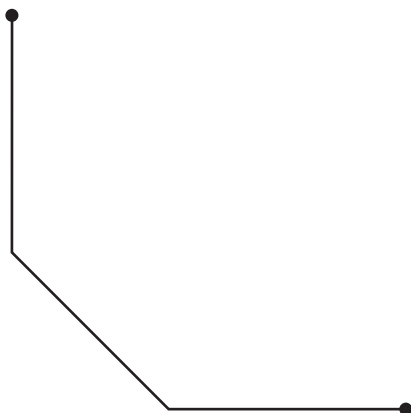
Se incorporan las voces en caso de que se utilicen personajes y se preparan todos los **sonidos** relacionados.





Producción

En esta fase de producción se comienzan a crear los **elementos finales**, basados en el trabajo desarrollado en la preproducción. Por lo que es importante que se continúe el plan y la visión creativa.



• *Modelado*

Se trabaja bajo la dirección de arte del director utilizando los conceptos desarrollados por el departamento de diseño.

Se deben entregar **modelos 3D** con mallas listas para la producción, es decir, listas para ser articuladas y texturizadas. A veces también el modelador se encarga de generar los mapas UV y de peso para las articulaciones.

• *Rigging (Articulado)*

Una vez el modelo está listo, pasa a ser articulado, que puede ser tanto para personajes como para objetos ya que se realiza este proceso para todo aquello que requiera **animaciones** de este tipo.

La articulación es lo que permite a los animadores darles vida a los modelos moviéndolos y permitiendo que reaccionen al ambiente.

• *Configuración de escena*

Aquí los especialistas del área se encargan de tomar los assets finalizados y **distribuirlos** por el ambiente, generando espacios con propósito y que mantengan la visión creativa del proyecto.

• *Texturizado*

Estos artistas se encargan de darle detalle y color a las mallas grises. Mejoran el **exterior** de los modelos mediante mapas de texturas que pueden utilizar imágenes, shaders que imitan materiales del mundo real y también texturas personalizadas según se necesite.

• *Animación*

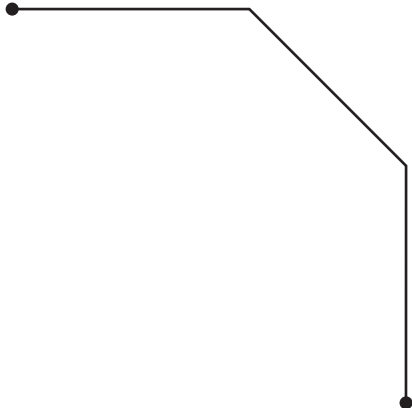
Este departamento crea la ilusión de **vida** en personajes y objetos, dándoles emociones mediante el movimiento, que suele tomar referencias de personas, animales u objetos reales.

• *Efectos*

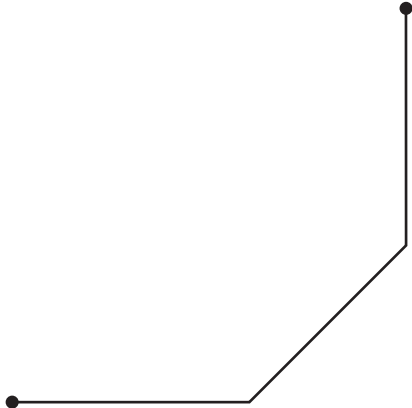
Estos transforman las visuales comunes en experiencias de **alto impacto**. Aquí se crean todos los elementos que no requieren modelado, como el cabello, simulaciones de elementos o humo, partículas y dinámicas de tela.

• *Iluminación*

Para esta etapa es ideal tener todos los elementos de etapas previas listos. Luego el director de iluminación ilumina el ambiente estableciendo el **look final**, el ambiente y la atmósfera de cada toma. Estos artistas se encargan de generar consistencia entre las escenas y de lograr la visión artística del director.



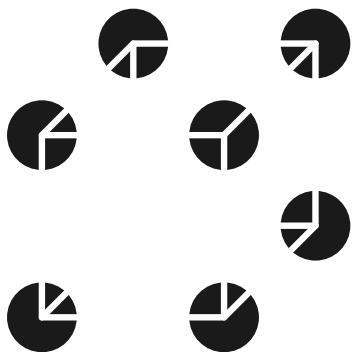
Este ejemplo de línea de producción considera un gran equipo de trabajo, con diferentes departamentos y artistas dedicados a cada uno. Pero muchas veces podemos encontrar equipos de desarrollo compuesto por una sola persona, que debe realizar todo el trabajo por su cuenta, aun así, este proceso se puede realizar con esta misma organización para establecer una metodología de producción.



Características de un modelo 3D

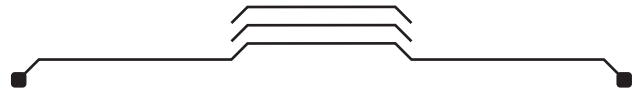
Para comenzar a modelar en 3D, dependiendo del resultado esperado, es muy importante contar con referencias del mundo real, como imágenes o dibujos, ya que si se busca replicar un objeto es necesario conocer sus dimensiones y aspecto visual para lograr el efecto de realismo.

Luego de esto podemos empezar a crear formas 3D, estas tienen una anatomía específica donde Vaughan (2011) menciona los siguientes elementos:



Vértices

Este es el componente más simple, al igual que en la geometría se ubican en la unión de otros elementos. Estos no se pueden renderizar por sí solos, pero cuando se unen dos se forma un borde, y con un mínimo de tres se puede crear un polígono sólido. Por lo que la malla de un modelo 3D está compuesta por múltiples vértices.



Mapas de vértices

Estos se utilizan para guardar información en determinados vértices. Creando grupos a los cuales se le asignan características.

Texturas (UV)

Se utilizan para asignar la posición de las texturas mediante una representación 2D del objeto 3D.

Peso

Guardan un valor único, que se utiliza para determinar el efecto que tendrá alguna característica sobre ese vértice. Por ejemplo, al articular un modelo se debe asignar un mapa de peso para establecer en qué medida los huesos serán capaces de deformar la malla.

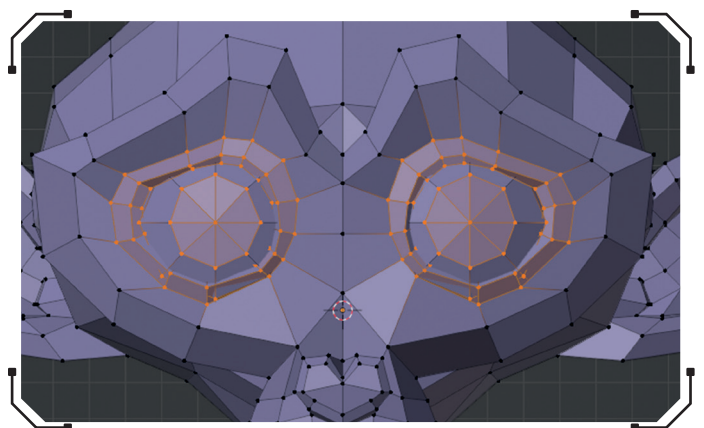
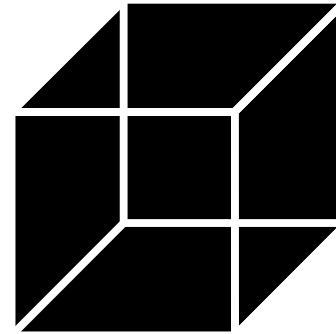
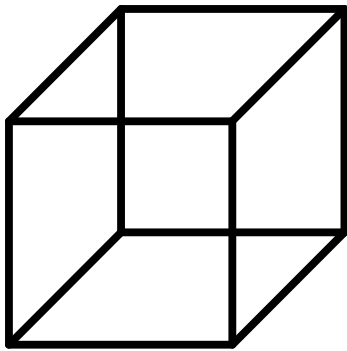


Ilustración 6. "Eyes Vertex Map". Fuente: Fabricación propia.



Bordes

Son las líneas unidimensionales que conectan los vértices de un polígono, formando su contorno.

NURBS

Estas son mallas suaves hechas mediante Splines, las que se describen como curvas dentro de un espacio 3D definidas por al menos dos puntos de control, comúnmente usando curvas de Bézier. La naturaleza suave de esta geometría evita la subdivisión, ya que se convierten en polígonos al momento de renderizar.

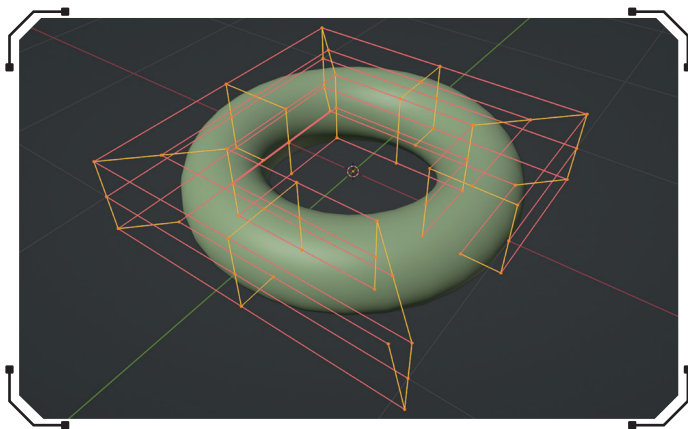


Ilustración 7. "NURBS Torus". Fuente: Fabricación propia.

Polígonos

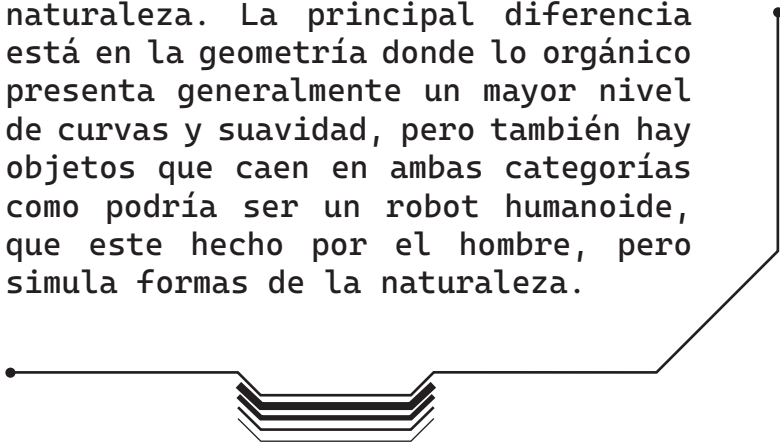
También referidos como "polys" o caras, son las formas geométricas que permiten renderizar un modelo 3D, están conformadas generalmente por al menos 3 vértices llamándose "triángulos", 4 vértices llamados "quads" y más de cuatro vértices se nombran "n-gon", donde la n corresponde al número de vértices. Un modelo de media calidad usualmente contendrá al menos cientos de polígonos.

Para obtener mallas poligonales suaves y curvas se utiliza la subdivisión de superficies, que es un algoritmo de refinación que subdivide cada polígono creando más vértices para suavizar las formas.

Huesos

Cada software 3D tiene su propia forma de representarlos, pero se refieren a un sistema de esqueleto virtual basado en los huesos del mundo real, donde el proceso de añadirlo a un modelo es llamado "rigging". Estos se utilizan para la animación ya que al posicionar estos dentro de una malla permiten deformarla según la posición, escala y rotación de cada hueso presente en el esqueleto. Por lo que se pueden crear articulaciones realistas y, además, animar objetos que requieran algún tipo de deformación natural.

Igualmente, los modelos se pueden clasificar como orgánicos o superficies duras, donde esta última se refiere a todos aquellos objetos hechos por los humanos, y los orgánicos se refieren a aquellos sujetos que provienen de la naturaleza. La principal diferencia está en la geometría donde lo orgánico presenta generalmente un mayor nivel de curvas y suavidad, pero también hay objetos que caen en ambas categorías como podría ser un robot humanoide, que este hecho por el hombre, pero simula formas de la naturaleza.

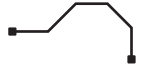


Métodos de modelado 3D



Existen diferentes formas de modelar, pero dentro de los expuestos por Vaughan (2011) los más comunes son:

Box Modeling (Modelado de caja)



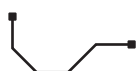
En esta técnica se comienza utilizando formas primitivas, a las cuales se les agrega geometría mediante procesos como la extrusión o biselado de polígonos, de esta forma se obtiene más geometría para modificar y generar una malla continua.

Generalmente los modelos resultantes de este proceso sirven como una base de baja densidad poligonal para aplicar la subdivisión de superficies y generar formas orgánicas, permitiendo la creación de todo tipo de objetos.

Escultura Digital

Este método de modelado busca replicar la escultura tradicional, partiendo de una malla que comúnmente es una esfera, la cual se interviene mediante herramientas que funcionan como pinceles para añadir, sustraer y generar todo tipo de modificaciones.

El beneficio de este método sobre los otros es que permite una mayor cantidad de polígonos, sin las preocupaciones relativas a la topología. Gracias a esto se obtiene altos niveles de detalle en modelos muy orgánicos.



Escaneo 3D

Aquí se obtiene información del mundo real para ser representada como un modelo 3D, por lo que cualquier cosa puede ser escaneada.

Hay diferentes tecnologías que permiten realizar este proceso, hoy en día una de las más comunes es la fotogrametría que mediante la captura de una alta cantidad de imágenes permite reconstruir objetos o escenarios digitalmente incluyendo las dimensiones correctas y texturas capturadas (González, 2022).

Simulación

Adicionalmente debemos considerar el uso de simulaciones para generar modelos, si bien no es un método de modelado como tal, se utiliza en diversas ocasiones para obtener resultados realistas. Por ejemplo, al modelar ropa o tela, a la malla se la aplica una simulación de tela para que adquiera sus propiedades físicas, adhiriéndose al cuerpo de un personaje y respondiendo al entorno según lo requiera de manera realista.

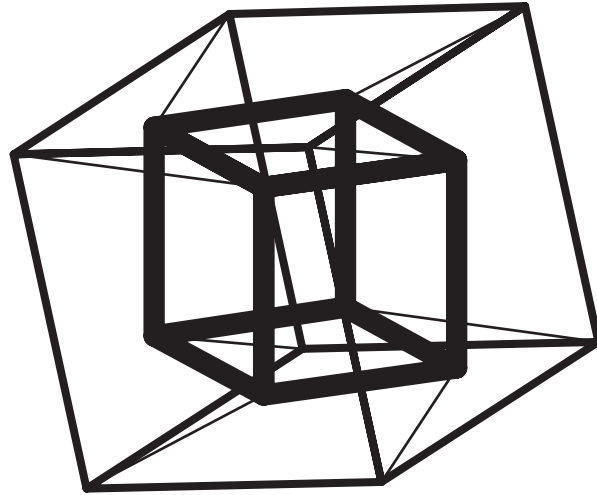
Finalmente debemos mencionar que al modelar en 3D es importante tomar ciertas consideraciones para obtener el mejor rendimiento posible y un producto de alta calidad.

Por lo que es muy importante durante todo el proceso de modelado tener en cuenta la **cantidad de polígonos** con la que estamos trabajando, ya que si bien al tener un número alto nuestro modelo debería tener una mejor calidad hay que considerar que se consumirán una mayor cantidad de recursos para poder visualizar el modelo, lo que puede perjudicar el proceso de creación y dificultar el uso de este dentro de escenarios complejos. Generalmente se considera mejor tener la menor cantidad de polígonos con el mejor resultado posible, evidenciando las habilidades del modelador.

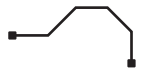
Otro factor que considerar es la **topología** del modelo, que se refiere al arreglo de la malla. Donde se comprende como buena topología una malla que es fácil de seleccionar, manipular y construir. Esto facilita muchos procesos posteriores, como la obtención de mapas UV o el rigging.

Ahora que comprendemos la complejidad del modelado 3D, podemos entender todo lo que requiere la generación de entornos virtuales. Por lo que para poder visualizarlos en Realidad Virtual primero se deben tener todos los conocimientos mencionados y pasar por todos los procesos para luego optimizarlos para las tecnologías de RV.

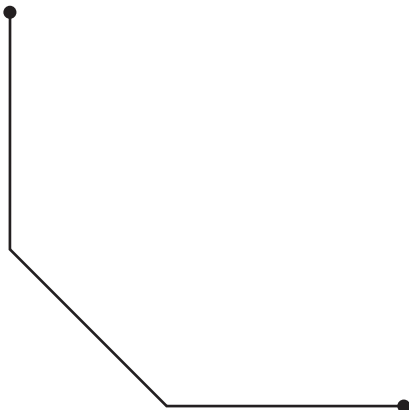




Realidad Virtual e Interactividad



El concepto de Realidad Virtual obtuvo una de sus primeras definiciones a mediados de la década de 1960 donde Ivan Sutherland lo describe como una ventana mediante la cual el usuario percibe el mundo virtual como si se viera, sintiera y oliera real y donde pueda actuar realísticamente. (Sutherland, 1965). Luego en 1992 Fuchs y Bishop establecen una de las definiciones más populares y que sigue vigente hoy en día donde describen la RV como *“gráficos interactivos en tiempo real con modelos 3D, combinados con una tecnología de visualización que brinda al usuario la inmersión en el mundo modelado y la manipulación directa”* (Bishop & Fuchs, 1992).





De estas definiciones Cipresso et al. (2018) destacan 3 cualidades principales que componen los sistemas de Realidad Virtual:

Inmersión

Hace referencia a la cantidad de **sentidos estimulados**, las **interacciones** y la **similitud** de la simulación con la realidad. Esto puede depender del tipo de sistema que se utilice para proyectar el entorno virtual

Percepción de presencia en el ambiente

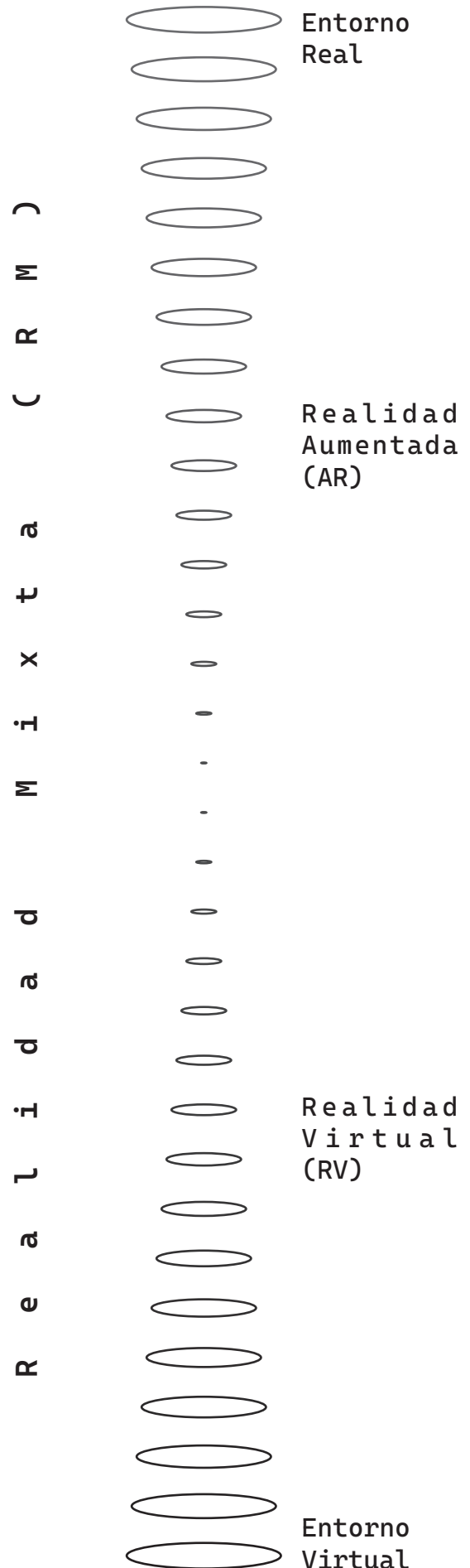
Esto lo permite el nivel de **realismo** del ambiente y el uso de tecnologías de alta calidad, donde los sistemas inmersivos avanzados permiten al usuario entrar en un estado psicológico de presencia física en el ambiente, en el cual percibe la simulación como real.

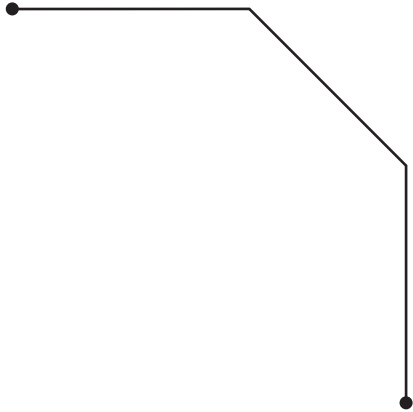
Interacción con el ambiente

Corresponde a las **acciones** que puede realizar el usuario dentro de la simulación y que afectan el entorno que lo rodea. Las dos cualidades previas dependen del nivel de realismo que alcancen estas interacciones.

Para comprender mejor la naturaleza de la Realidad Virtual, contamos con la Taxonomía de Pantallas Visuales de Realidad Mixta que propone Paul Milgram y Fumio Kishino (1994), esta se concentra en la fusión de mundos reales y virtuales que se da en algún lugar del “continuo de virtualidad”, que **conecta** los ambientes completamente reales con los completamente virtuales.

Ilustración 8. Adaptado de: “Virtuality Continuum”. Fuente: Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1321-1329.





Como podemos ver en la ilustración 8 el “continuo de virtualidad” se refiere a los tipos de objetos que se presentan en alguna experiencia de RM. En el extremo izquierdo tenemos los ambientes conformados completamente por objetos reales, lo que podría ser visualizar directamente una escena real del entorno donde nos encontramos. Al extremo derecho encontramos aquellos ambientes compuestos completamente por objetos virtuales, donde podemos encontrar un clásico entorno modelado con softwares 3D. En el caso de la Realidad Virtual esta se encuentra en el extremo derecho, ya que busca simular el mundo real virtualmente.

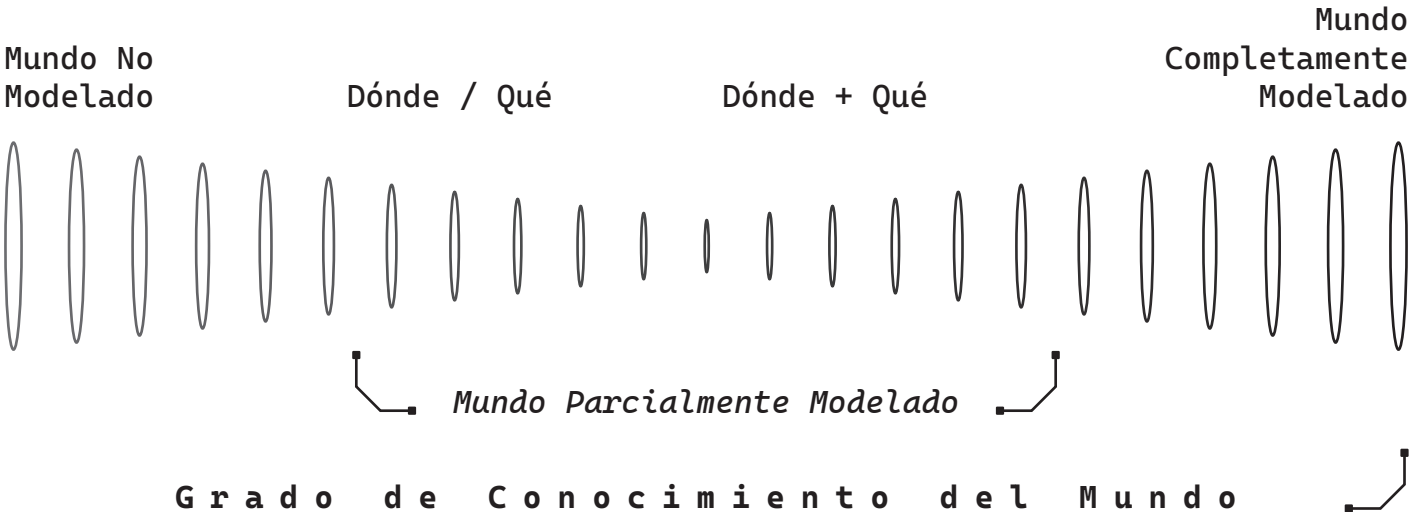
En cuanto a la taxonomía que proponen Milgram & Kishino (1994) consta de tres dimensiones:

1. Grado de Conocimiento del Mundo

Este concepto se refiere al nivel de conocimiento que se tiene sobre los objetos dispuestos en el ambiente.

En el extremo izquierdo se ubica el mundo no modelado, por lo que no se tiene ningún conocimiento sobre el mundo proyectado. Por ejemplo, al utilizar imágenes no se tiene conocimiento sobre los contenidos que presenta. Por otro lado, en el extremo derecho se encuentra el mundo completamente modelado, donde se conoce todo sobre los objetos que componen el mundo, su locación en el entorno, su locación respecto al punto de vista del usuario, etc.

Ilustración 9. Adaptado de: “Extent of World Knowledge”. Fuente: Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1321-1329.





F i d e l i d a d d e R e p r o d u c c i ó n

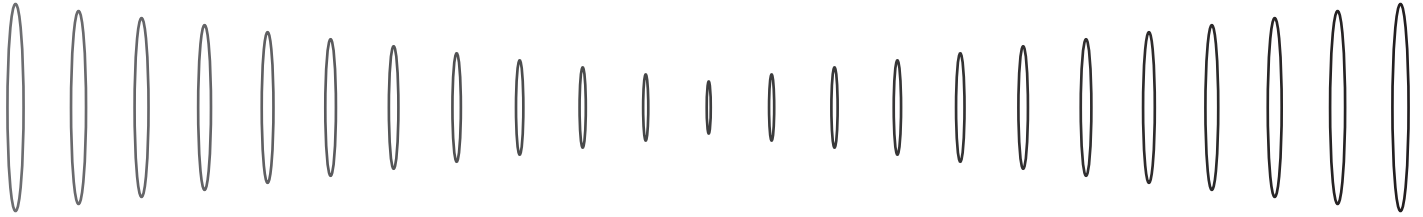
Video
Convencional

Video a
Color

Video
Estereoscópico

Video de Alta
Defnición

Animación 3D
en tiempo
real de alta
calidad



2. Fidelidad de Reproducción

Este término hace referencia a la calidad en la que el dispositivo utilizado puede reproducir los contenidos. Por lo que entran en consideración diferentes factores como el hardware del dispositivo, las técnicas de renderizado, la calidad base de los objetos, entre otros.

En este caso, el gráfico es progresivo donde en el extremo izquierdo se encuentran los gráficos más básicos y avanza hacia la derecha llegando hasta los gráficos más realistas, por lo que para lograr una experiencia lo más inmersiva posible se busca mantenerse lo más hacia la derecha posible.

Ilustración 10. Adaptado de: "Reproduction Fidelity". Fuente: Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1321-1329.

Ilustración 10. Adaptado de: "Reproduction Fidelity". Fuente: Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1321-1329.

3. Metáfora del Grado de Presencia

La tercera dimensión de la taxonomía se enfoca en el grado de sensación de presencia que presente el observador dentro del ambiente.

Aquí el eje tiene en su extremo izquierdo un punto de vista monoscópico fijo, donde el grado de presencia es bajo, hasta el extremo derecho donde se ubica la metáfora de "imágenes en tiempo real", lo que permite que las sensaciones del usuario son idealmente no diferentes a las de la realidad inmediata.

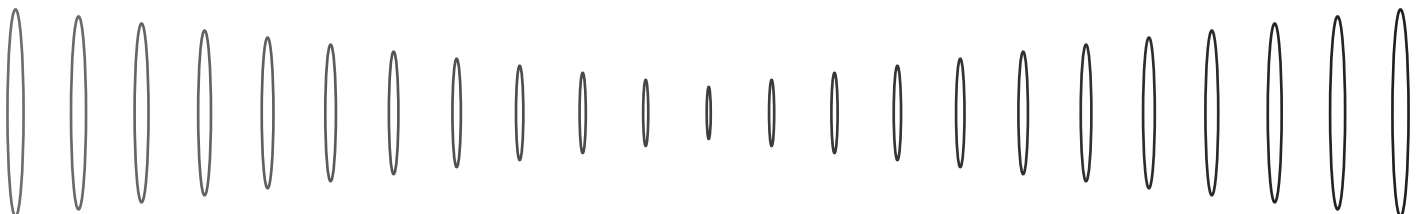
Imágenes
monoscópicas

Imágenes
multiscópicas

Imágenes
panorámicas

Viaje
sustituto

Imágenes en
tiempo real



M e t á f o r a d e l G r a d o d e P r e s e n c i a

Inmersión

Una de las características que destaca a la Realidad Virtual sobre otras tecnologías es su capacidad de inmersión, permitiendo al usuario tener la sensación de *“embodiment”* con su avatar digital. Esta sensación es descrita como *“el conjunto de sensaciones que surgen en conjunción con estar dentro, tener y controlar un cuerpo, especialmente en relación con las aplicaciones de realidad virtual”* (Kilteni et al. 2012). Esto es fundamental para generar una experiencia inmersiva debido a que el usuario se **identifica** con su avatar, brindando la ilusión de que todo lo experimentado por dicha representación virtual de sí mismo, es vivido en carne propia.

Para lograr la sensación de embodiment Kilteni et al. (2012) propone una estructura compuesta por tres conceptos: **sentido de auto ubicación, sentido de agencia y sentido de propiedad del cuerpo.**

Gracias a esta taxonomía podemos comprender como **estructurar** un proyecto de RV para que este tenga el efecto deseado. Gracias a lo que establecemos el posicionamiento deseado dentro de estas 3 dimensiones para establecer todos los requerimientos necesarios.

Sentido de auto ubicación

Este se refiere a la sensación de ubicación que siente el usuario con un determinado volumen en el espacio, es decir, la sensación espacial de estar dentro de un cuerpo, diferenciándose de la sensación de estar en el entorno. Para lograr esto es importante que el ambiente tenga la capacidad de reaccionar al usuario, al igual que el cuerpo virtual debe responder a la traslación y rotación del cuerpo real.

Para medir este sentido se pueden utilizar métodos cualitativos, como cuestionarios, y cuantitativos, como el rendimiento de tareas motoras o cognitivas.

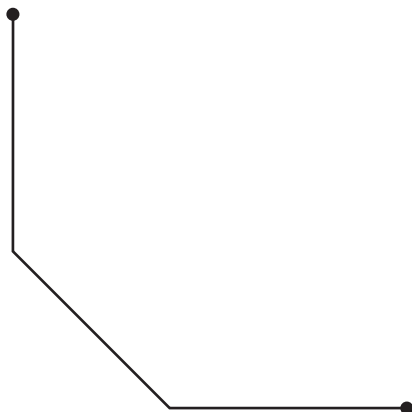
Para favorecer este sentido la perspectiva es fundamental, por lo que el uso de vistas en primera persona, con la correspondiente información vestibular y táctil sincronizadas refuerza esta sensación.

Sentido de agencia

Este indica la percepción de tener control, creando la ilusión de voluntad sobre las acciones, intenciones y selección motora. Por lo que, al coincidir las consecuencias esperadas de una acción con las consecuencias reales, el usuario se siente el agente de estas acciones. Dependiendo en gran medida de la sincronización de las correlaciones visomotoras.

La medición de la agencia no ha tenido tantos estudios como la de los otros sentidos, pero se puede realizar mediante métodos cualitativos, como un cuestionario.

Para mejorar este sentido debemos tener presente su alta sensibilidad a las discrepancias temporales entre la ejecución de un movimiento autogenerado y el feedback visual entregado, donde las correlaciones visomotoras deben tener estrictos límites.



Sentido de propiedad del cuerpo

Este sentido es posesivo, ya que se refiere a la auto atribución de un cuerpo, mediante el cual se experimentan sensaciones. Esto se ve influenciado por la información que entra al cerebro, como los sentidos, y los procesos cognitivos que podrían modificar como son procesados los estímulos sensoriales. Un factor importante de este sentido es la similitud morfológica, ya que es necesaria su presencia en alguna magnitud para inducir propiedad.

Este sentido ha sido medido mediante métodos cualitativos y cuantitativos, por ejemplo, la reacción a amenaza del cuerpo virtual.

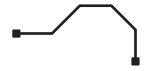
La mejora de este sentido la puede proporcionar el aumento de las correlaciones sensoriales entre estimulación física en el cuerpo real y la observada en el avatar. Por lo que se pueden utilizar feedback háptico y animaciones apropiadas al movimiento del usuario, como también una correcta relación morfología entre los cuerpos.

Finalmente hay que mencionar que la intensidad de cada sentido puede variar entre valores establecidos como mínimo y máximo, dependiendo de la percepción de cada usuario. En consecuencia, la sensación de embodiment, al estar compuesta por estos tres sentidos, también varía entre los valores mencionados.

Por lo tanto, se establece que el usuario tendrá la sensación de embodiment si presenta **alguno** de los tres sentidos en al menos una mínima **intensidad**. Pero no se ha descubierto si se puede llegar a una completa sensación de embodiment en un cuerpo que no sea el biológico.

Gracias a esto contamos con las consideraciones necesarias para brindar al usuario una sensación completamente inmersiva en la cual se sienta parte, disminuyendo la barrera de la realidad.

Habilidades y competencias necesarias para el desarrollo



El desarrollo de proyectos en Realidad Virtual requiere el conocimiento de una combinación de habilidades técnicas y creativas (prashant@77, 2022) (Gupta, 2020) (Sharma, 2019) (Fomby, 2022) (Cowen, s.f.) de diferentes ámbitos para que estos resulten íntegros y de la mayor calidad posible.

Habilidades Técnicas

Programación

Tener experiencia en lenguajes de programación como Java, Python o C# resulta esencial para el desarrollo de RV, donde además esta se puede enfocar directamente en la programación orientada a objetos para un mejor entendimiento y eficiencia de lo que se busca lograr. Por último, hay que mencionar que esta habilidad puede servir como base para las demás habilidades que se requieren ya que, en cierta medida, permite desarrollar las demás o se pueden complementar de esta.

Desarrollo de software

Luego de obtener los conocimientos de programación es necesario aplicarlos en el desarrollo de softwares para comenzar a crear productos funcionales.

Conocimiento general sobre XR

Será muy beneficioso y hará el proceso más eficiente el conocer previamente todas las terminologías, conceptos, constraints, etc. que presentan las realidades extendidas para obtener experiencia y entender la base de la naturaleza de estas tecnologías.

Habilidades Creativas

Modelado 3D y Animación

Generalmente los escenarios de RV están contruidos mediante assets 3D, a los que se les da vida mediante la animación por lo que el conocimiento de softwares 3D es fundamental. Dentro de esta área hay subdivisiones de conocimiento como lo son las texturas o la cantidad de polígonos que determinan la fluidez y calidad de la experiencia en RV, por lo que también es muy importante tener claridad sobre el funcionamiento de estos.

UI/UX

La experiencia de usuario será fundamental para desarrollar un proyecto eficiente y llamativo para el usuario, de esta forma podrá comprender la usabilidad y objetivo de la experiencia en RV para poder utilizarla cómodamente.

Diseño de sonido

Ya que gran parte de una experiencia en RV se compone de elementos audiovisuales es necesario tener conocimientos sobre las implicaciones de la producción e ingeniería de sonido dentro un ambiente 360°. El buen desarrollo de esta área permitirá que el proyecto tenga un mayor nivel de inmersión mejorando la experiencia.





Software

Para la creación de programas o aplicaciones de Realidad Virtual se deben utilizar softwares de desarrollo, los cuales son herramientas que les permiten a los desarrolladores **diseñar, desarrollar y desplegar** aplicaciones instalables en los diferentes hardware de RV para experimentar las diversas simulaciones de ambientes 3D inmersivos.

Estas herramientas suelen incluir combinaciones de diversas librerías de software, lenguajes de programación y plugins de desarrollo. De esta forma los desarrolladores no necesitan partir desde 0 para poder crear sus experiencias inmersivas, ya que muchas veces se les provee de assets base, sobre los cuales se pueden añadir o editar componentes para generar diferentes interacciones o características que formarán parte del producto final.

Principalmente estos softwares

funcionan en base a su soporte de diferentes tipos de formato de modelos 3D existentes y a su capacidad de crearlos y editarlos dentro de sí mismos. Esto es lo que permite crear ambientes o escenarios exactamente según lo requiera el usuario, brindando la libertad de crear una experiencia completamente personalizada, donde dependerá de las capacidades del o de los desarrolladores el nivel de producto que se logre generar.

Actualmente existen dos motores de creación de videojuegos que cumplen con todas estas características y lideran el mercado de softwares para la creación de experiencias en Realidad Virtual. Ambos son gratuitos para el desarrollo de proyectos personales y cuentan con soporte para diferentes formatos de modelos 3D, la capacidad de añadir texturas, generar simulaciones, soporte para programar, capacidad para generar APK instalables en lentes de RV, entre otras.

Unity 3D

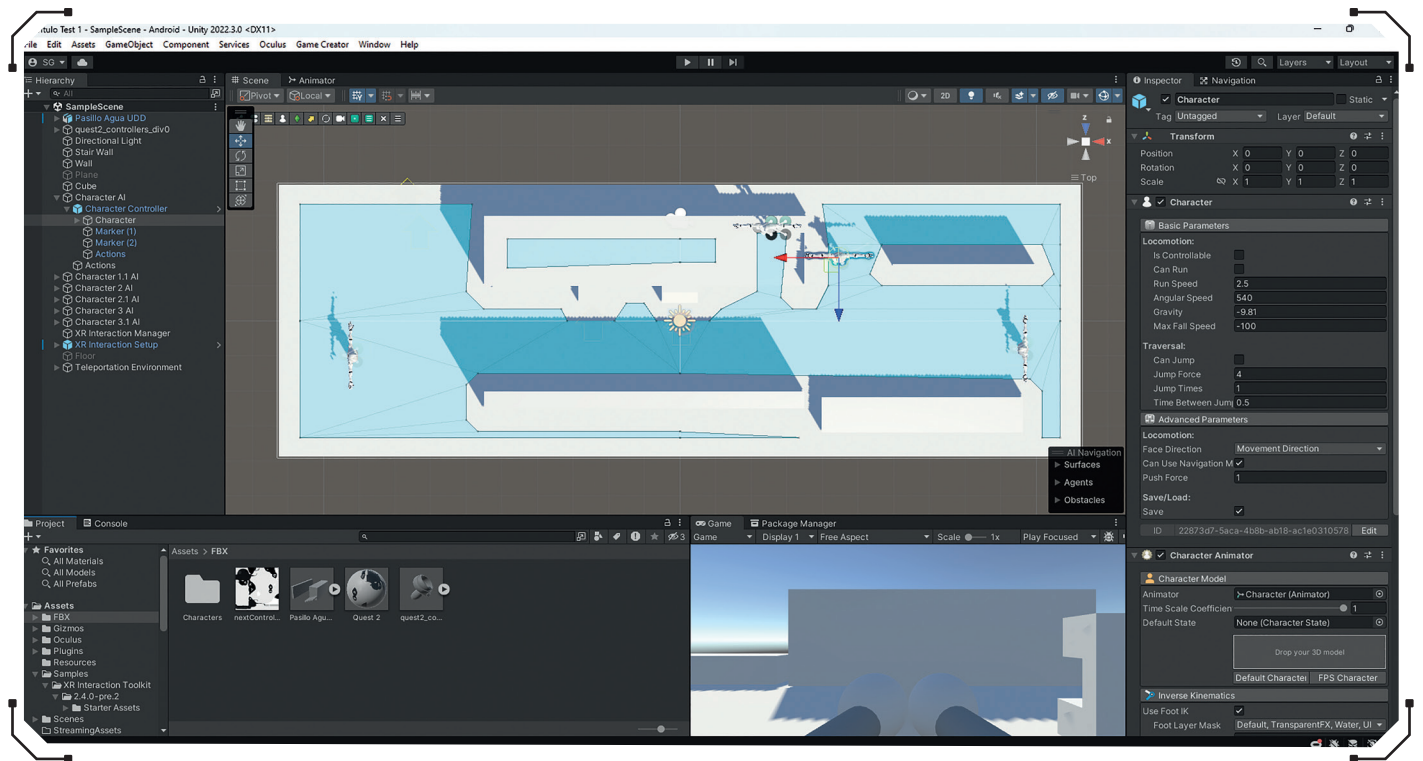


Ilustración 12. "Unity Editor UI". Fuente: Fabricación propia.

Este motor de videojuegos fue lanzado al mundo el año 2005 y desde entonces comenzó a crecer, destacándose por su rápida integración de nuevas tecnologías y soporte para múltiples plataformas donde en cada actualización incorporan nuevas e importantes características que le han permitido convertirse en la dominante empresa que es hoy en día, y que es la casa de gigantes en la industria de videojuegos como lo son Call Of Duty Mobile y Pokémon GO (Koranne, 2021).

Este programa tiene algunas características claves (Unity Technologies, s.f.) que podemos destacar:

Desarrollo Multiplataforma

Los proyectos desarrollados en esta

plataforma pueden ser ejecutados en diferentes plataformas incluyendo Windows, macOS, Linux, Android, iOS, entre otras

Renderizado en tiempo real

El motor de renderizado de Unity ofrece visuales de alta calidad para la creación de escenarios realistas, diferentes tipos de iluminación dinámica, sistemas y efectos de partículas, renderizado de texturas en modelos 3D, entre otros.

Simulaciones físicas

Este motor permite la creación de interacción físicas realistas entre objetos y personajes, con la capacidad de implementar gravedad, campos de colisión y otros.

Programación

El principal lenguaje de programación utilizado en Unity 3D es el C#, que cuenta con poderosas capacidades para crear comportamientos interactivos, implementar mecánicas de juego, y controlar varios aspectos de un juego. Gracias al uso de librerías muchas de estas características pueden ser aplicadas rápidamente, según la expertiz del programador.

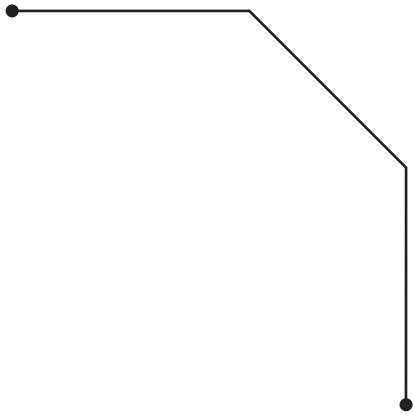
Animación

Se ofrece un sistema de animación que permite tanto el exportar como crear animaciones para objetos y personajes, creando interacciones dinámicas y realistas con el entorno simulado.

Assets

Por último, una de las capacidades más importantes que incorpora este motor de videojuegos es la opción de importar assets de todo tipo, incluyendo modelos 3D, scripts, audio, videos, imágenes e incluso paquetes creados en otros proyectos. Esto permite una completa libertad al momento de crear ya que se pueden incorporar todos los elementos necesarios, aunque estos sean desarrollados en otras aplicaciones. Además, cuenta con la Unity Asset Store, que es una tienda online con un amplio repertorio de assets creados por terceros, lo que acelera aún más la creación de proyectos al contar con material listo para incorporar.

Este poderoso y versátil software se ha ganado su reputación gracias a todas las capacidades que tiene y la libertad de creación que permite, además de contar con una gran comunidad activa de desarrolladores que comparten el conocimiento y ofrecen su asistencia para resolver problemas. La gran cantidad de variables que incorpora requiere que, al realizar un gran proyecto, estos sean realizados en



equipos que cuenten con miembros especializados en cada área ya que es difícil encontrar desarrolladores que manejen perfectamente todas las habilidades necesarias y pueda aprovechar todo el potencial que ofrece este motor.

En cuanto a la RV este poderoso motor tiene integración directa con diferentes lentes y hardware para la visualización de entornos virtuales. También existen diferentes plugins disponibles para facilitar el proceso de desarrollo y de compatibilidad con los dispositivos de renderizado.

Por estas razones, es el software que he decidido utilizar como plataforma principal para el desarrollo de esta herramienta.

Unreal Engine

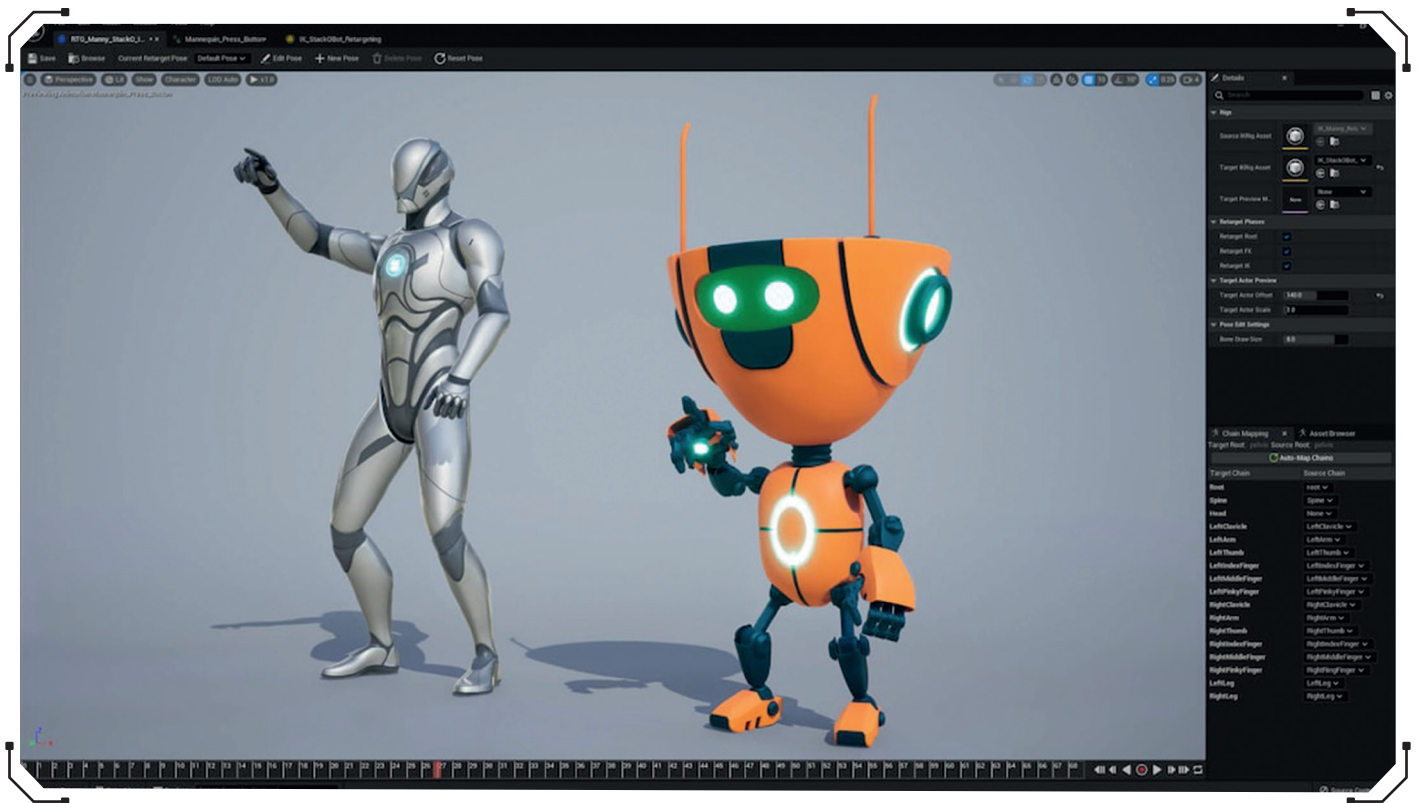


Ilustración 13. “Unreal Engine UI”. Fuente: UE | La herramienta de creación 3D en tiempo real más potente. (s.f.). Unreal Engine.

Este motor de videojuegos fue creado y pertenece a la compañía desarrolladora de videojuegos Epic Games, que es uno de los gigantes del mundo de desarrollo y venta de juegos digitales incorporando en su librería los principales triple A. Esta herramienta es utilizada por muchos desarrolladores debido al alto nivel de gráficos que destaca a este software, como también su alto grado de portabilidad gracias a su código escrito en C++. También es de uso gratuito y cuenta con un sistema de regalías para aquellos proyectos exitosos, dentro de los famosos juegos que se han desarrollado con este motor podemos encontrar Fortnite, Mortal Kombat, PUBG, entre otros.

Las características clave que presenta

Unreal Engine (Unreal Engine, s.f.) son las siguientes:

Gráficos de renderizado avanzados

La calidad gráfica en la cual es capaz de renderizar sete motor llega a un nivel de realismo muy alto. Soporta técnicas de renderizado con como Physically-Based Rendering (PBR) (Representación basada en la física en español), iluminación dinámica de diferentes tipos, sombras de alta calidad y efectos de post procesamiento.

Desarrollo multiplataforma

Aquí también podemos encontrar soporte para varias plataformas entre las cuales esta Windows, macOS, Linux, Android, iOS, entre otras. De esta forma los desarrolladores pueden

ampliar su mercado llegando a una mayor cantidad de usuarios.

Blueprints Visual Scripting

Este sistema es único de esta plataforma y se basa en la programación visual, mediante el uso de una interfaz intuitiva de nodos que permite a desarrolladores de todos los niveles programar mecánicas de juego interactivas y comportamientos complejos sin la necesidad de escribir código.

Simulaciones físicas

También incorpora un robusto sistema de simulaciones, que permite a los desarrolladores incorporar interacciones realistas entre los objetos y los personajes que conforman sus proyectos. Soporta la detección de colisiones con alta precisión, dinámicas de “rigid body”, simulaciones de tela, entre otras.

Marketplace

Unreal Engine cuenta con su propia tienda de assets, donde se ofrecen productos prefabricados de todo tipo como modelos 3D, texturas, efectos de sonido y plugins. Aquí los desarrolladores tienen la oportunidad de subir sus propios assets para ponerlos en venta como también acelerar sus procesos de desarrollo al contar con una librería de elementos listos para incorporar en sus proyectos.

Animación

Este software también cuenta con soporte para animaciones con esqueleto, transformación de objetos, state machines, entre otros. De esta forma se pueden crear animaciones realistas y cinemáticas, generando narrativas con un alto nivel de inmersión

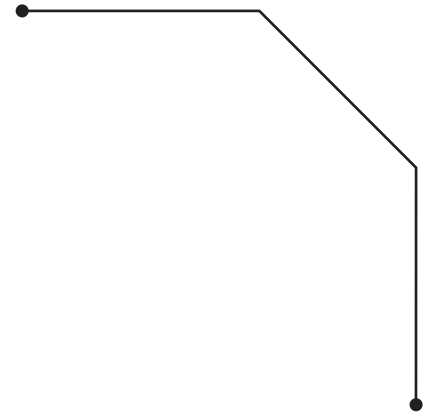
Comunidad y soporte

La comunidad usuaria de este motor

también se ha encargado de compartir su conocimiento y contribuir en proyectos de código abierto, de esta forma existe una red que ofrece guía y soporte para todos aquellos que lo necesiten.

Todas estas capacidades pueden ser utilizadas al momento de desarrollar proyectos para Realidad Virtual, ya que cuenta con soporte para los headsets más populares, herramientas específicas para RV como audio espacial o mecánicas de teletransportación, optimización de rendimiento para RV, soporte para multijugadores, entre otras.

Es innegable el poder y versatilidad que entrega este software, por lo que es una clara opción que considerar al momento de desarrollar proyectos de RV para cualquier desarrollador.





Qualcomm Snapdragon XR2

Uno de los procesadores más famosos que encontramos hoy en día es procedente de la compañía Qualcomm, famosa por sus procesadores para teléfonos con sistema operativo Android donde lideran con su presencia en los productos de gama alta principalmente.

El chip Snapdragon XR2 está presente en lentes de RV como los Meta Quest 2 o los Pico 4 VR y está hecho para experiencias en Realidades Extendidas.

Algunas de sus características más importante (Moorhead, 2019) son:

- Soporta hasta 7 cámaras consecutivas para un seguimiento de movimiento y reconocimiento de gestos precisos.

- Permite la incorporación de Inteligencia Artificial para que los dispositivos sean capaces de aprender de sus interacciones y volver más eficientes con el paso del tiempo.

- Soporta resoluciones de 3K por 3K por ojo a 90 FPS y la reproducción de videos en 8K a 60 FPS y 4K a 120 FPS, incluyendo soporte para HDR10 y HDR10+.

- Incluye conectividad 5G, lo que hoy en día es muy importante al disminuir los tiempos de carga de contenido permitiendo experiencias mucho más inmersivas.

Todas estas características convierten a este procesador en uno de los más importantes y establece un estándar para la competencia. Permitiendo experiencias de alto nivel en dispositivos de XR móviles.

Hardware

Para lograr que una experiencia sea completamente inmersiva es muy importante complementar el software con el hardware adecuado, es decir que los componentes físicos tecnológicos a utilizar sean adecuados y capaces de soportar los requerimientos que exigen las aplicaciones de RV.

Procesadores

Es por lo que resulta importante mencionar los procesadores existentes hoy en día para el desarrollo de RV, ya que estos son los que entregan todo el poder de procesamiento y establecerán el límite al cual se puede llegar.



Head-Mounted Display (HMD, Pantalla montada en la cabeza)

Otra parte importante del hardware necesario para experimentar la RV son los dispositivos que nos permiten visualizar los entornos virtuales, estos son conocidos como HDM y se pueden describir como dispositivos que se utilizan sobre la cabeza, específicamente sobre los ojos, bloqueando la visión del mundo real para enfocar al usuario en la proyección que presenta mediante 2 pantallas ubicadas en la posición de los ojos, esto crea la sensación de inmersión que se complementa con salidas de audio cercanas a los oídos generando un sonido espacial.

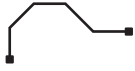
Estos dispositivos deben contar con diversos sensores para recrear los movimientos del usuario dentro de la experiencia inmersiva, generalmente encontramos sensores de movimiento como acelerómetros y giroscopios capaces de capturar la rotación de la cabeza, múltiples cámaras que colaboran en la captura de movimiento pero también suelen ser utilizadas para tener una percepción del espacio donde se ubica el usuario y de los controles, y en algunos casos incluso podemos encontrar sensores de seguimiento de los ojos para que el dispositivo

pueda saber hacia dónde está mirando el usuario y poner el foco en esa sección en particular.

Muchas veces estos cascos o lentes son complementados con controladores para las manos, los cuales suelen incorporar sensores de movimiento para que puedan ser representados fielmente dentro del entorno virtual, mostrando con exactitud la posición y rotación de las manos, lo que permite que el usuario pueda utilizar sus manos para interactuar, lo que se complementa con feedback aptico para aumentar la inmersión en el entorno proyectado.

También es importante mencionar que estos dispositivos requieren considerar factores ergonómicos y de comodidad ya que, en general buscan ser utilizados por largos periodos de tiempo. Usualmente se utilizan almohadillas para que hagan contacto con la cara del usuario y algún sistema de soporte que permita distribuir el peso del dispositivo en la cabeza del usuario.

Dentro de estos dispositivos algunos de los más populares son:



Meta Quest 2

Este headset desarrollado por la compañía Meta fue introducido al mercado en el año 2020, desde entonces se han destacado por su calidad en comparación a su precio, siendo uno de los más accesibles del mercado.

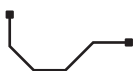


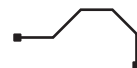
Ilustración 14. "Meta Quest 2". Fuente: Meta Quest 2: Our Most Advanced New All-in-One VR Headset | Oculus. Recuperado Junio 17, 2023.

También es importante mencionar que, desde su lanzamiento oficial hace casi 3 años, este dispositivo ha recibido mejoras que han permitido que se mantenga vigente a pesar de su tiempo en el mercado

Sin duda los Meta Quest 2 ofrecen un producto de gran calidad para el desarrollo de RV. Cuentan con una gran comunidad de usuarios dispuestos a compartir el conocimiento y el respaldo de la compañía Meta.

Sin embargo, la tercera versión de este producto ha sido anunciada durante el proceso de desarrollo de esta tesis y contarán con mejores especificaciones y un gran enfoque en la Realidad Mixta. Aun así, este producto seguirá vigente por un tiempo más ya que aun cuenta con buenas especificaciones para la fecha.





Hardware

- Incluye el procesador Snapdragon XR2.
- 6GB de memoria RAM.
- Almacenamiento de 128GB o 256GB.
- Opcionalmente se puede conectar a un PC para acceder a más aplicaciones.

Gráficos

- Tiene una pantalla LCD Fast-Switch con una resolución de 1832 x 1920 píxeles por ojo.
- Una tasa de refresco de 60, 72 y 90 Hz.
- La escala de resolución dinámica permite una mayor densidad de píxeles.
- Es compatible con gafas ópticas.

Seguimiento

- Cuenta con 6 grados de libertad (6DOF), lo que permite reconocer los movimientos de la cabeza y el cuerpo hacia adelante/atrás, arriba/abajo e izquierda/derecha (Rouse, 2019).

Controles

- Presenta 2 controles touch con características ergonómicas para cada mano y con sensores que permiten reconocer su posición

Soporte

- Cuenta con una banda suave diseñada para ofrecer comodidad ligera a cualquier tipo de usuario, la cual puede ser ajustada o mejorada con diversos accesorios.

Sonido

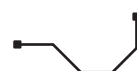
- Audio posicional 3D permitiendo escuchar todo lo que te rodea.
- Tiene un puerto Jack de 3.5 mm para añadir auriculares.

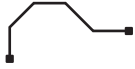
Aplicaciones y juegos

- Aplicaciones y juegos La Meta Quest Store ofrece diferentes aplicaciones de todo tipo y experiencias visuales.



Tabla 1. Especificaciones técnicas Meta Quest 2. Fuente: Meta. (s.f.). Meta Quest 2: Our Most Advanced New All-in-One VR Headset | Oculus. Recuperado Junio 17, 2023.





Meta Quest Pro

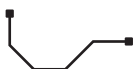
Este producto es la versión mejorada de los Meta Quest 2, pero va más allá de una actualización. Incorpora materiales de mejor calidad y un completo rediseño, además está destinado a un público con mayor poder adquisitivo ya que su diseño y materiales son “premium”, lo que ha elevado su precio considerablemente en comparación a los otros productos de la misma marca.

El principal enfoque de este visor es el trabajo, por lo que se ha incorporado la Realidad Mixta de alta calidad para transformar los espacios del mundo real y poder acceder a diversos tipos de ambientes de trabajo desde cualquier parte del mundo.

Si bien este visor no tiene un enfoque en los videojuegos o experiencias completamente inmersivas, nos ofrece una alta calidad como producto y expande las posibilidades a considerar al momento de desarrollar Realidad Extendidas. También, significa un gran avance en cuanto a hardware y al desarrollo ergonómico de los HMD. Su alto costo económico dificulta su acceso, pero los desarrolladores que cuenten con este dispositivo podrán aprovechar todo el potencial que ofrece su poderoso procesador en conjunto con sus sensores y pantallas.



Ilustración 15. “Meta Quest Pro”. Fuente: Meta. (s.f.). Meta Quest Tech Specs | Meta Store. Recuperado Junio 17, 2023.




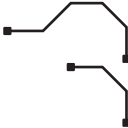


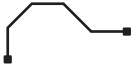
	Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye el procesador Snapdragon XR2+. • 12GB de memoria RAM. • Almacenamiento de 256GB. • Opcionalmente se puede conectar a un PC para acceder a más aplicaciones. 		
<hr/>				
Gráficos		<ul style="list-style-type: none"> • Tiene una pantalla LCD con una resolución de 1800 x 1920 pixeles por ojo con retroiluminación de atenuación local. <p>Un campo de visión de 106° horizontales y 96° verticales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una tasa de refresco de 90 Hz. • Es compatible con gafas ópticas. 		
<hr/>				
Seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> • 10 sensores que permiten la transferencia de Realidad Mixta estereoscópica y 6 grados de libertad (6DOF). • Seguimiento de expresiones en tiempo real mediante sensores infrarrojos con un campo de 120°. 			
<hr/>				
Controles	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta 2 controles touch con características ergonómicas para cada mano. • Cada control cuenta con 3 cámaras y un procesador Snapdragon 662 para un rango de movimiento de 360° en el espacio virtual. <p>Retroalimentación háptica TruTouch y soporte para movimientos de pellizco de precisión.</p>			
<hr/>				
Soporte	<ul style="list-style-type: none"> • En comparación a los Meta Quest 2 se logró reducir su tamaño y se diseñó una nueva banda con mayor soporte para la parte trasera de la cabeza que permite una mejor distribución del peso del dispositivo. 			
<hr/>				
Sonido	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye parlantes y 3 micrófonos con soporte para sonido espacial. • Incluye puertos Jack de 3.5 mm duales para añadir auriculares. 			
<hr/>				
Aplicaciones y juegos	<ul style="list-style-type: none"> • La Meta Quest Store ofrece diferentes aplicaciones de todo tipo y experiencias visuales. 			
<hr/>				
Nivel de inmersión	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece niveles ajustables de inmersión en RV, desde visión periférica completamente abierta hasta bloqueo parcial o inmersión total. 			
				

Tabla 2. Especificaciones técnicas Meta Quest Pro. Fuente: Meta. (s.f.). Meta Quest Tech Specs | Meta Store. Recuperado Junio 17, 2023.



PlayStation VR2

Desarrollado por Sony como parte del ecosistema de PlayStation 5, se convierte en un accesorio para esta consola expandiendo sus modalidades de juego.

Este tipo de headset es bastante similar a los descritos previamente pero no es autónomo, ya que requiere de hardware externo para obtener su poder de procesamiento, en este caso se conecta directamente a un PlayStation 5.

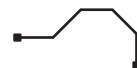
Este dispositivo es mucho más limitado que las opciones anteriores en cuanto a la oferta de aplicaciones y juegos para utilizar, pero nos demuestra otro tipo de visor que aprovecha la capacidad de procesamiento de un procesador externo. Esto permite otro nivel de experiencias ya que la capacidad de renderizado que puede alcanzar una consola o un computador es mucho mayor a la de un procesador móvil.



Gracias a esto el proceso de optimización para lentes de RV se ve simplificado e incluso anulado completamente. Por lo que la calidad de los assets 3D y texturas aumenta considerablemente, permitiendo un mayor nivel de inmersión y estado de presencia.

Ilustración 16. "PlayStation VR2". Fuente: Especificaciones técnicas de PS VR2 | Pantalla, configuración y compatibilidad de PlayStation VR2. (s.f.). PlayStation. Recuperado Junio 18, 2023.





Hardware • Obtiene su poder de procesamiento al conectarse directamente a una PlayStation 5 mediante un cable USB de tipo C.

Gráficos • Panel OLED de 2000 x 2040 píxeles por ojo.
• Un campo de visión de 110° aprox.
• Una tasa de refresco de 90 Hz y 120 Hz.

Seguimiento • Sistema de detección de movimiento de seis ejes (giroscopio de tres ejes, acelerómetro de tres ejes).
• Sensor de proximidad de IR.
• 4 cámaras integradas para el seguimiento de auriculares y controles.
• Cámara de IR para seguimiento ocular por ojo.

Controles • Presenta 2 controles, uno para cada mano.
• Cada uno cuenta con sensores de detección de movimiento en 6 ejes.
• Sensores capacitivos para la detección de toques.
• LED IR para el seguimiento de posición.
• Cuenta con efecto gatillo en uno de sus botones de cada control y respuesta háptica.

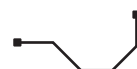
Soporte • Cuenta con un visor y una banda rígida adaptable que distribuye el peso del dispositivo en la cabeza del usuario, donde además se conecta el cable que permite la conexión con la consola.

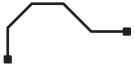
Sonido • Entrada: micrófono incorporado.
• Salida: conector para auriculares estéreo.

Aplicaciones y juegos • La PlayStation Store tiene disponibles juegos desarrollados para PS VR2.



Tabla 3. Especificaciones técnicas PlayStation VR2. Fuente: Especificaciones técnicas de PS VR2 | Pantalla, configuración y compatibilidad de PlayStation VR2. (s.f.). PlayStation. Recuperado Junio 18, 2023.





Apple Vision Pro

Los esperados visores de Realidad Mixta de la compañía Apple, que al igual que los Meta Quest Pro, se pueden considerar como un producto “premium” debido a su alto costo, siendo uno de los más costosos en el mercado hasta la fecha.

También tiene un enfoque en el trabajo ya que busca ser una “computadora espacial” y su anuncio significó un cambio de paradigma para los lentes de RX al eliminar completamente los controles, siendo operado únicamente con el seguimiento del movimiento de los ojos y gestos con las manos.

Debido a que este producto no estará disponible en el mercado hasta el año 2024, sus especificaciones técnicas no están completas.

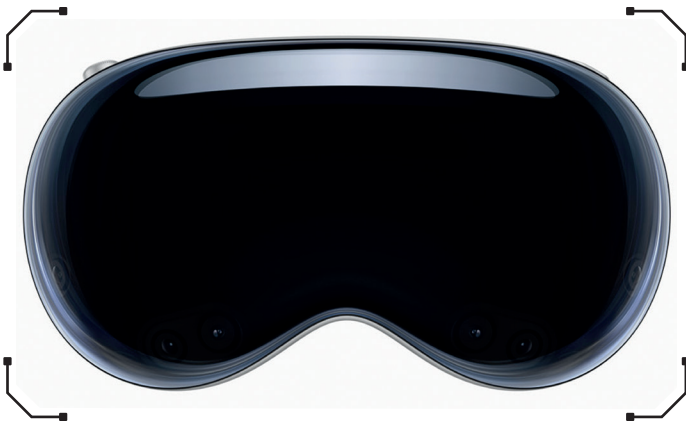
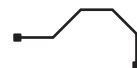


Ilustración 17. “Apple Vision Pro”. Fuente: Apple. (s.f.). Apple Vision Pro. Recuperado Junio 18, 2023.

Si bien el uso de este dispositivo busca simular lo que podría ser el utilizar múltiples monitores para trabajar con un computador, esta nueva tecnología ofrece un importante avance en términos de Realidad Mixta como también en el uso de sensores para el control del dispositivo con el cuerpo.

Este producto todavía no ha sido testeado con usuarios masivamente, por lo que solo queda esperar que salga al mercado para comprobar su funcionamiento según todo lo anunciado en el lanzamiento.





Hardware • Incluye el procesador M2 que se dedica a la parte gráfica y ejecución del sistema operativo. Además, lo complementa el procesador R1 que se encarga de procesar toda la información proveniente de las cámaras, sensores y micrófonos.

Gráficos • Incorpora una pantalla micro-OLED con 23 millones de píxeles por ojo.
• La tasa de refresco es de 90 Hz.

Seguimiento • Incorpora leds y cámaras infrarrojo para detectar el movimiento de los ojos y los gestos de las manos.
• Las cámaras de alta resolución externas además permiten el mapeo 3D en tiempo real del entorno para mejorar la mezcla del entorno con las pantallas virtuales.

Soporte • El visor está hecho de vidrio y aluminio, por lo que utiliza una banda gruesa de tela en la parte trasera de la cabeza, adaptable para diferentes usuarios y que provee el soporte necesario. También, en el costado de esta banda se le conecta el cable para la fuente de poder.

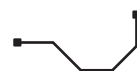
Sonido • Incluye dos capsulas de sonido cercanas a los oídos que permiten el audio espacial, que se adapta al ambiente gracias al análisis que realiza al entorno con sus micrófonos.

Aplicaciones y juegos • Se lanzará una App Store dedicada para esta plataforma.

Nivel de inmersión • Mediante una corona digital se puede adaptar el nivel de inmersión al aumentar o disminuir gradualmente la proyección del mundo real.



Tabla 4. Especificaciones técnicas Apple Vision Pro. Fuente: Apple. (s.f.). Apple Vision Pro. Recuperado Junio 18, 2023.



Uso de la Realidad Virtual en la industria

Esta tecnología ha surgido como una innovación que ha llamado la atención de diversas industrias gracias a sus capacidades de **simular** entornos y situaciones.

Algunos de los beneficios que han logrado aprovechar de esta tecnología son, por ejemplo, el mejorar la eficiencia de **entrenamientos** como también disminuir los **riesgos físicos** que implican algunos procesos industriales.

Industria de los Videojuegos

Cuando pensamos en Realidad Virtual probablemente lo primero que imaginemos es un juego, ya que esta es una de las industrias donde más presencia ha tenido esta tecnología. Como podemos apreciar más de 230 compañías de videojuegos se han aventurado en la RV (Mattoo, 2022), con presencia en las principales tiendas como lo es Steam o PlayStation, las cuales cuentan con secciones dedicadas a la RV, ofreciendo una amplia variedad de juegos de diferentes géneros.

La popularización de esta tecnología dentro del mundo de los videojuegos ha permitido que surjan revolucionarios prototipos, fomentando la **innovación** y el **desarrollo** de esta.

El principal beneficio que podemos concluir del aumento de la demanda de esta tecnología en esta industria es su **masificación**, lo que permitirá que disminuyan sus costos asociados y que más desarrolladores se familiaricen mejorando la calidad de las experiencias.



Industria automotriz

El uso de RV parece haber sido acogido de buena manera por esta industria, donde se espera que su mercado crezca con el pasar de los años y aumente su popularidad gracias a los avances tecnológicos y la necesidad de **reducir costos** ingenieriles.

Los principales casos de uso son el prototipado de vehículos, entrenamiento y showrooms (ScienceSoft, s.f.).

Ford Motor Company



Esta compañía utiliza la Realidad Virtual para entrenar a sus empleados, para lo cual han desarrollado una herramienta de entrenamiento en la que los técnicos están inmersos en un mundo simulado y gamificado.

De esta forma los mecánicos pueden aprender a diagnosticar y realizar servicios sin la necesidad de contar con un automóvil físico. Esto permite comprender los componentes y pasos requeridos previamente a realizar algún servicio físicamente. Además, se está trabajando en un sistema modular para explorar los vehículos y aprender su sistema. El uso de esta tecnología tiene el potencial para atraer a nuevos empleados de un perfil tecnológicamente avanzado e innovador, con la posibilidad de acceder desde cualquier parte del mundo (Ford Motor Company, 2020).

Adicionalmente, Ford también ha incursionado en el uso de Realidad Virtual para el diseño de sus vehículos, práctica que se vio impulsada a raíz de la crisis de Covid-19 que puso en pausa en prototipado en arcilla. Los diseñadores colaboraron mediante un estudio de diseño virtual, trabajando remotamente en la aplicación 360° Sketching que les permitió imaginar y compartir dibujos experimentables desde cualquier parte del interior del vehículo. Este paso fue muy importante para la empresa de automóviles al cambiar la forma de ver el diseño de vehículos y ampliando las posibilidades de creación colaborativa (Ford Motor Company, s.f.).

CUPRA

La fabricante de automóviles española también ha incorporado la RV, pero ha destacado su enfoque en el ámbito del entretenimiento generando experiencias atractivas e innovadoras.

En abril del 2023 Cupra presentó la “Exponential Experience”, que es la primera experiencia de carreras eléctricas que fusiona el mundo virtual con el físico. En esta los usuarios se introducen en el modelo UrbanRebel Racing Concept para manejarlo en el mundo real, pero al mismo tiempo utilizan cascos de Realidad Mixta que proyectan el entorno virtual donde estarán conduciendo que puede tomar lugar en cualquier escenario imaginable. Además, cuentan con la interfaz “Reality Loop” que permite que los eventos del entorno virtual afecten directamente al vehículo físico. De esta forma el usuario ve un mundo completamente virtual y aumentado mientras recibe todos los estímulos sensoriales de la conducción en la realidad (CUPRA, 2023).

Este tipo de tecnología es un gran avance para las experiencias en Realidades Extendidas, ya que se ha logrado fusionar con mucho éxito ambos mundos real y virtual en una experiencia completamente inmersiva.

Industria minera

Esta industria ha adoptado las tecnologías inmersivas debido a su gran necesidad de disminuir los grandes **factores de riesgo** que implica el trabajo en minas, donde se ha puesto especial énfasis en el entrenamiento, ya que es aquí donde se presenta un gran riesgo al exponer a nuevos empleados a labores cotidianas de este trabajo.

Es por lo que se ha recurrido al uso de RV y RA para entrenar a los novatos, lo que permite disminuir aquellos peligros a los que se les expone como también los costos asociados. De esta forma los trabajadores adquieren experiencia virtual y absorben rápidamente los conocimientos (Ali, 2022).

Minverso

Creado en Chile, es el primer metaverso minero del mundo y se enfoca en aumentar la adquisición y retención de conocimientos de los mineros mediante experiencias metaversales para lograr disminuir los riesgos de la minería. Su trabajo consiste en analizar los procesos que se buscan virtualizar y proponer y desarrollar una solución digital que cumpla con las expectativas del cliente, para luego implementarla en conjunto hasta lograr la completa operatividad (Minverso, s.f.).

Las diversas experiencias que han desarrollado son para las áreas de entrenamiento y educación, por lo que consisten en entornos virtuales multiusuarios que simulan ambientes mineros donde realizar discusiones y capacitaciones. Además, han avanzado

en la integración de Inteligencia Artificial mediante la creación de Nila, la asistente virtual de Minverso que se encuentra conectada con ChatGPT de OpenAI, por lo que puede resolver dudas sobre minería y aportar conocimientos (Minverso, s.f.).

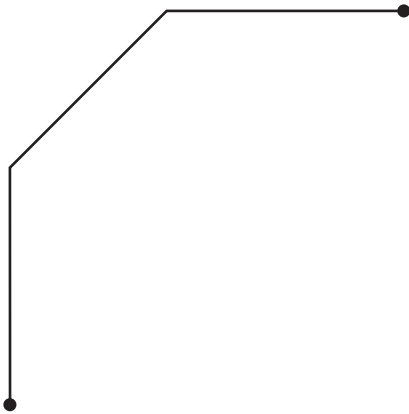
Este último punto destaca dentro del portafolio de Minverso, ya que es la primera aproximación hacia el futuro de las experiencias en RV. Donde el complementar los entornos virtuales con IA será un aspecto básico para generar experiencias aún más inmersivas y realistas.

Industria de la salud

La Realidad Virtual también ha logrado entrar en el mundo de la medicina abordando diferentes áreas, pero principalmente se aprovechan las capacidades de **simulación** de esta tecnología para representar posibles casos en los cuales los profesionales puedan trabajar en su empatía y comunicación hacia los pacientes.

Esto se puede considerar como entrenamiento, donde además encontramos que el personal médico presente en cirugías utiliza la RV para practicar los diferentes procedimientos y mejorar sus habilidades sin poner en riesgo a ningún paciente (Gottsegen, 2021).





University of the Arts London⁴

- **MA Virtual Reality:** Este curso permite explorar y desarrollar aplicaciones de RV para películas, efectos visuales, animación, etc.
- **BA (Hons) Sound Arts:** Se explora el diseño de sonido para ámbitos como películas, animación, videojuegos, realidad virtual, etc.
- **BA (Hons) Immersive Media and Mixed Reality:** Este curso cuenta con acceso a tecnología del nivel de la industria para testear y trabajar con herramientas inmersivas e interactivas.

Realidad Virtual en el diseño

Para obtener información sobre la adopción de la RV en la academia del diseño se consultó los programas académicos de las principales universidades de diseño del mundo y de Chile.^{1 2}

Rhode Island School of Design³

- **Immersive Spaces:** Aquí se explora la relación entre los nuevos lenguajes de multimedia y los espacios físicos, creando entornos virtuales inmersivos y multisensoriales.

1 QS World University Rankings for Art & Design 2023. (s.f.). Top Universities. Recuperado Junio 25, 2023, de <https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2023/art-design>

2 QS World University Rankings for Art & Design 2023. (s.f.). Top Universities. Recuperado Junio 25, 2023, de <https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2023/art-design?@ion=Latin%20America&countries=cl>

3 Course Catalog – Ellucian Student Application. (s.f.). Recuperado Junio 25, 2023, de <https://ss.risd.edu/Student/Courses/Search?subjects=DM>

Parsons School of Design⁵

- **Digital Development:** Extended Reality: Este curso se centra en WebVR, enseñando los conocimientos básicos para desarrollar experiencias inmersivas en RV para navegadores.
- **Visual Communication Lab 2:** Este curso enfocado en la moda explora espacios físicos y digitales, donde se introduce a tecnologías como RA y RV para explorarlas como medio de marketing y comunicación de moda.
- **Digital & Physical Modelmaking:** Este curso explora las técnicas de molado físico y digital para encontrar oportunidades espaciales, utilizando

4 Ual. (2020, Agosto 6). Courses. UAL. Recuperado Junio 25, 2023, de https://www.arts.ac.uk/search/courses?collection=ual-courses-meta-prod&query=!null-query&start_rank=1&sort=relevance

5 Course Catalog | The New School. (s.f.). Course Catalog | the New School. Recuperado Junio 25, 2023, de <https://courses.newschoo.edu/>

las realidades extendidas para experimentar el diseño espacial.

Massachusetts Institute of Technology xPRO⁶

- **Virtual Reality and Augmented Reality:** Se ofrece un curso especializado en XR donde se aprenderá a desarrollar aplicaciones y todos los conocimientos necesarios para crear y comunicar.

Politécnico de Milán⁷

- **Virtual and Physical Prototyping:** Este programa provee conocimientos sobre métodos y técnicas de prototipado virtual, donde se estudian las tecnologías de RD, RA y RM.

Pontificia Universidad Católica de Chile⁸

- **El Diseño en Realidad Aumentada y Virtual (Electivo):** El curso tiene un enfoque teórico, se enseña el estado del arte, a identificar desafíos técnicos y experiencia en

6 MIT xPRO | Virtual Reality and Augmented Reality. (s.f.). Xpro. Recuperado Junio 25, 2023, de <https://xpro.mit.edu/courses/course-v1:xPRO+ARVRx+R1/>

7 Politécnico de Milán. (s.f.). Program Redesign. Digital and Interaction Design. Recuperado Junio 25, 2023, de <http://www.digitalinteractiondesign.polimi.it/program-redesign/>

8 Pontificia Universidad Católica de Chile. (s.f.). El Diseño en Realidad Aumentada y Virtual - RamosUC. Recuperado Junio 25, 2023, de <https://ramo-suc.cl/ramo/DN03289>

la aplicación de tecnología de RV/RA para un problema de diseño.

Universidad del Desarrollo⁹

- **Realidad Virtual con Unity 3D: Creando soluciones innovadoras (Electivo):** Este curso es introductorio a la tecnología de RV, mediante el software Unity 3D se enriquecen los escenarios virtuales para visualizarlos en hardware inmersivos y no inmersivos.

Universidad de Chile¹⁰

- **Realidad Virtual para Diseño y Arquitectura (Electivo):** Este ramo enseña los técnicas, herramientas y metodologías para el desarrollo de escenarios y experiencias en RV para representación e interacción.

Como podemos apreciar, las academias de diseños demuestran interés por las tecnologías inmersivas al incorporar algunos cursos que proporcionan información y generan experiencia. Aun así, como podemos ver en las universidades chilenas, la RV no se ha integrado en el programa académico del diseño, pero si se ofrece para aquellos que estén interesados en aprender. Sin embargo, hay que mencionar que, si bien no hay cursos específicos sobre esta tecnología, si se explora dentro del marco de otras

9 Universidad del Desarrollo. (2023, Mayo 4). Realidad virtual con Unity 3D: Creando soluciones innovadoras - UDD Futuro. UDD Futuro. Recuperado Junio 25, 2023, de <https://uddfuturo.udd.cl/realidad-virtual-con-unity-3d-creando-soluciones-innovadoras/>

10 Universidad de Chile. (s.f.). Ucampus Uchile. Ucampus Uchile. Recuperado Junio 25, 2023, de https://ucampus.uchile.cl/m/fau_catalogo/?semestre=20231&depto=12010003

asignaturas, usualmente dependiendo del interés de cada profesor.

Además, cabe mencionar que esta tecnología ha tomado relevancia dentro de la academia especialmente en cuanto a la ingeniería y el desarrollo de videojuegos. Donde, ya adentrados en la segunda mitad del 2023 podemos encontrar carreras universitarias específicas de esta disciplina.

Universidad Bernardo O'Higgins¹¹

- **Ingeniería en Realidad Virtual y Diseño de Juegos Digitales:** Esta carrera se enfoca en que sus profesionales sean capaces de resolver problemáticas en áreas tecnológicas y científicas que tengan relación con graficas computacionales, multimedia, simulaciones, videojuegos y entretenimiento digital. De esta forma podrán crear software, multimedia y videojuegos con diseño interactivo, estándares mundiales y tecnologías emergentes.

Universidad Finis Terrae¹²

- **Ingeniería Civil en Realidad Virtual y Videojuegos:** Estos profesionales tendrán habilidades

11 Admisión. (2023, 29 septiembre). Ingeniería en Realidad Virtual y Diseño de juegos digitales - Admisión UBO 2024. Admisión UBO 2024. <https://www.ubo.cl/admision/facultades/facultad-de-ingenieria-ciencia-y-tecnologia/ingenieria-realidad-virtual-dise-no-juegos-digitales/>

12 Admisión Universidad Finis Terrae. (2023, 21 septiembre). Ingeniería Civil en Realidad Virtual y Videojuegos | Admisión 2024 | Universidad Finis Terrae. Proceso Admisión 2024 | Universidad Finis Terrae. <https://admision.uft.cl/carreras/ingenieria-civil-en-realidad-virtual-y-videojuegos/>

para el diseño, planificación, gestión e implementación de procesos y experiencias de usuario interactivas integrando Inteligencia Artificial en su desarrollo. De esta forma se pueden incorporar en ámbitos como la virtualización industrial, Inteligencia Artificial, integración tecnológica, industria productiva e industria del entretenimiento.

Universidad de Talca¹³

- **Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual:** Este tipo de ingeniero podrá desempeñarse nacional o internacionalmente en áreas como la industria de videojuegos, informática para el desarrollo de aplicaciones y tecnologías de la información y simulaciones para diversas industrias como la salud, educación, entre otras. Además, contarán con habilidades que les permitirá aplicar estrategias tanto de la ciencia de la computación como del diseño para la resolución de problemas ingenieriles, como también la innovación a través del diseño y el desarrollo de productos.

AIEP¹⁴

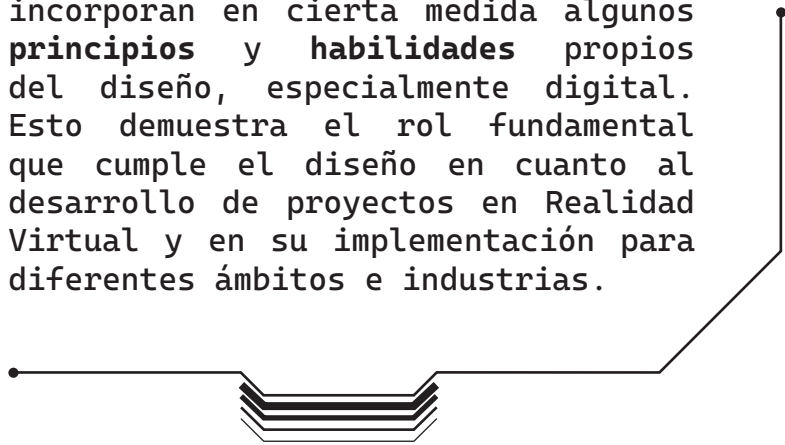
- **Técnico en Realidad Virtual y Aumentada:** Esta carrera busca que los profesionales tengan todas las habilidades para desarrollar y modelar entornos inmersivos para sectores productivos mediante medios

13 Admisión 2023. (2023, 9 agosto). Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual - Admisión 2023. <https://admision.otalca.cl/carreras/ingenieria-en-desarrollo-de-videojuegos-y-realidad-virtual/>

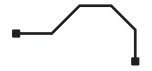
14 Admisión 2023, AIEP. (2023, 21 agosto). Técnico en Realidad Virtual y Aumentada | AIEP. AIEP. <https://www.aiep.cl/admision/carrera/tecnico-en-realidad-virtual-y-aumentada/>

digitales. De esta forma se podrán incorporar en áreas como el diseño, desarrollo de servicios y tecnologías inmersivas para industrias de diferentes sectores económicos, tanto privadas como públicas.

Como podemos apreciar, si bien estas carreras no forman parte concreta de las academias de diseño, todas incorporan en cierta medida algunos **principios** y **habilidades** propios del diseño, especialmente digital. Esto demuestra el rol fundamental que cumple el diseño en cuanto al desarrollo de proyectos en Realidad Virtual y en su implementación para diferentes ámbitos e industrias.



Estado del arte



Como podemos apreciar las tecnologías inmersivas han logrado permear en diferentes industrias, donde los principales usos y aplicaciones que se le han dado es para el entrenamiento de personal y la reducción de riesgos de los procesos asociados a estas industrias. Siendo la industria Automotriz las más importante en cuanto al uso de RV como proceso de diseño para productos reales, y no solo como medio para la exposición de estos.

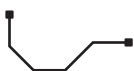
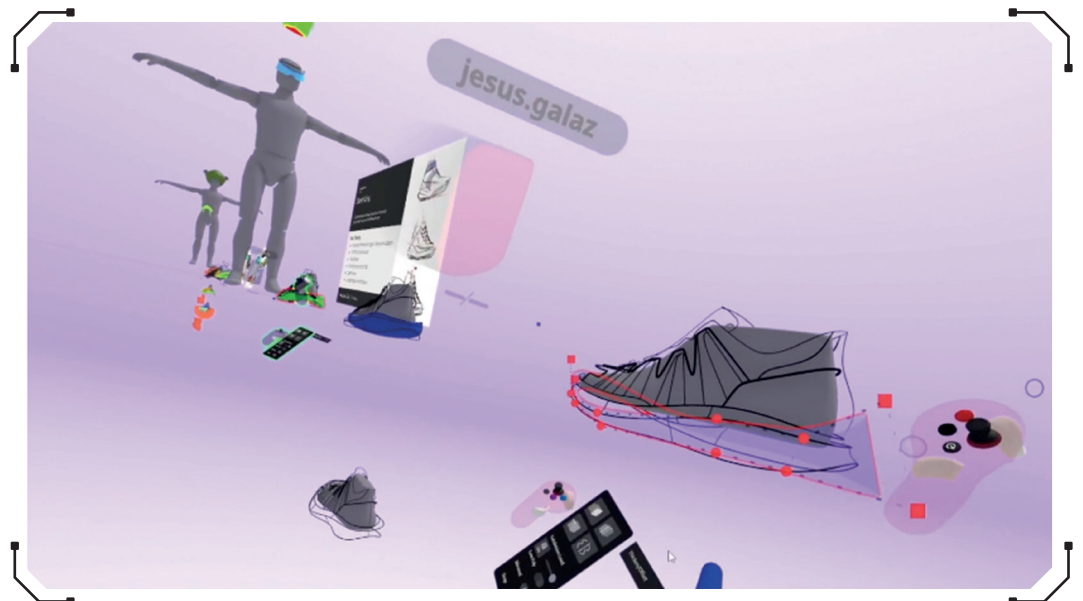
Sin embargo, hoy en día contamos con un creciente mercado de herramientas de diseño para Realidad Virtual, las cuales han evolucionado en conjunto con las tecnologías inmersivas ofreciendo poderosas capacidades.

Ilustración 18. "Design Reviews". Fuente: Gravity Sketch. (2022, Diciembre 22). Gravity Sketch | 3D design and modelling software. Recuperado Agosto 14, 2023

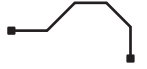
Gravity Sketch

Esta aplicación disponible para varios headsets de RV y iPad permite la creación de sketches en tres dimensiones. Cuenta con una interfaz intuitiva con diferentes herramientas de diseño para explorar tempranamente conceptos 3D a escala real y colaborativamente. Además, cuenta con soporte para exportar los diseños en los principales formatos que utilizan los softwares 3D para continuar el desarrollo (Gravity Sketch, 2022).

Este software se ha logrado establecer como una de las herramientas para el diseño en RV más populares y es un gran referente para este proyecto, gracias al enfoque que tiene en el estudio y mejora de conceptos. Al permitir el diseño colaborativo se enriquecen los insights obtenidos respecto al concepto a iterar y la comunicación entre usuarios lo que tiene como consecuencia mejores resultados.



Spatial

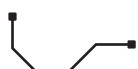


Este software se podría clasificar como una red social y utiliza un concepto muy parecido a lo que busca el Metaverso. Esta consiste en la creación de diferentes entornos los cuales puedes explorar con tu avatar. Incorpora muchas plantillas de entornos tridimensionales para que los usuarios personalicen y conecten mediante portales, se puede agregar objetos de todo tipo, incluyendo los formatos 2D. Finalmente estos se pueden compartir dando acceso a otros usuarios y poder organizar todo tipo de eventos. Además, esta aplicación es multiplataforma con soporte para PC, dispositivos móviles y gafas de Realidad Virtual, eliminando las limitaciones de hardware para acceder a entornos virtuales.

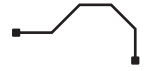
Hoy en día cuenta con cientos de entornos abiertos a la comunidad donde se pueden explorar diferentes experiencias como convenciones, juegos, simulaciones, conciertos, espacios sociales y más (Spatial, s.f.).

Este es un claro referente en cuanto a la rápida creación de espacios, permitido gracias a su integración con librerías de modelos 3D y soporte para diferentes formatos de archivos. Si bien el enfoque no es el estudio y simulación de ambientes, este espacio permite la discusión de forma dinámica entorno a presentaciones, videos y otros métodos de representación de conceptos. Por otra parte, gracias a las características que tiene se podría utilizar dentro del diseño como herramienta de prototipado de espacios, quizás no de forma completamente fiel, pero si rápida y eficaz.

Ilustración 19. "Into the world of "Agora"". Fuente: Spatial. (s.f.). Spatial - Your World Awaits. Recuperado Agosto 14, 2023.



Spline



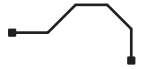
Esta aplicación no se encuentra inmersa en las Realidades Extendidas todavía, pero es un potente software de modelado 3D basado en la web, que permite crear objetos 3D, editar sus materiales y añadir interactividad muy fácil y colaborativamente. Cuenta con las herramientas básicas de un software 3D, pero las características que lo destacan son la capacidad de exportar los diseños como código para integrar en páginas web, su librería de plantillas que incluye modelos 3D listos para utilizar y las animaciones e interacciones que se pueden agregar a los objetos fácilmente, sin la necesidad de programar (Spline, s.f.).

Sin embargo, la característica que no incorporan los demás softwares 3D es la capacidad de utilizar Inteligencia Artificial para crear y editar entornos 3D rápidamente. Esta herramienta, que todavía no está disponible para todos los usuarios del software, tiene la capacidad de llevar el modelado 3D a un nivel completamente diferente, ya que no es necesario saber nada sobre como diseñar entornos 3D, solamente debes escribir lo que quieres para que la Inteligencia Artificial lo haga. Este paso elimina completamente la barrera de conocimiento y permite poner el foco en los ámbitos posteriores a la creación como el testeo y uso.

Ilustración 20. "Spline". Fuente: Spline. (s.f.). Spline - 3D Design tool in the browser with real-time collaboration. Recuperado Agosto 14, 2023.



WebXR Device API



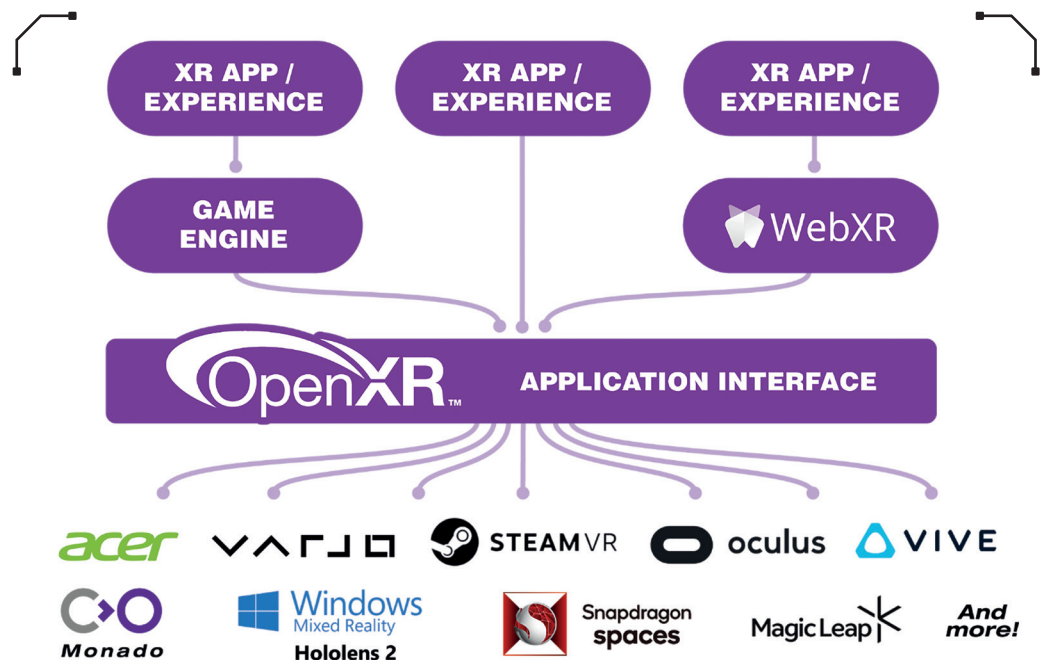
Esta API para contenido web permite la interacción de los diversos hardware de Realidad Extendida con aplicaciones inmersivas accesibles mediante un navegador. Por lo que se encarga de procesar los inputs necesarios para poder renderizar correctamente las ventanas, considerando los requerimientos de alta precisión y baja latencia de una buena experiencia. Además, se encarga de proveer seguridad para los desarrolladores de todos los riesgos que significa construir aplicaciones en la web (Jones et al. 2023).

Por lo tanto, esta tecnología facilita la implementación de tecnologías XR en aplicaciones web al brindar un estándar en conjunto con poderosas herramientas, útiles para diferentes tipos de hardware. Lo que disminuye el proceso de optimización y permite una gran accesibilidad para todo tipo de usuarios al alojar las aplicaciones en la web.

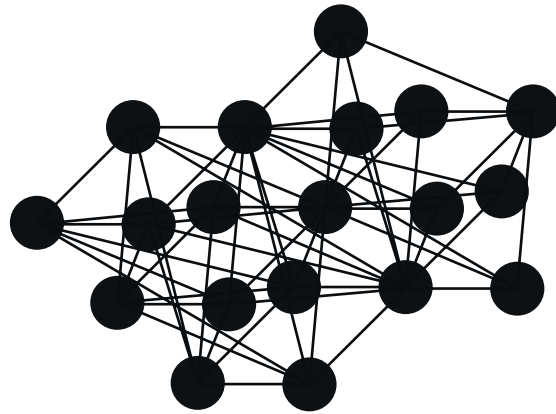
OpenXR

Este es un estándar abierto que se encarga de generar una API de alto rendimiento para facilitar el acceso a las tecnologías de XR. El objetivo es crear experiencias multiplataforma, para lo que OpenXR simplifica el proceso de desarrollo de software al no tener que reescribir el código, dando acceso a cualquier sistema que utilice sus APIs (Khronos Group, 2016).

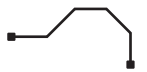
Ilustración 21. "OpenXR cross-platform API". Fuente: OpenXR - High-performance access to AR and VR - collectively known as XR- platforms and devices. (2016, Diciembre 6). The Khronos Group. Recuperado Junio 26, 2023.



OpenXR provides a single cross-platform, high-performance API between applications and all conformant devices.

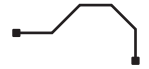


Inteligencia Artificial



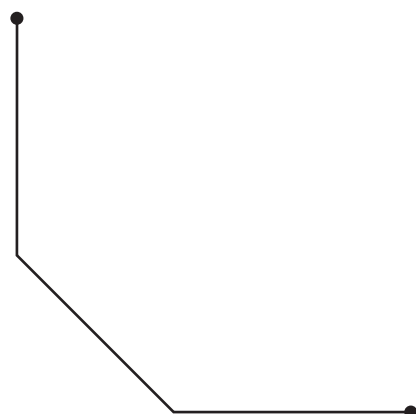
Es la ciencia y la ingeniería de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas informáticos inteligentes. Está relacionado con la tarea similar de usar computadoras para comprender la inteligencia humana, pero la IA no tiene que limitarse a métodos que son biológicamente observables (McCarthy, 2007).

Este término fue acuñado por primera vez en 1956 por John McCarthy (Boden, 2018), sin embargo, el origen de esta tecnología se puede rastrear a años previos, ya que estudios relacionados con disciplinas cercanas comenzaron a explorar la IA, sin saber su nombre todavía. Los avances que proporcionó Alan Turing en las ciencias computacionales fueron clave, creando una base que posteriormente fue utilizada para el desarrollo de la IA. El matemático introdujo la "Máquina de Turing" (1936) que demostró la capacidad de las máquinas de realizar cualquier tarea computacional, y también destacó por la base teórica que proporcionó el "Test de Turing" (1950), al que llamó "Juego de Imitación" donde un interrogador debe determinar cuál de los otros dos participantes es un humano y cual una máquina, sin obtener ninguna pista visual, solamente realizando preguntas (Turing, 1950). Esta prueba estableció un claro objetivo para los investigadores, crear maquinas que imiten indistinguiblemente a un humano.



Con esta base los científicos continuaron explorando y fusionando conocimientos para lograr imitar la inteligencia, creando máquinas capaces de jugar ajedrez y de resolver problemas. Paralelamente se comenzó a imitar aspectos biológicos del cerebro, como las redes neuronales que se introdujeron en los experimentos de Inteligencia Artificial hasta llegar a los conceptos que utilizamos hoy en día como las ANN (Artificial Neural Networks, en español Redes Neuronales Artificiales) que son capaces de aprender procesando bases de datos. Otro de estos conceptos que continúan teniendo una gran relevancia es el Computer Vision, que sugiere la conciencia visual de las IA siendo capaces de identificar las cosas que ven, lo que permite el reconocimiento facial, por ejemplo. También debemos mencionar el Machine Learning (ML), que se refiere al subcampo donde se entrena a las máquinas mediante 3 métodos de aprendizaje: Supervisado, No Supervisado y Reforzado. Por último, destacaremos el Deep Learning, que se considera como un subcampo del ML, pero que incorpora ANNs más profundas (Boden, 2018).

Estos dos últimos conceptos son fundamentales para entender el funcionamiento de las IA que tenemos presentes hoy en día.



Machine Learning

Como mencionamos previamente está es el área de desarrollo mediante la cual se le enseña a las máquinas a aprender, para lo cual se pueden utilizar, según Boden (2018) 3 métodos de aprendizaje:

- **Supervisado:** Aquí existe un entrenador humano, que se encarga de definir los resultados deseados para la muestra de inputs, establece ejemplos etiquetados y ejemplos no etiquetados. La IA genera una hipótesis sobre las características esperadas y el usuario entrega feedback, si esta es incorrecta modifica las características relevantes a encontrar y lo vuelve a intentar.

- **No Supervisado:** En este método no se entregan los resultados esperados, sino que se entrega data para que la IA identifique características concurrentes, por lo que asume que estas coexistirán en el futuro. Por lo que el sistema se encarga de encontrar los patrones y clasificar la data.

- **Reforzado:** Para llevar a cabo este aprendizaje es necesario establecer recompensas y castigos, donde el sistema aprenderá mediante ensayos que el usuario determinará como error o éxito. Un gran ejemplo de esto son los videojuegos donde al realizar acciones puedes obtener puntos o perder vidas, determinando lo que sí debes hacer o no.

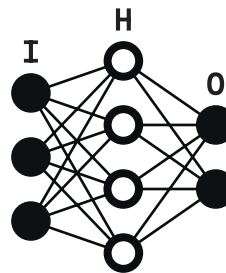


Ilustración 22. "ANN". Fuente: Fabricación propia.

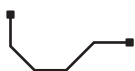
Redes Neuronales Artificiales

Estas imitan la estructura cerebral por lo que están hechas de muchos nodos interconectados, llamados perceptrones, donde cada uno se encarga de calcular solo una cosa. La distribución más actual que encontramos presenta 3 estructuras mayores de orden perceptrones donde tienen conexiones muy específicas. Mancinelli (s.f.) explica que estas 3 capas son:

- **Input Layer (capa de entrada):** En este arreglo cada perceptrón recibe una parte establecida de la información que entra para procesar, donde dependerá del tipo de data como se divida. Luego esta información se traspasará a la siguiente capa y se procesa con un factor llamado "W" (Weight, en español: peso).

- **Hidden Layer (capa escondida):** Está capa puede ser una o varias, lo que dependerá del entrenador. Aquí se realiza todo el procesamiento, filtrando por patrones establecidos por el mismo modelo matemático de la ANN en base a los resultados obtenidos y esperados.

- **Output Layer (capa de salida):** Aquí se presentan los resultados obtenidos, por lo que no se realizan cálculos. Este arreglo dependerá de la cantidad de resultados esperados.



Deep Learning



Este subcampo del Machine Learning que también se basa en la estructura de las ANN para realizar un aprendizaje automatizado, pero aquí depende de la profundidad que tiene una red, es decir la cantidad de hidden layers, donde se necesitaran al menos 2.

Esto puede llegar a significar problemas de sobre aprendizaje y sobretiempos, debido a la mayor necesidad de recursos a utilizar y tiempo de aprendizaje. Por lo que no siempre es mejor utilizar DL (Mancinelli, s.f.).

Ahora que comprendemos la Inteligencia Artificial y sus capacidades, los usos que se le pueden dar son variados, donde podemos encontrar el reconocimiento de discursos, comprensión del lenguaje natural, reconocimiento de imágenes, conversión de texto a voz, entre muchos otros.

Como podemos observar hoy en día es muy popular el uso de herramientas como ChatGPT, que es un LLM (Large Language Model, en español: modelo grande de

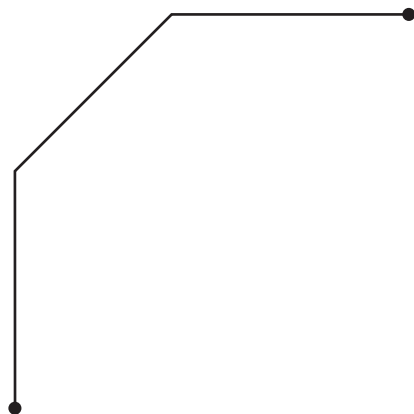
lenguaje) con el que se puede entablar conversaciones y hacer preguntas de todo tipo gracias al entrenamiento que tuvo con mucha información del internet.

Estas herramientas de IA, que podemos ver como surgen y se integran en nuestra vida cada día tienen un enorme potencial para hacer más eficaces nuestras tareas. Especialmente en el diseño hemos visto la capacidad que tienen las IA para generar imágenes de alta calidad y con un gran nivel artístico, por lo que para este proyecto se planea utilizar la Inteligencia Artificial como un ayudante.

Se busca que este aporte en disminuir la dificultad del proceso de desarrollo de entornos para Realidad Virtual, mediante sus capacidades de creación rápida de los elementos necesarios. Facilitando el proceso para diseñadores de todo tipo y que no necesariamente cuentan con las habilidades requeridas para el desarrollo como lo conocemos hoy en día.

Inteligencia Artificial en el diseño

Hoy en día, gracias al incremento exponencial de plataformas de IA hemos visto como se han desarrollado herramientas para las áreas creativas donde las principales permiten la creación de imágenes, pero hay una variedad de aplicaciones disponibles, especialmente para el área gráfica.



Midjourney

Esta IA se utiliza mediante un bot en la aplicación Discord, al cual se le envía un prompt donde se describe la imagen que se quiere crear. Esta entrega 4 versiones en base a la petición, de las cuales se puede escoger alguna para aumentar su calidad o generar más iteraciones en base a esa imagen (Midjourney, s.f.).

Esta IA se ha destacado por la calidad de sus imágenes, logrando resultados de un alto nivel artístico.



Ilustración 23. “Midjourney Community Showcase – Top”. Fuente: Midjourney. (s.f.). Community Showcase. Recuperado Junio 27, 2023.

Relleno Generativo de Photoshop

Esta herramienta de la aplicación de edición de fotografías Photoshop permite rellenar el contenido del área seleccionada mediante el uso de IA, a la cual se le describe mediante texto lo que se busca expresar y crea diferentes versiones para escoger (Adobe, s.f.).

Esta herramienta ha permitido realizar muchas de las tareas que se realizan en esta aplicación de forma rápida y sin mucho esfuerzo.



Ilustración 24. “Adobe Relleno Generativo”. Fuente: Adobe. (s.f.). Relleno generativo: Adobe Photoshop. Recuperado Junio 27, 2023.

Wonder Studio

Esta plataforma de edición de videos permite animar automáticamente personajes virtuales sobre actores humanos, iluminándolos y componiéndolos correctamente en la escena (Wonder Dynamics, 2023).

Esta herramienta ha permitido agilizar con muy buenos resultados los procesos de efectos visuales en

videos para animar personajes con efectos realistas.

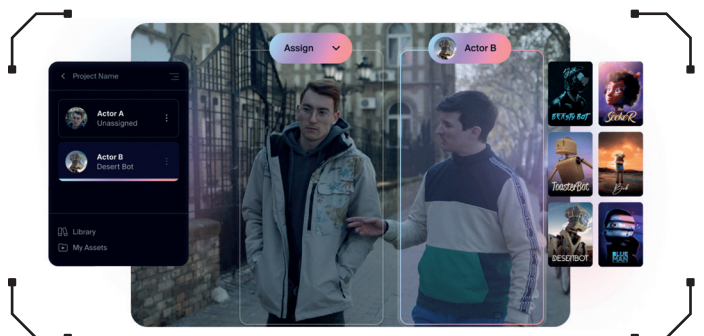


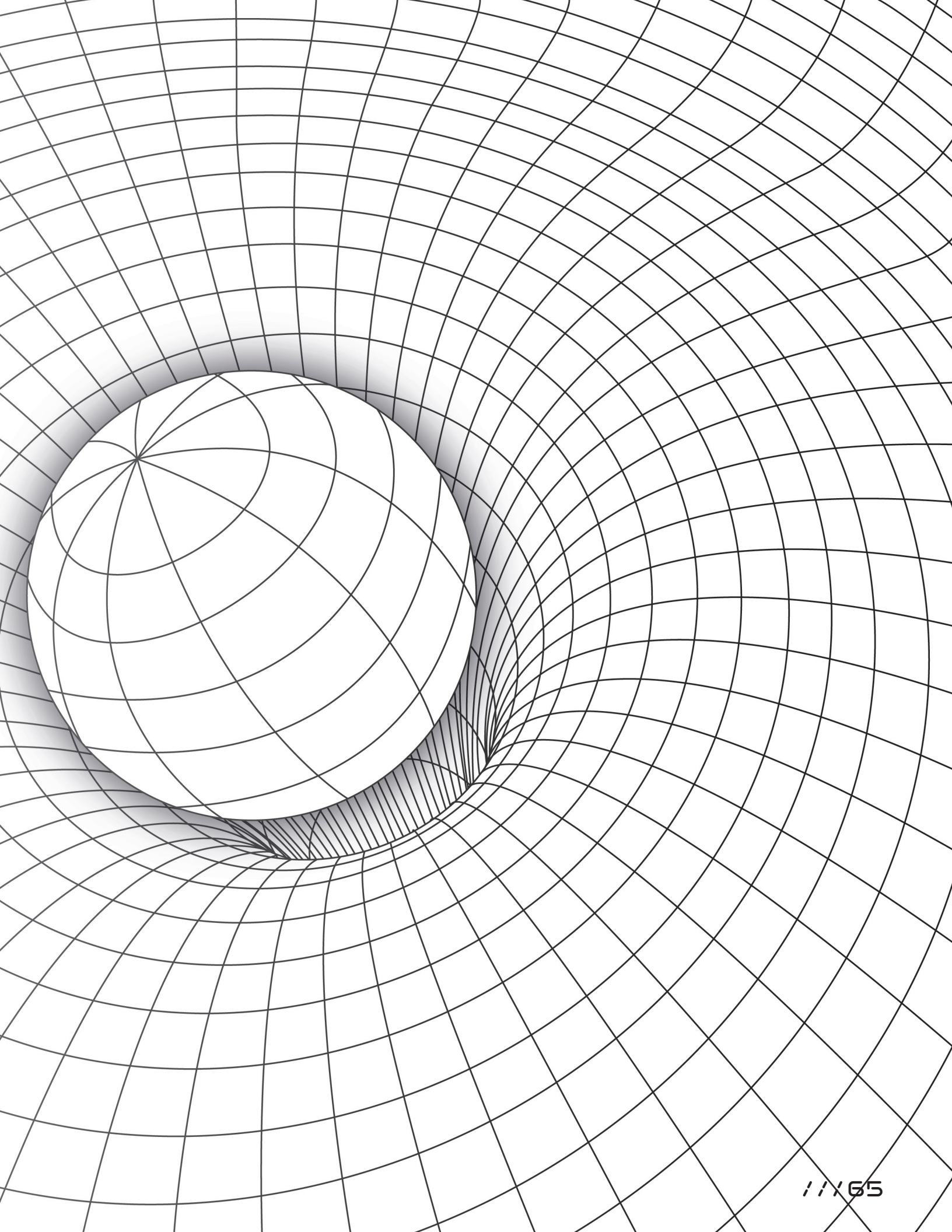
Ilustración 25. “Wonder Studio”. Fuente: Wonder Dynamics. (2023, Junio). Wonder Studio. Recuperado Junio 27, 2023.

MARCO METODOLÓGICO

Supuesto preliminar

1. El uso de tecnologías como la Inteligencia Artificial para el desarrollo de entornos virtuales en Realidad Virtual disminuye su curva de aprendizaje, permitiendo una fácil adopción en entornos académicos de diseño para utilizarla como método de prototipado y visualización de ideas.

2. Gracias al alto nivel de inmersión y de interactividad que presenta la Realidad Virtual se puede utilizar como método de prototipado para la exploración de escenarios virtuales en el diseño, enriqueciendo la experiencia y obtención de insights para la iteración.



Diseño de la investigación

Marco metodológico

Doble Diamante

Para esta investigación se utilizó el marco metodológico que propone el modelo Doble Diamante, que establece una estructura para llevar a cabo todo el proceso.

Este modelo propone 4 fases donde ubicar diferentes metodologías de diseño e investigación para obtener resultados, las que según el Design Council & Technology Strategy Board (s.f.) son:

1. Descubrir: en el comienzo del proyecto se debe explorar e identificar las posibles necesidades del usuario para obtener inspiración e insights que permitan desarrollar ideas iniciales.

2. Definir: en esta fase se debe procesar toda la información obtenida para analizar las posibles salidas, establecer un número reducido de oportunidades y definir el problema u oportunidad a desarrollar.

3. Desarrollar: aquí se comienzan a materializar las soluciones prototipando, testeando e iterando. De esta forma se puede refinar la idea y mejorar la solución.

4. Entregar: en esta etapa se realiza el producto final para lanzarlo en su entorno y con el usuario real. Gracias a esto se obtiene feedback y se puede evaluar la eficacia de la solución.

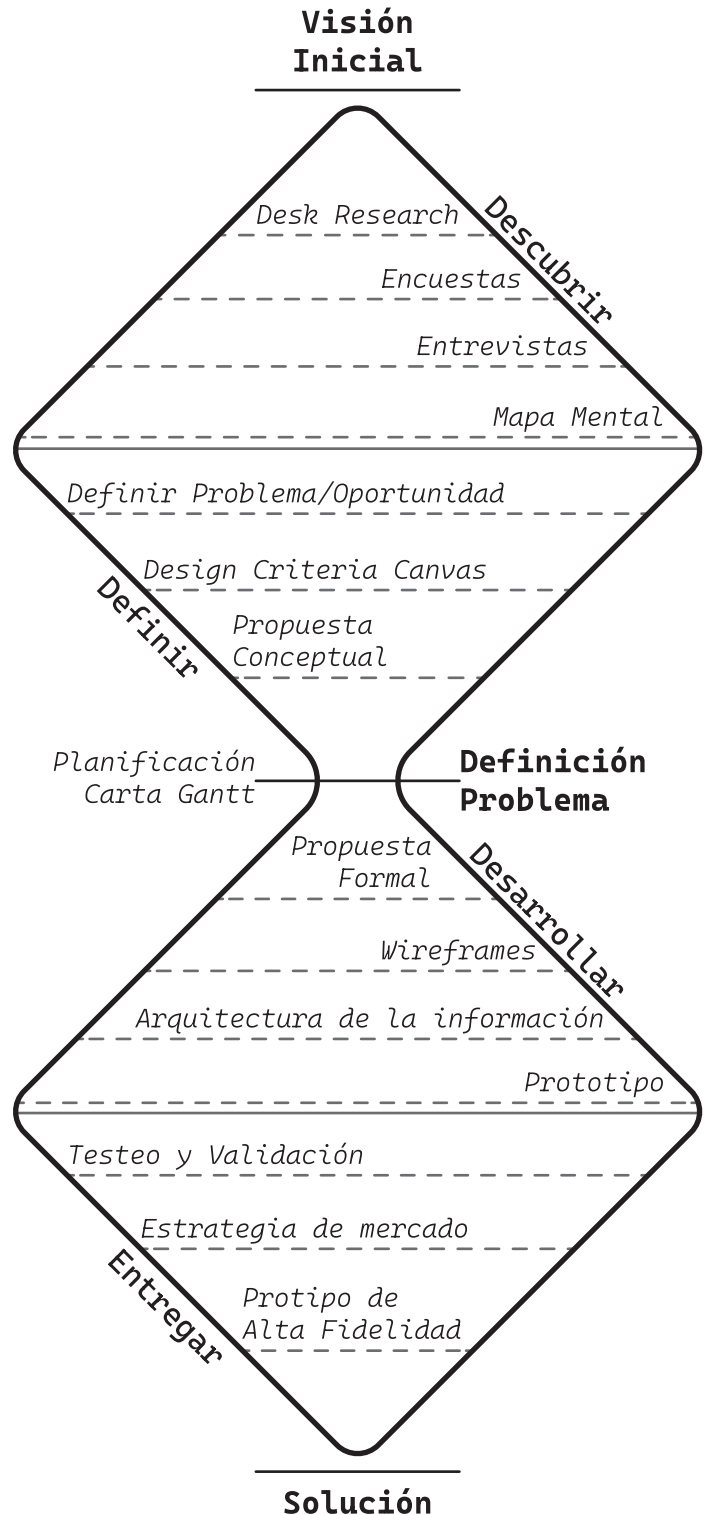


Ilustración 26. "Doble Diamante".
Fuente: Fabricación propia.



Problema/Oportunidad

El problema/oportunidad fue definido en las primeras dos fases del marco metodológico.

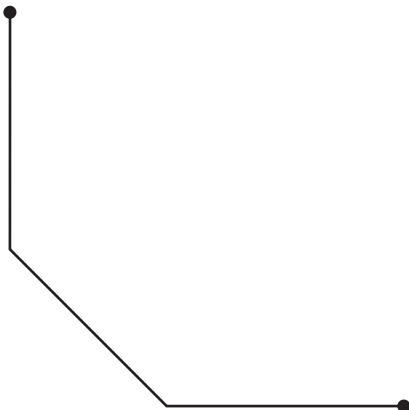
Para esto, en la etapa de descubrir se ejecutaron 4 metodologías para cumplir los objetivos investigativos.

Desk Research

Esta metodología consiste en la revisión de todas las **investigaciones realizadas** y sus descubrimientos sobre una temática para obtener un amplio conocimiento sobre el tema (Travis, 2016).

Para comenzar esta investigación se realizó un exhaustivo proceso de revisión de la información, para lo cual se utilizó la metodología Desk Research. Mediante esta se inspecciono libros, papers científicos, artículos y diversas fuentes de información confiable para obtener y comprender en profundidad las temáticas expuestas en el marco teórico

Una vez realizada está metodología se pudo establecer **relaciones** más concretas entre las materias estudiadas, gracias a lo que se obtuvieron los primeros insights para comenzar a desarrollar las primeras hipótesis. Adicionalmente, este proceso permitió establecer las siguientes metodologías a utilizar.



Encuestas

El uso de esta metodología consiste en realizar preguntas a usuarios específicos sobre alguna temática estudiada para luego analizar los resultados. Esto permite establecer características, necesidades o aspectos claves sobre una muestra seleccionada, como también testear posibles hipótesis sobre esta población (Dudovskiy, s.f.).

Esta metodología fue utilizada para interactuar directamente con los posibles usuarios y de esta forma poder obtener los insights correctos.

Se realizó una encuesta de 9 preguntas respecto al uso de Realidad Virtual en entornos académicos de diseño a estudiantes universitarios donde se obtuvo una muestra de 48 personas.

La primera sección correspondía a aspectos descriptivos sobre el usuario y su conocimiento sobre RV. La primera pregunta fue:

“¿En qué año de la carrera te encuentras?”

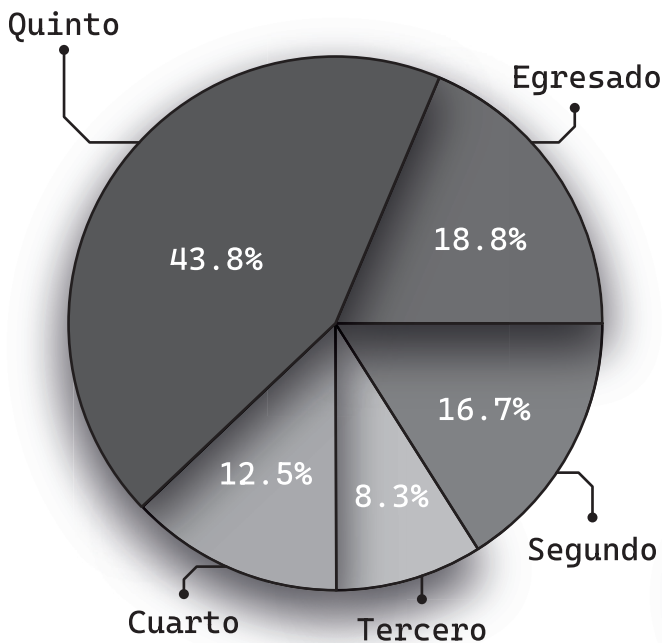


Gráfico 1. “Encuesta Online - Pregunta nº1”.
Fuente: Fabricación propia.

De la cual podemos concluir que la mayor parte de la muestra se encuentra cercana a **terminar** su proceso académico, por lo que ya han realizado la mayoría de sus cursos y tienen conocimientos sobre el proceso académico de estudiar diseño.

La segunda pregunta fue:

“¿Cuál es tu mención?”

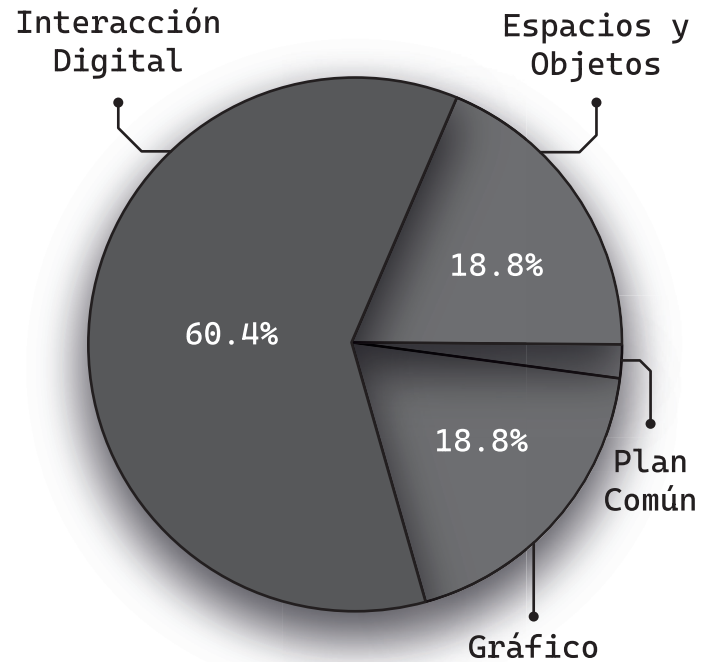


Gráfico 2 “Encuesta Online - Pregunta nº2”.
Fuente: Fabricación propia.

Aquí podemos ver que la muestra está compuesta mayoritariamente por estudiantes de diseño de interacción digital, por lo que es más probable que estos tengan conocimientos sobre RV al estar relacionada con los ámbitos de estudio de su carrera.

La tercera pregunta fue:

“¿Sabes lo que es la Realidad Virtual?”

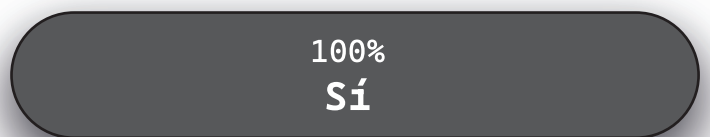


Gráfico 3. “Encuesta Online - Pregunta nº3”.
Fuente: Elaboración propia.

Esta demuestra que **todos** los estudiantes sabes que es la Realidad Virtual, gracias a lo que podemos determinar que es una temática que ha logrado un nivel de popularidad que le permite ser conocida por la totalidad de la muestra.

En la cuarta pregunta se consultó:
“¿Has utilizado Realidad Virtual académicamente durante la carrera?”

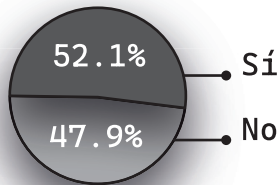


Gráfico 4. “Encuesta Online - Pregunta n°4”.
Fuente: Fabricación propia.

De esta pregunta podemos observar que aproximadamente la mitad de la muestra a utilizado RV en su proceso académico, por lo que **no** es un tema ajeno al diseño, pero tampoco es una tecnología utilizada por cada diseñador.

La quinta pregunta consistió en:
“¿Consideras que fue o que podría ser una experiencia enriquecedora para tu aprendizaje el uso de Realidad Virtual?”

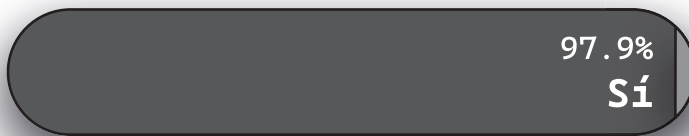


Gráfico 5. “Encuesta Online - Pregunta n°5”.
Fuente: Fabricación propia.

Donde vemos que tan solo uno de los estudiantes encuestados considera que la RV no enriquecería su proceso de aprendizaje, por lo que hay una apreciación positiva respecto al tema.

La sexta pregunta fue:
“¿Sabes crear experiencias en RV?”

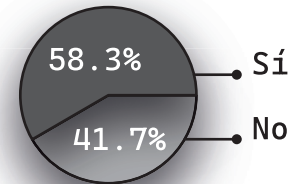


Gráfico 6 “Encuesta Online - Pregunta n°6”.
Fuente: Fabricación propia.

La que expone que más de la mitad de la muestra establece que no sabe desarrollar experiencias de RV, lo que demuestra que esta tecnología no es un conocimiento requerido de la formación como diseñador.

Luego de esta pregunta, el encuestado pasaba a la siguiente sección dependiendo de su respuesta anterior, donde para los usuarios que no sabían crear experiencias en RV la séptima pregunta fue:

“¿Te gustaría aprender a crear experiencias en Realidad Virtual?”

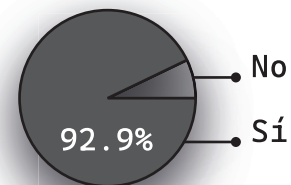


Gráfico 7. “Encuesta Online - Pregunta n°7, No sabe
Fuente: Fabricación propia.

Aquí podemos ver una clara **disposición e interés** por aprender de esta tecnología de aquellos que no tienen los conocimientos.

Para estos estudiantes la octava pregunta fue:

“¿Cómo crees que es crear un mundo en Realidad Virtual?”

(Siendo 1 muy fácil y 5 muy difícil)

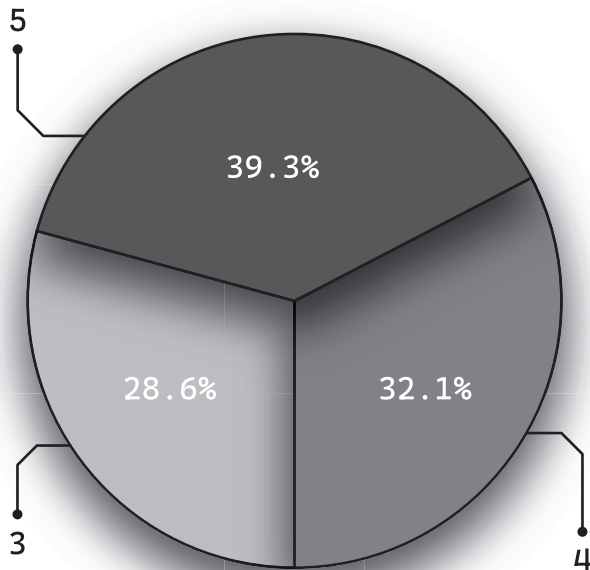


Gráfico 8. “Encuesta Online - Pregunta n°8, No sabe crear RV”. Fuente: Fabricación propia.

Lo que demuestra la percepción de dificultad que requiere el desarrollo de esta tecnología.

Finalmente, la novena pregunta para este grupo fue:

“En el caso de contar con una plataforma que te facilitara la creación de Realidades Virtuales ¿Aumentaría tú interés en aprender a crearlas?”

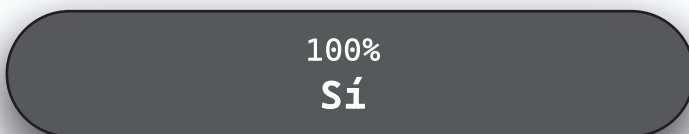


Gráfico 9. “Encuesta Online - Pregunta n°9, No sabe crear RV”. Fuente: Fabricación propia.

Esta respuesta valida el concepto preliminar de propuesta de proyecto, por lo que es un dato útil para continuar 70!!!

con el desarrollo de esta herramienta.

Por otro lado, para aquellos estudiantes que declararon si saber crear experiencias en RV su séptima pregunta fue:

“¿Cómo consideras que es crear una experiencia en Realidad Virtual?”

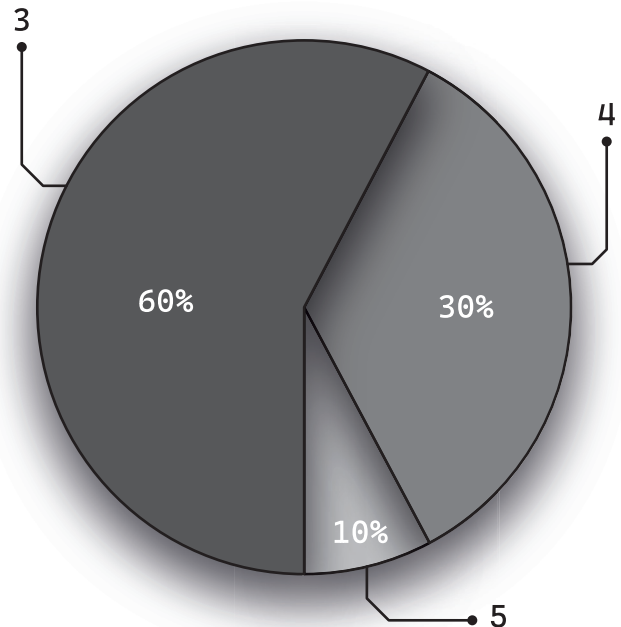


Gráfico 10. “Encuesta Online - Pregunta n°7, Si sabe crear RV”. Fuente: Fabricación propia.

En esta escala 1 es muy fácil y 5 muy difícil. Donde podemos ver como la percepción continúa inclinándose hacia la dificultad, pero la mayoría opina que el nivel de dificultad se encuentra en un punto medio.

La octava pregunta realizada fue: **“¿Cómo fue tu experiencia de aprendizaje para la creación de una Realidad Virtual?”**



Gráfico 11. “Encuesta Online - Pregunta n°8, Si sabe crear RV”. Fuente: Fabricación propia.

Donde la escala es la misma que la pregunta anterior. Por lo que podemos apreciar que la mayoría de las respuestas indican que aprender a desarrollar experiencias en RV es un proceso difícil. Por lo que se podría considerar una necesidad el reducir esta percepción.

Finalmente, la novena pregunta fue: “¿Qué tan útil considerarías una plataforma que te ayude a crear experiencias en Realidad Virtual?”

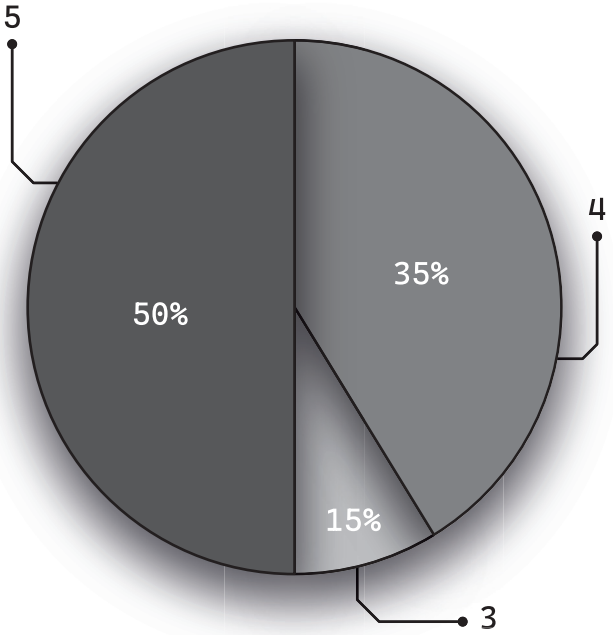
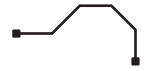


Gráfico 12. “Encuesta Online - Pregunta n°9, Si sabe crear RV”. Fuente: Fabricación propia.

Donde la escala va desde el 1 que es poco útil hasta el 5 que es muy útil. Por lo que obtenemos validación respecto a la idea de proyecto al ser considerada una herramienta mayoritariamente útil.

De esta encuesta se pudo obtener insights respecto a la **percepción** del desarrollo de experiencias en Realidad Virtual, que es considera como una herramienta **difícil** de utilizar y validación sobre la idea de solución para esta percepción donde se considera **útil** una herramienta que ayude en el proceso de creación de Realidad Virtual.

Entrevistas



Esta metodología permite obtener información de primera fuente, muy útil para investigar el comportamiento del usuario frente a la problemática estudiada. Al establecer una conversación guiada y con un objetivo específico se podrá obtener un relato denso y rico en insights, con un punto de vista nuevo respecto a la temática (Gajardo, 2021).

Para realizar esta metodología se realizó previamente una pauta de preguntas para guiar la conversación y lograr los objetivos investigativos, encontrando los insights clave. Los usuarios entrevistados consistieron en profesores de la carrera de diseño de diferentes universidades, seleccionados según los cursos que realizan o las áreas de conocimiento en las que se especializan, con la finalidad de obtener información respecto a su **percepción** sobre as tecnologías inmersivas y su uso en entornos académicos de diseño. Fueron realizadas en la plataforma Zoom y en algunos casos las preguntas se traspasaron a un formulario online para aquellos profesores que quisieran participar, pero no contaban con disponibilidad para una entrevista.

Ricardo Vega

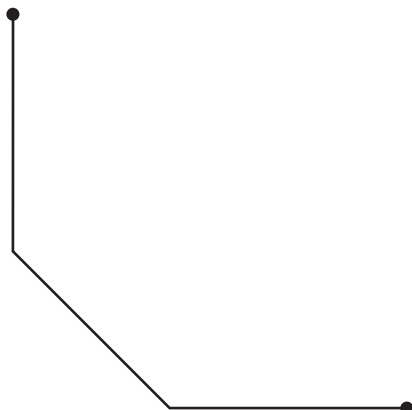
Ricardo es un profesor de la escuela de diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile, maneja temas de artes y diseño medial, filosofía de la tecnología y cultura digital.

Los principales insights obtenidos de esta entrevista fueron:

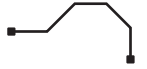
- El desarrollo de RV tiene un alto nivel de complejidad en el ámbito de producto final y de creación, a diferencia de otras tecnologías como por ejemplo Arduino o Processing que funcionan con una interfaz simple y el nivel de complejidad depende de la expertiz del usuario.

- La Realidad Virtual está ligada al ámbito de las experiencias visuales debido a sus inicios en el cine expandido.

- La Realidad Virtual es un concepto antiguo, en el sentido de que su percepción es muy anticuada ligada a conceptos retro de mundos virtuales o de la ciencia ficción de los 90.



Leonel Merino



Este profesor de la escuela de diseño y de ingeniería de la Pontificia Universidad de Chile se especializa en interacción humano-computador, realidad virtual y aumentada, visualización de datos, entre otros.

Los principales insights que entrego fueron:

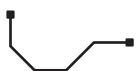
- La Realidad Virtual no es necesariamente la intervención del campo visual, ya que se puede lograr la inmersión mediante todos los sentidos.
- Hoy en día hay una gran brecha tecnológica con la RV, por lo que es difícil para los estudiantes entender como manipular la tecnología.

Natalia Oviedo

Natalia es profesora adjunta de la Pontificia Universidad Católica de Chile y se especializa en ciencia y diseño, diseño industrial, tecnologías de prototipado, entre otros.

Los principales insights obtenidos en la conversación fueron:

- La Realidad Virtual por si sola es un buen método de prototipado, pero sería mucho más beneficiosa si se pudiera complementar con el testeo físico y tangible para fusionar los inputs que se obtienen de ambos métodos.



Luis José Andueza

Luis es profesor de la escuela de diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile y se especializa en el diseño de productos e industrial, fabricación digital, ingeniería, entre otros.

Este profesor contesto una encuesta online de la cual se pudo obtener los siguientes insights:

- La Realidad Virtual no puede sustituir completamente los métodos de prototipado físico ya que no permite simular todos los aspectos que se evidencian en los productos del mundo real.

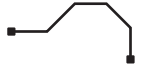
Aaron Montoya

Aron es profesor de la escuela de diseño de la Universidad Diego Portales, es Ingeniero Eléctrico de la PUC y tiene un magíster en Artes Mediales del ITP de la Universidad de Nueva York y un magíster en Artes Mediales y Ciencias del MIT.

Los principales insights obtenidos de la conversación con el fueron:

- El uso de Realidad Virtual debe tener importantes consideraciones éticas al reemplazar la realidad, puesto que su efecto puede tener un gran impacto en las personas.

Isidora Ordóñez



Isidora es profesora de la facultad de diseño de la Universidad del Desarrollo.

Los insights que se pudieron fueron:

- La Realidad Virtual mezcla lo mejor del mundo físico y virtual, al permitir crear formas y objetos con una perspectiva realista, pero con la perfección e información que entrega la tecnología.

- Cuando le tocó realizar proyectos de Realidad Virtual académicamente, los profesores no tenían conocimientos sobre Unity, por lo que junto a su generación dependió de su capacidad autodidacta para llevar a cabo el proyecto.

Germán Espinoza

Germán es profesora y director de la carrera de Diseño de Interacción Digital en la Universidad del Desarrollo. Tiene experiencia en gestión, innovación y desarrollo de productos, entre otros.

Los insights que apporto fueron:

- La Realidad Virtual es una tecnología que se desarrolla en industrias específicas, por lo que debe mejorar su relación con el usuario y su impacto para lograr masificarse.

Dante Crovetto

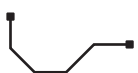
Dante es arquitecto de experiencias educativas en RealiTec UDD, donde se encarga de brindar los conocimientos y desarrollo de nuevas tecnologías y recursos existentes para crear proyectos educativos en conjunto con los profesores de las diferentes carreras.

Su opinión es relevante para esta investigación ya que tiene experiencia en la implementación de tecnologías inmersivas con estudiantes y profesores con el objetivo de complementar la enseñanza de contenidos académicos.

Los principales insights que apporto fueron:

- En su experiencia, las principales dificultades de la implementación de RV tiene que ver con la proveniencia del estudiante, en el sentido de que esta determina que tan familiarizados están con la tecnología y que tan rápido aprender a utilizarla. También, los estudiantes no leen ni escuchan las instrucciones por lo que se dificulta aún más el proceso de aprendizaje.

- Tiene la percepción de que hay un gran interés por parte de estudiantes y profesores, donde los últimos suelen ser los más impresionados con las capacidades de esta tecnología.



José Santorcuato

Es profesor en la carrera de diseño de la Universidad del Desarrollo, donde realiza los cursos de Desarrollo de Interacción y Taller de Diseño de Interfaces.

Los insights más relevantes que apporto fueron:

- El principal problema que presenta la Realidad Virtual y que no ha logrado resolver hasta el día de hoy es la falta de inputs sensoriales, ya que si bien se puede simular las características del mundo real esta sigue teniendo un aspecto muy artificial.

- Otro problema que presenta esta tecnología es lo aparatoso que es el hardware, por lo que el dispositivo físico no se vuelve transparente para generar una experiencia completamente inmersiva.

Francisco Zamorano

Francisco es profesor de la Universidad del Desarrollo, donde ha realizado cursos de programación y Talleres de diseño. Tiene una maestría en Bellas Artes en Diseño y Tecnología de la escuela de diseño Parsons.

Los principales insights obtenidos de su conversación fueron:

- La Realidad Virtual tiene un enfoque muy individualista, ya que generalmente los usuarios se encierran en un entorno simulado. Por lo que es necesario abrir la puerta al uso colaborativo de ambientes virtuales.

- Esta tecnología facilita el entorno volumétrico de objetos tridimensionales digitales, más que una pantalla 2D.

User Persona

Mediante el uso de esta metodología se crean personajes semi ficticios que están basados en usuarios objetivo, gracias a una previa recopilación de datos sobre sus características. Se incluyen patrones de comportamiento, habilidades, metas, el entorno en el que se desarrolla y toda la información relevante para que este arquetipo represente las características y necesidades de un grupo general de usuarios (Galiana, 2021).

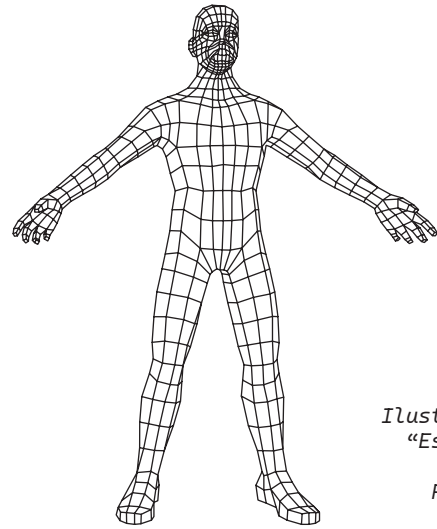


Ilustración 27.
"Estudiante".
Fuente:
Fabricación
propia.

Para esta investigación identificamos dos usuarios claves: los estudiantes y los profesores. Donde la herramienta a desarrollar en este proyecto está dirigida hacia los primeros, pero los últimos también deben tener algún nivel de conocimiento para fomentar su uso y resolver problemas.

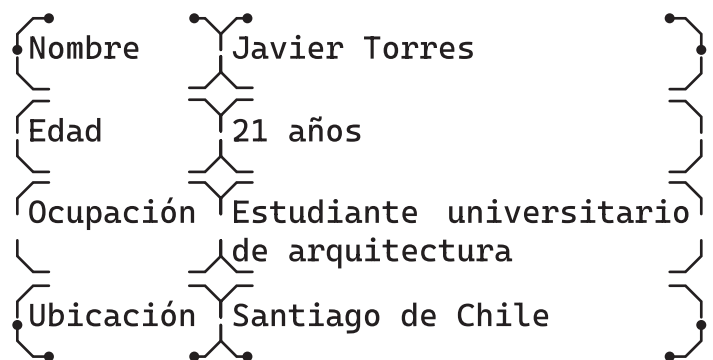


Tabla 5. User Persona Estudiante. Fuente: Fabricación propia.

Contexto Javier se encuentra en su tercer año de carrera, por lo que ya ha adquirido una base de conocimientos teóricos y prácticos. Se encuentra realizando un curso en el que necesita visualizar un entorno en Realidad Virtual para testear su iluminación.

Objetivos

- o Representar fielmente el espacio que busca testear.
- o Obtener la mayor cantidad posible de insights de alta calidad del prototipo desarrollado.
- o Iterar su prototipo agregando las mejoras necesarias para lograr su objetivo.

Frustraciones El desarrollo del prototipo toma tiempo y presenta dificultades ya que es la primera vez que Javier se enfrenta a esta tecnología. Si bien tiene los conocimientos base, debe aplicarlos en un tiempo limitado y lograr la mejor calidad posible, lo que implica un alto nivel de estrés.

Necesidades

- o Aprender a utilizar tecnologías rápidamente.
- o Ser eficiente en sus procesos académicos para entregar a tiempo y con la mejor calidad posible.

Si bien esta tecnología está dirigida a los estudiantes, hay otro usuario directamente relacionado que son los profesores, ya que estos son parte importante del proceso de aprendizaje y se encargan de traspasar la mayoría de los conocimientos que requieren los estudiantes.

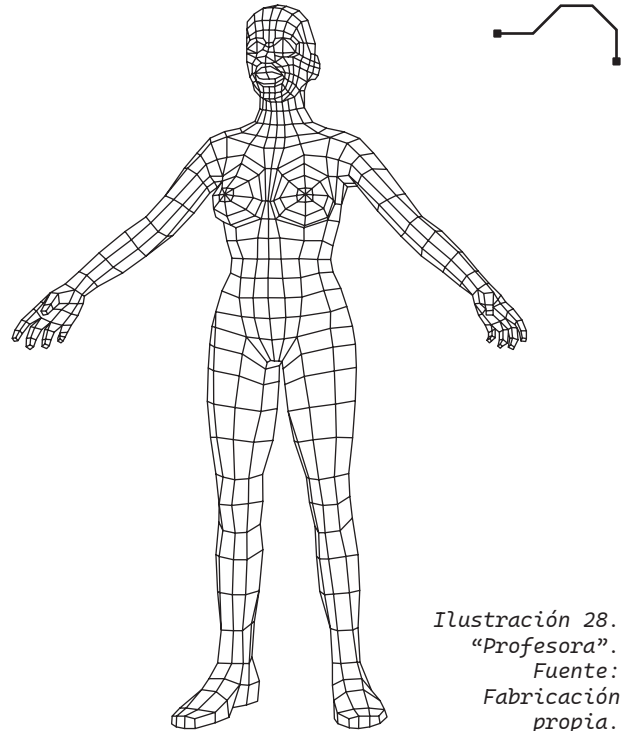


Ilustración 28.
"Profesora".
Fuente:
Fabricación
propia.

Nombre	Alejandra Aravena
Edad	38 años
Ocupación	Profesora de Arquitectura
Ubicación	Santiago de Chile

Tabla 6. User Persona Profesora. Fuente: Fabricación propia.

Contexto Alejandra se encuentra desarrollando un curso en el cual solicita a sus estudiantes visualizar entornos en Realidad Virtual. Tiene conocimientos sobre esta tecnología que ha adquirido por cuenta propia, por lo que no es una experta, pero cree que los proyectos se pueden enriquecer mediante el uso de esta herramienta.

Objetivos

- o Desarrollar formas de enseñar que cautiven a sus alumnos mientras adquieren conocimientos.
- o Empatizar con el proceso de aprendizaje de cada alumno, asegurándose de que todos adquieran las habilidades enseñadas.
- o Actualizar constantemente sus habilidades y conocimientos para que al traspasarlos a estudiantes estos estén vigentes respecto a las necesidades actuales.

Frustraciones

- o Dificultad para mantener sus enseñanzas en la vanguardia y que estas se adapten al programa académico.
- o Cuenta con un tiempo limitado para enseñar a cada estudiante, pese al tiempo que estos requieran para aprender.
- o Le cuesta disminuir las sensaciones de ansiedad y miedo de los estudiantes al enseñar nuevas tecnologías.

Necesidades

- o Creación constante de métodos de enseñanza para diferentes tipos de estudiante.
- o Métodos de transmisión de contenidos complejos de forma simplificada.

Mapa Mental

Una vez realizada la investigación con usuarios, se realizó un mapa mental para ordenar las ideas y obtener una visión general sobre el problema.

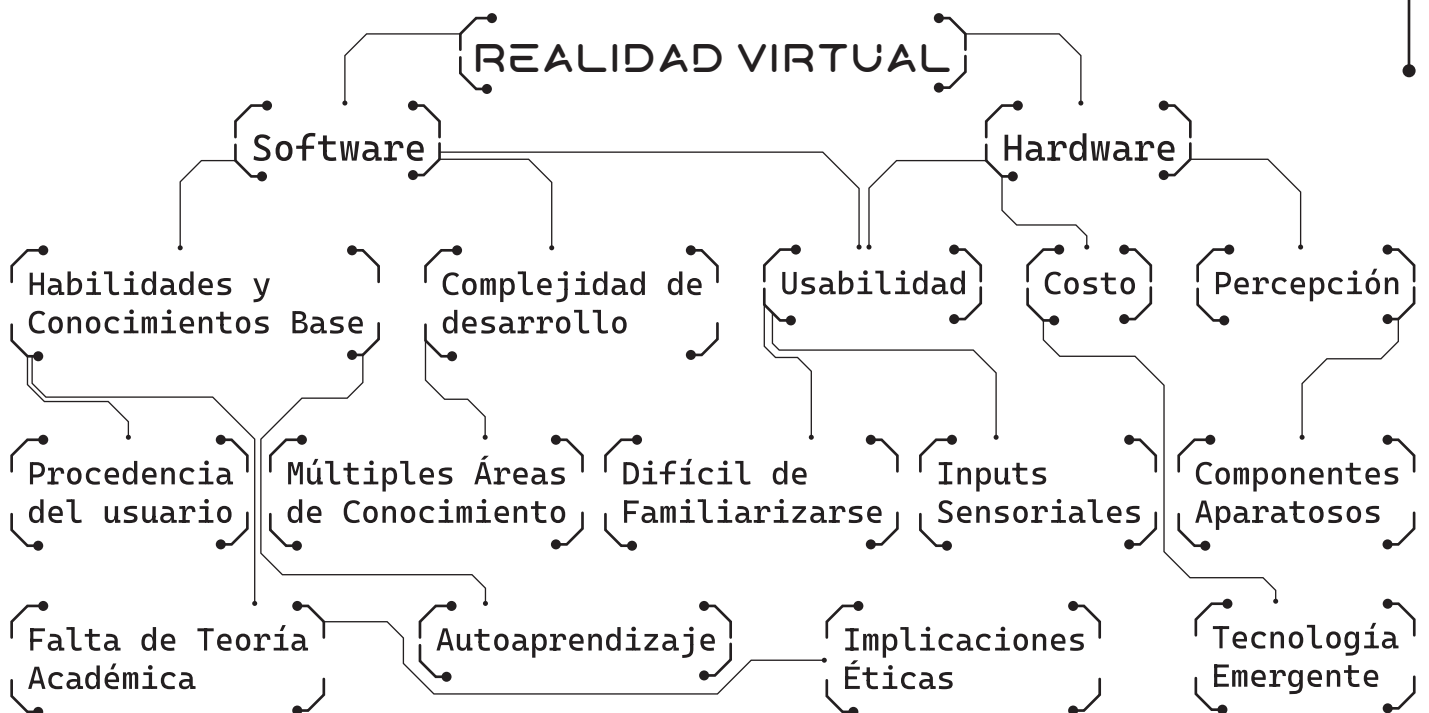



Gráfico 13. "Mapa Mental Problemáticas RV".
Fuente: Fabricación propia.

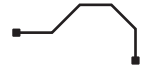
Gracias a este mapa podemos ver la **relación** entre todas las problemáticas encontradas en las metodologías anteriores.



Defnición del problema

La Realidad Virtual es una tecnología que ha logrado insertarse como herramienta de diseño en la industria y en menor manera comienza a penetrar en los ámbitos académicos creativos. Esto se debe a su poderosa capacidad de simulación y de visualización de entornos virtuales, experimentándolos en primera persona y permitiendo el uso de las manos para la interacción con objetos. Sin embargo, esta herramienta presenta una **gran curva de aprendizaje** debido a la complejidad que tiene el desarrollo de estas experiencias que combina diferentes disciplinas para generar el efecto inmersivo. Por esta razón se **desaprovechan** sus capacidades como herramienta de prototipado en las academias al existir una gran brecha de conocimientos tecnológicos tanto de los profesores como de los alumnos.

Referentes conceptuales



Engage VR

Esta aplicación para Realidad Virtual les permite a los usuarios interactuar en eventos y experiencias inmersivas virtuales mediante sus avatares virtuales. Se compone de una gran variedad de herramientas para crear contenido educativo, reuniones virtuales, sesiones de entrenamiento, entre otras.

Ha sido usada en varios campos como la educación, salud, entretenimiento, entrenamiento de personal, etc. Gracias a las características que tiene como la creación de pizarras, modelado 3D, compartir pantalla, entre otras (ENGAGE, 2023).

Esta aplicación explora el uso de diversas herramientas para facilitar el aprendizaje en entornos de Realidad Virtual, permitiendo realizar diferentes tipos de proyectos de manera colaborativa y en ambientes pensados para la enseñanza.



Ilustración 29. “Virtual Classroom Solution”. Fuente: ENGAGE, Enterprise Metaverse Applications. (2023, Junio 23). Virtual Classroom Solution | Metaverse Classroom Platform. Recuperado Junio 29, 2023, de <https://engagevr.io/virtual-classroom-2/>

Victory XR

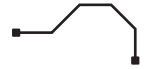
Esta plataforma educativa crea experiencias educativas inmersivas mediante el uso de Realidad Virtual. Ofrece contenidos sobre ciencia, historia, matemáticas y más. Busca complementar el aprendizaje tradicional mediante la interacción con objetos y personajes en entornos virtuales. Por lo que se ha utilizado en escuelas e instituciones educativas para aumentar las experiencias educativas (Victory XR, 2023).

El carácter académico de esta plataforma la hace destacar como referente para el aprendizaje colaborativo simulando espacios reales de enseñanza tradicional, pero que incluyen las ventajas que proporciona la visualización e interacción con objetos virtuales.



Ilustración 30. “Cadaver Lab”. Fuente: VictoryXR. (s.f.). Cadaver Lab. Recuperado Junio 29, 2023, de <https://victoryvr.myshopify.com/products/victoryxr-academy-human-cadaver-lab>

NVIDIA Holodeck



Esta plataforma se basa en la potencia de las GPU de NVIDIA para permitir a los usuarios simular entornos virtuales con un alto nivel de detalle donde pueden interactuar mediante sus avatares. Cuenta con variadas herramientas para dibujar sobre los entornos 3D, realizar simulaciones, probar diseños y evaluar prototipos, por lo que ha sido utilizada en industrias como la arquitectura, ingeniería y diseño (NVIDIA, s.f.).

Esta herramienta al estar diseñada para el prototipado cuenta con herramientas muy útiles para trabajar colaborativamente sobre entornos u objetos, como también interfaces intuitivas para utilizarlas.



Ilustración 31. "Car Design Review". Fuente: NVIDIA Holodeck: A VR Collaboration and Innovation Platform. (s.f.). NVIDIA. Recuperado Junio 29, 2023, de <https://www.nvidia.com/en-us/design-visualization/technologies/holodeck/>

BIM

Esta metodología cuenta con un conjunto de herramientas utilizadas en la industria de la construcción y arquitectura, con las cuales se pueden crear, gestionar y compartir la información detallada sobre los proyectos durante todo su ciclo de vida, desde el diseño hasta la construcción, operación y mantenimiento. Aquí se genera un modelo 3D que almacena toda la información sobre geometría, ubicación, propiedades, materiales, costos, entre otros aspectos del proyecto (Autodesk, s.f.).

Si bien esta metodología no está enfocada directamente para ser usada en RV, es un gran referente en cuanto a modelado 3D colaborativo y simplificado mediante el uso de parámetros y de assets realistas que responden al espacio generado, además de contar con el apoyo de fabricantes y proveedores reales para incorporar sus productos.

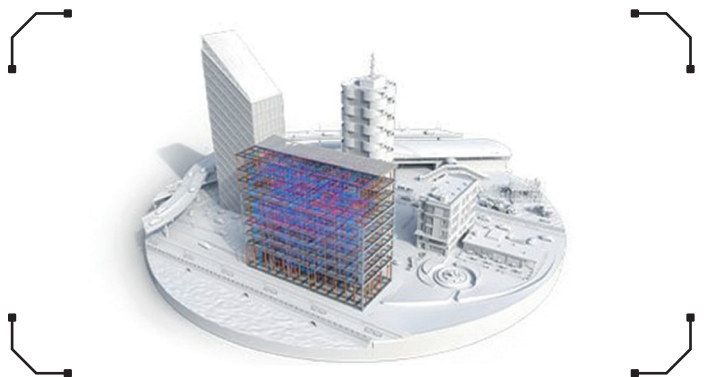
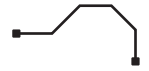


Ilustración 32. "Planificación BIM". Fuente: Ventajas de BIM | ¿Por qué usar BIM? | AutoDesk. (s. f.). <https://www.autodesk.es/solutions/bim/benefits-of-bim>

Propuesta conceptual



Este proyecto consiste en la exploración y desarrollo de una herramienta que le permita al usuario crear un metaverso en el cual podrá diseñar escenarios de prospección basados en las 4 formas de pensar sobre el futuro que propone Norman Henchey (1978): el futuro posible, el futuro plausible, el futuro probable y el futuro preferido. Donde, según el modelo de cono que propone Hancock & Bezold (1994), el futuro posible contiene a los demás y dentro del plausible está el probable y parte del preferido, lo que se verá reflejado al momento de representarlos en 3D.

Para lograr esto las tecnologías inmersivas, como propone Milgram (1994) nos permiten crear entornos de visualización completamente gráficos e inmersivos, en los cuales los elementos del mundo real son representados ortoscópicamente. Donde el Grado de Conocimiento del Mundo es total al tratarse de un mundo completamente modelado, por lo que se tiene conciencia de sus dimensiones y características. De esta forma se llega a un alto nivel de Fidelidad de Reproducción del mundo real, lo que permite a su vez que la Metáfora del Grado de Presencia también llegue a un alto nivel permitiendo al usuario sentirse presente en la escena.

Debido a esto, el usuario podrá ingresar a un módulo en Realidad Virtual que, gracias a Inteligencia Artificial, le permitirá diseñar rápidamente estos escenarios donde además podrá cargar sus propios assets 3D para testear y obtener insights en los 4 futuros.

Adicionalmente dispondrá de la IA (Inteligencia Artificial) para añadir nuevos assets o modificar los propios además de herramientas especializadas en la captura de insights.

Para lograr una mayor efectividad en la usabilidad del proyecto es necesario establecer algunos constraints, ya que estos permitirán encontrar la forma más segura de hacer que la herramienta sea fácil de usar y con la menor cantidad de errores posibles.

Constraints Físicos

- a. Establecer módulos donde el usuario pueda desarrollar su escenario.
- b. Los assets 3D estarán principalmente preestablecidos y existirán modelos disponibles para el uso libre del usuario.
- c. Posible unidad de creación para generar objetos y escenarios.

Constraints Semánticos

- a. El metaverso estará limitado a la creación de 4 escenarios preestablecidos en la metodología Cono de Futuros de Hancock & Bezold.
- b. Los escenarios pueden estar contenidos dentro de los otros, por lo que existirán similitudes en sus características.

Constraints Lógicos

- a. Los escenarios estarán limitados al mundo real, es decir no se podrá encontrar fantasía, pero sí ciencia ficción.

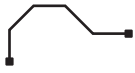


Design Criteria Canvas

Esta metodología permite establecer los aspectos más relevantes del prototipo.

Tabla 7. Design Criteria Canvas.
Fuente: Fabricación propia.

Debe Elementos no negociables.	<ul style="list-style-type: none">o La experiencia debe ser lo suficientemente intuitiva para cualquier nivel de usuario.o Brindar herramientas para iterar, modificar, e intervenir los espacios y objeto fácilmente.o Permitir el trabajo colaborativo.o Proveer herramientas para la captura y discusión de insights.
Debería Criterios no vitales pero que deberían estar.	<ul style="list-style-type: none">o Tener una alta calidad gráfica.o Permitir la creación de escenarios complejos y realistas.
Podría Cualquier cosa que no esté conectada con el producto.	<ul style="list-style-type: none">o Considerar aspectos sociales, como la creación de un perfil o añadir amigos.o Vincularse con otras tecnologías para aumentar el aspecto tangible de los objetos.
No debe Elementos o acciones que no puede presentar.	<ul style="list-style-type: none">o Completa libertad de creación, puesto que se debe limitar según implicaciones éticas y tecnológicas.o Complejizar demasiado las herramientas de edición, para no generar una nueva curva de aprendizaje.



Croquis iniciales

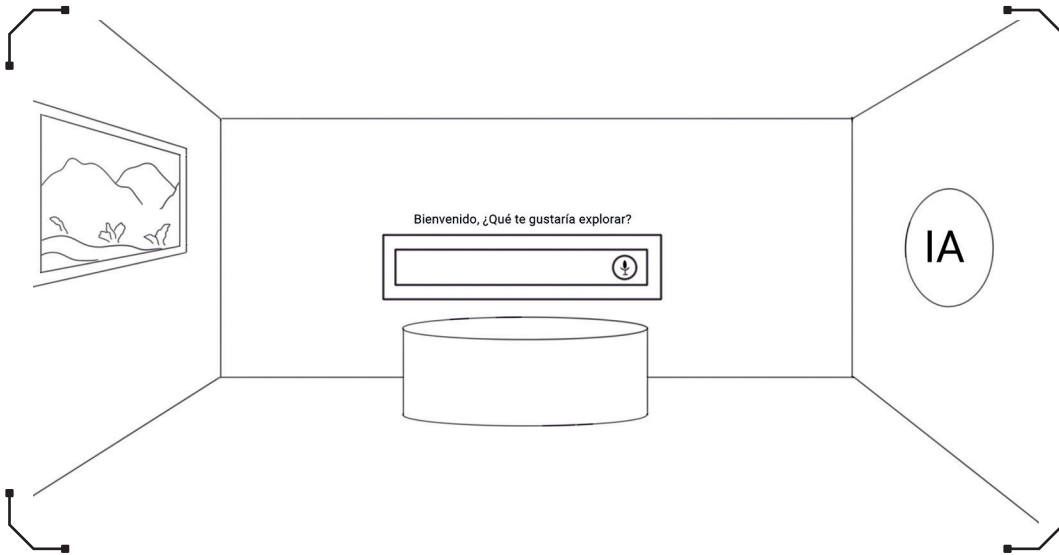
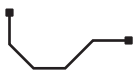


Ilustración 33. “Croquis Modulo Inicial”. Fuente: Elaboración propia.

Este módulo describe uno de los primeros entornos que vería el usuario al ingresar a la plataforma, donde se encuentra en un espacio con una mesa en la que puede describir verbalmente lo que le gustaría visualizar para que Inteligencia Artificial maquetee rápidamente.

Este espacio busca ser personalizable, para que el usuario adapte según su comodidad con qué tipo de herramientas le gustaría comenzar. A la derecha se encuentra un botón de acceso rápido a herramientas de Inteligencia Artificial y a la izquierda un panel personalizable con decoraciones o, una vez se comience a crear, se visualicen diferentes assets disponibles.



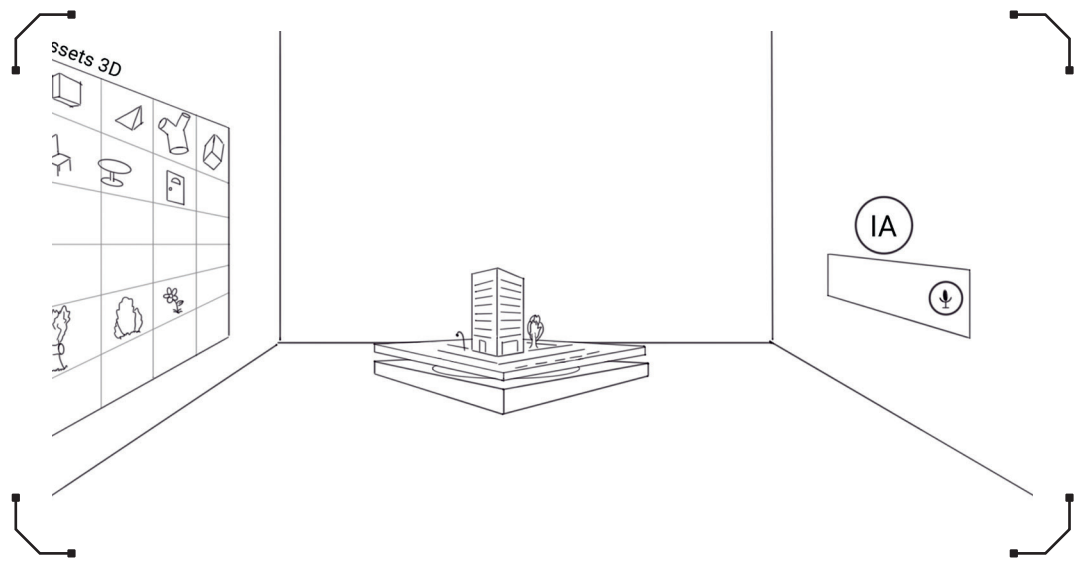


Ilustración 34. “Croquis Herramienta Maquetado”.
Fuente: Elaboración propia.

En el croquis previo podemos ver como se modificaría el espacio para que sea más cómodo para la creación de escenarios, en el medio encontramos la mesa para visualizar la maqueta, en la izquierda tenemos el panel de assets disponibles y a la derecha podemos acceder a las herramientas de Inteligencia Artificial.



Ilustración 35. “Croquis Herramienta de Insights”.
Fuente: Elaboración propia.

Por último, una herramienta importante es la de visualización de insights, donde se podrán ver los comentarios de otros usuarios o anotaciones que realice el usuario, además cuenta con soporte para diferentes tipos de apuntes.



Propuesta formal

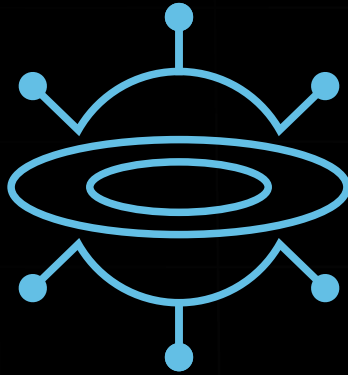
Luego de la investigación realizada y el feedback obtenido se culminó en el desarrollo de AIDA 3D, un software de modelado 3D enfocado en lentes de Realidad Virtual, pero con soporte multiplataforma. Este cuenta con un asistente virtual con Inteligencia Artificial, mediante el cual el usuario podrá solicitar diferentes elementos para agregar a la escena y modificarlos según lo requiera el proyecto.

El objetivo de esta plataforma es **facilitar** el proceso de modelado 3D para aquellos usuarios que requieran crear diferentes tipos de espacios u objetos, y de esta forma puedan enfocarse totalmente en representar su proyecto y no en un alto manejo de herramientas.

La experiencia está diseñada para ser visualizada en un entorno de Realidad Virtual, debido a que este medio permite representar dimensiones realistas en primera persona, interactuando con un entorno preciso, pero de manera completamente digital, previo a comenzar los procesos de fabricación que se pueden necesitar para esto. Sin embargo, se busca que para abarcar un mayor público y debido a la naturaleza de la plataforma, esta esté disponible para diferentes dispositivos como teléfonos inteligentes o computadores, de esta forma no se limita al usuario a un hardware específico.

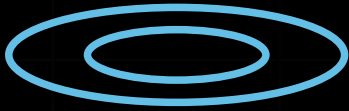
AIDA 3D

A.I. Design Assistant for 3D modelling



A.I.D.A (Artificial Intelligence Design Assistant)

AIDA es el asistente virtual con el que el usuario interactuara a lo largo de toda la experiencia. Su nombre proviene del acrónimo en inglés para Artificial Intelligence Design Assitant (Asistente de Diseño de Inteligencia Artificial). Este acrónimo es acompañado de números correspondientes a la versión que se está utilizando, las cuales poseen diferentes niveles de conocimientos y habilidades. Durante el desarrollo de este proyecto se trabajó con AIDA-00, el modelo prototipo que una vez se realice el primer lanzamiento al público evolucionara a AIDA-01.

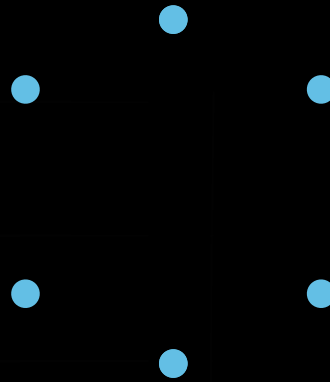


Identidad

Este asistente virtual fue provisto de una historia de fondo, esto para brindarle humanidad y cercanía al usuario, de esta forma se puede **empatizar** y generar un vínculo con el asistente para facilitar la comunicación y trabajo colaborativo.

La Inteligencia Artificial AIDA fue creada en un laboratorio desconocido con la finalidad de servir como un asistente que ayuda a diseñadores y todo tipo de artistas en su proceso de creación. Sus fundadores se encargaron de entrenarla con abundante conocimiento sobre diseño, arquitectura, tecnología y otros ámbitos para que esta sea capaz de combinar estos mundos e inspirar a los creadores en su proceso promoviendo la innovación tecnológica dentro de sus proyectos.

Su personalidad amable y cálida la hacen una valiosa compañía al momento de diseñar para cualquier creador creativo apasionado por su proyecto y la innovación. Gracias a esto es un asistente poderoso, pero aun así cuenta con ciertas limitaciones emocionales debido a su naturaleza artificial carente de emociones.

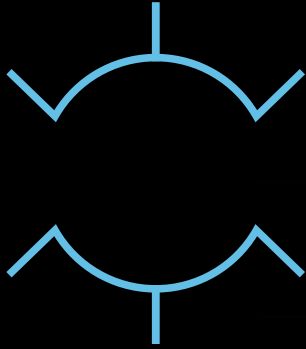


Habilidades

AIDA es consciente tanto de sus fortalezas como de sus debilidades, pero siempre demuestra una gran disposición para ayudar a aquel que lo necesite. También reconoce el ambiente donde vive, un espacio virtual dinámico que se adapta al proyecto de cada usuario, donde se encarga de administrar la gran librería de assets 3D disponibles para el usuario, brindando diferentes herramientas para modificarlos según se le demande.

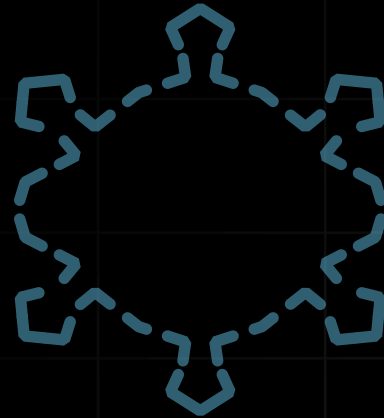
De esta forma puede realizar acciones como cambiar la textura, modificar las dimensiones, crear, rotar, mover, entre muchas otras a los diversos modelos 3D que el usuario requiera. Como también puede modificar aspectos de visualización, como establecer una iluminación determinada que simule la luz solar a una hora específica del día o hacer visibles las mallas que conforman los modelos.





Morfología

En el proceso de creación de AIDA se conceptualizaron diferentes morfologías para acompañar cómodamente al usuario y que esta resultara atractiva para un proceso de creación. Sin embargo, se determinó que este no poseerá morfología alguna, esto con la finalidad de no estorbar en el ambiente entorpeciendo el desarrollo del proyecto. De esta forma AIDA está siempre presente acompañando al usuario de forma ubicua y disponible cada vez que el usuario entable una conversación con esta.



Constraints

Éticos

- AIDA no debe recopilar ni almacenar **información sensible** sobre los usuarios y sus proyectos sin su consentimiento, como también respetar las leyes de privacidad vigentes.
- Independiente del contexto y del usuario se debe evitar la introducción de **sesgos** en las recomendaciones realizadas para el diseño, asegurando que no se promueva la discriminación o prejuicios de raza, género, entre otros atributos.
- AIDA debe proporcionar información clara respecto a las **fuentes** para su toma de decisiones y recomendaciones sugeridas, para que los usuarios comprendan su funcionamiento.

Semánticos

- AIDA debe ser capaz de **reconocer** y **comprender** el lenguaje natural para procesar los diferentes comandos de voz que se le den, adaptándose a los diferentes vocablos y jergas de los contextos donde se utilice.

- Sus conocimientos deben estar basados en **fuentes** veraces y vigentes para brindar recomendaciones útiles y relevantes.

- Las recomendaciones brindadas deben ser **relevantes** para el contexto del proyecto, adaptando las dimensiones del espacio, los estilos, restricciones estructurales, entre otros.

Físicos

- La **complejidad** de las tareas a realizar debe garantizar que el software funcione de manera eficiente y sin sobrecargar el hardware del usuario para mantener una experiencia de usuario estable.

Seguridad

- Los proyectos, diálogos con AIDA y conversaciones entre usuarios deben estar **protegidos** contra amenazas cibernéticas para evitar la filtración de información sensible.

- El **acceso** a los proyectos debe estar controlado para evitar el ingreso de invasores.

- Los **parches de seguridad** deben actualizarse constantemente para abordar las nuevas amenazas.

Interacción

- Es recomendable no limitar la **interacción** solo a comandos de voz para que esto no signifique una barrera en ciertos contextos de uso.

- Los usuarios deben poder **personalizar** sus preferencias y recomendaciones en base a sus necesidades individuales.

- Los usuarios deben ser capaces de dar **retroalimentación** sobre los diseños y cambios realizados por AIDA.

Plataforma

La aplicación AIDA 3D es una plataforma que estará disponible en las diferentes tiendas de aplicaciones para los dispositivos compatibles.

Esta aplicación cuenta con una página de inicio donde se podrá acceder a los archivos recientemente abiertos y a las configuraciones, donde se podrá establecer el perfil del usuario para que pueda determinar aspectos como su apodo y el tipo de ambiente que utilizará con mayor frecuencia (por ejemplo: diseño de productos, arquitectura, diseño de interiores, etc.).

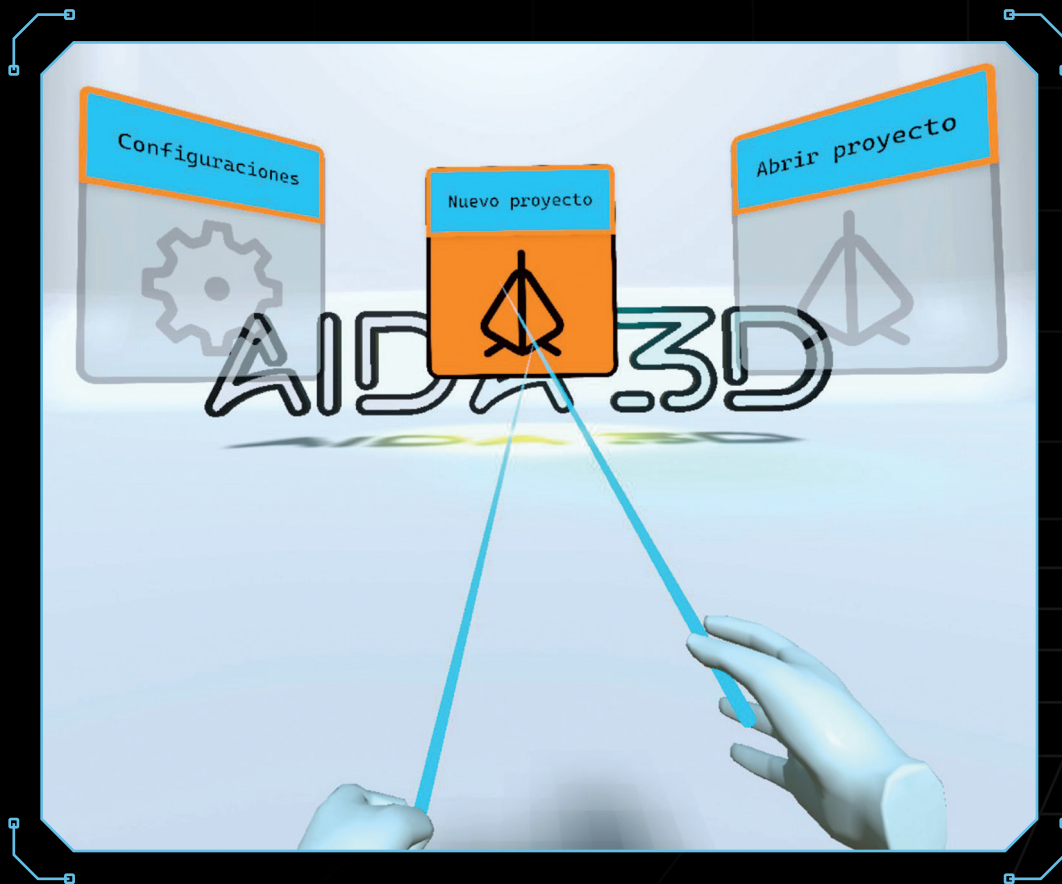


Ilustración 36. "Landing Page".
Fuente: Fabricación propia.

Luego al crear un archivo se ingresará al espacio de creación, este siempre brindará un espacio vacío, abierto a la creación de diferentes objetos, pero al establecer un ámbito de creación este se modificará para brindar una mayor comodidad (por ejemplo: para arquitectura de habitáculos el espacio tendrá un mayor tamaño ambientado en el exterior y para el diseño de productos el espacio no será tan amplio y se podrá contar con una superficie donde ubicar el objeto a diseñar).

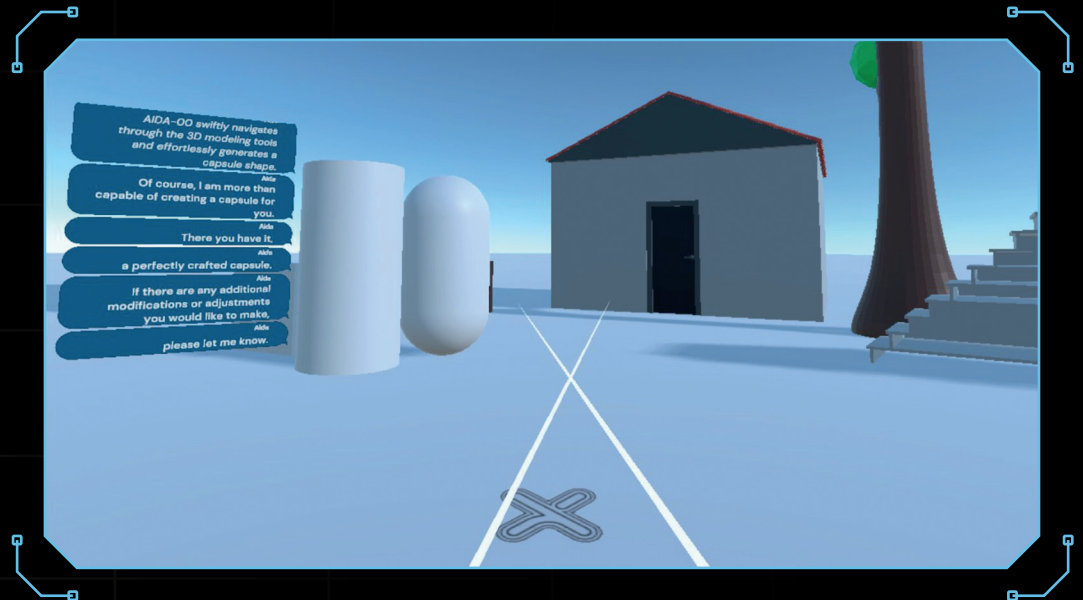


Ilustración 37. "Espacio de creación".
Fuente: Fabricación propia.

Una vez dentro de este espacio se podrá hablar con AIDA en cualquier momento. Complementariamente aparecerá en el espacio un chat donde quedará registrada la interacción mediante texto, para que además de escuchar se puedan leer las respuestas, brindando accesibilidad a la aplicación. También, en conjunto con el chat estará disponible una sección donde aparecerán emojis que indicarán las diferentes emociones que simula AIDA al responder. Este diálogo permitirá la creación de diferentes objetos disponibles en la librería de assets 3D como también su modificación para adaptarlos al proyecto del usuario y cumplir con sus necesidades.

Al finalizar el proceso de creación se podrá guardar el archivo para volver a editarlo posteriormente, como también estará disponible la opción de exportar los archivos 3D en diferentes formatos (por ejemplo: STL, FBX, OBJ, entre otros).

Herramientas

A continuación, se enlistan las principales herramientas que se podrán encontrar en la plataforma en un primer lanzamiento oficial. Categorizadas en Crear, Edición, Visualización y Post Modelado.

Crear

Aquellas herramientas que permiten crear nuevos elementos en el entorno.

Tabla 8. Herramientas para crear.
Fuente: Fabricación propia.

Automatización	Crear estructuras automáticamente en base a la unión de dos objetos, superficies, entre otros.
Boceto	Crear dibujos 3D en el espacio.
Crear forma básica	Crear un plano, prisma, cono o esfera.
Duplicar	Crear instancia de un objeto.
Grass Hopper	Complemento que permite la creación de algoritmos visuales para el diseño de formas paramétricas y el modelado generativo
Iluminación	Crear diferentes puntos de emisión de luz.
Importar	Importar archivos propios como modelos 3D, imágenes, entre otros.
Plano	Crear un dibujo 2D en el espacio, como una textura, para crear formas.
Predictor	Ayuda a predecir las solicitudes y sugiere modificaciones a los assets para que sean coherentes con el proyecto.
Referencias	Permite comenzar a diseñar en base a planos o imágenes.
Simetría	Crea una copia de un objeto simétrica en alguno de los ejes escogidos.
Terreno	Crear diferentes tipos de terrenos, topografías y paisajes para comenzar a diseñar sobre ellos.
Texto	Escribir anotaciones visibles en el espacio 3D.



Edición

Aquellas herramientas que permiten realizar modificaciones a los elementos dispuestos en el entorno.

Tabla 9. Herramientas para editar.
Fuente: Fabricación propia.

Cortar	Restar geometría de un objeto.
Dividir	Cortar o dividir un objeto en diferentes piezas.
Escala	Modificar el tamaño de los objetos.
Escultura	Manipular los objetos para crear formas orgánicas.
Gotero	Copiar texturas, estilos, entre otros de otros objetos.
Mover	Mover los objetos dentro del espacio.
Rotación	Rotar los objetos sobre su propio eje.
Texturizado	Cambiar la textura que proyecta un objeto.



Visualización

Aquellas herramientas que permiten visualizar información sobre los elementos dispuestos en el entorno.

Tabla 10. Herramientas para visualizar información.
Fuente: Fabricación propia.

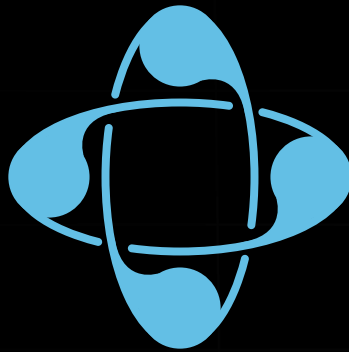
Apuntar	Rayo para seleccionar objetos.
Capas	Ordenar los objetos en diferentes capas.
Captura	Diferentes métodos para registrar el punto de vista del usuario.
Comparar	Guardar diferentes versiones de un mismo proyecto para poder compararlas rápidamente.
Geolocalización	Situar la escena creada en contextos reales utilizando imágenes de Google Earth.
Guía (Tutorial)	Explicación base que enseña cómo utilizar todas las herramientas disponibles.
Medir	Proyectar las medidas de los objetos.
Posición del sol	Ubicar la posición del sol dependiendo de la hora del día y ubicación para visualizar correctamente las sombras.
Sección	Proyecta cortes en los objetos para mostrar detalles específicos o interiores.
Shader Plano	Elimina las sombras de la escena para ver una iluminación uniforme en todos los objetos.
Skybox	Modifica el espacio para obtener diferentes resultados contextuales.
Tiempo	Simula las modificaciones de la estructura en el tiempo, comenzando por su construcción hasta su deterioro.
Vistas	Cambiar el modo de visualizar el proyecto o los ángulos de visión.
Voz del asistente	Apagar o modificar la voz del asistente según le acomode al usuario, también la interfaz del chat.
Wire frames	Cambia el shader de los objetos para que solo se visualicen sus mallas 3D.

Post Modelado

Aquellas herramientas que se vuelven útiles una vez se tiene un modelo completo.

Tabla 11. Herramientas para post modelado.
Fuente: Fabricación propia.

Cono de Futuros	Módulo de simulación mediante el cual se pueden visualizar simulaciones correspondientes a los 4 futuros del cono de futuros respecto al proyecto.
Detección de conflictos	Advierte posibles errores encontrados en el arreglo de los assets del proyecto, además sugiere posibles soluciones.
Exportar	Exportar los objetos o la escena en algún formato de archivo 3D.
Nube	Donde se guardan los archivos y la información.
Preestablecido	Añadir objetos a la librería de assets en base a assets modificados o agrupados.
Presupuesto	Genera estimaciones de costos y presupuestos en base a los materiales utilizados y las estructuras modeladas.
Renderizar	Renderiza una imagen en alta calidad del entorno visible del proyecto.
Rendimiento	Evalúa el rendimiento energético y el impacto ambiental que tendrá la estructura generada.
Simulaciones	Realiza simulaciones de rendimientos estructural, fluidos, entre otros.



Colaboración

Uno de los aspectos relevantes dentro de la investigación realizada sobre las tecnologías de Realidad Virtual y también para el diseño es el trabajo colaborativo. Este contribuye positivamente en los procesos de creación ya que permite obtener **diferentes** puntos de vista enriqueciendo el proyecto, por lo que es algo presente en softwares de diseño tanto de RV como tradicionales para computadores.

Por lo que dentro de AIDA 3D, el usuario fundador del proyecto podrá compartirlo con otros usuarios para que ingresen a la escena. Aquí se podrán comunicar por voz y visualizar una representación de su usuario para saber en que parte del espacio se encuentran. Los usuarios contarán con su asistente independiente, pero todos estarán en sincronía respecto al avance del proyecto y contarán con las herramientas para apuntar y realizar anotaciones en el espacio para una mejor comunicación.



Branding

Naming

A.I.D.A (ARTIFICIAL INTELLIGENCE DESIGN ASSISTANT)

Este es el nombre base que es un acrónimo para Asistente de Diseño de Inteligencia Artificial en inglés.

AIDA 3D

El nombre que recibe la aplicación a descargar por los usuarios que combina el nombre de asistente en conjunto con la sigla 3D para indicar que es un software dedicado al modelado 3D.

AIDA 3D VR

Esta es la variante dedicada a la aplicación específica para Realidad Virtual.

AIDA 3D MOBILE

Esta es la variante dedicada a la aplicación específica para dispositivos móviles.

AIDA-00

Este es el nombre que recibe el asistente, acompañado de la enumeración 00 para indicar que es la versión prototipo con la que se desarrolla el software.

AIDA-01

Este es el nombre que recibe el asistente, acompañado de la enumeración 01 ya que se refiere a la primera versión en la que se encuentra el asistente.

AIDA-02

Este el nombre que recibe el asistente, acompañado de la enumeración 02, la cual será la primera versión mejorada disponible en las primeras versiones de la aplicación por un pago mensual extra.

Paleta de colores

Neutros



Acentos



Alertas



Tipografía

AOOX FAMILY — **Títulos**

REGULAR **ABCDE 12345**

Cascadia Mono — **Contenido**

Light	abcdefghijkl	1234567890
Regular	abcdefghijkl	1234567890
Bold	abcdefghijkl	1234567890
Italic	abcdefghijkl	1234567890

Logos

Aplicación AIDA 3D

Ilustración 38. "Logo AIDA 3D".
Fuente: Fabricación propia.

AIDA 3D

A.I. Design Assistant for 3D modelling

Asistente AIDA-01

AIDA-01

A.I. Design Assistant - Model 01

Ilustración 39. "Logo AIDA-01".
Fuente: Fabricación propia.

Aplicación para Realidad Virtual

AIDA 3D VR

Ilustración 40. "Logo AIDA 3D VR".
Fuente: Fabricación propia.

Aplicación para dispositivos móviles

AIDA 3D

Mobile

Ilustración 41. "Logo AIDA 3D Mobile".
Fuente: Fabricación propia.

Íconos para aplicaciones



Ilustración 42. "Íconos Aplicaciones". Fuente: Fabricación propia.

Interfaz de usuario

Wireframes

Landing page de la aplicación

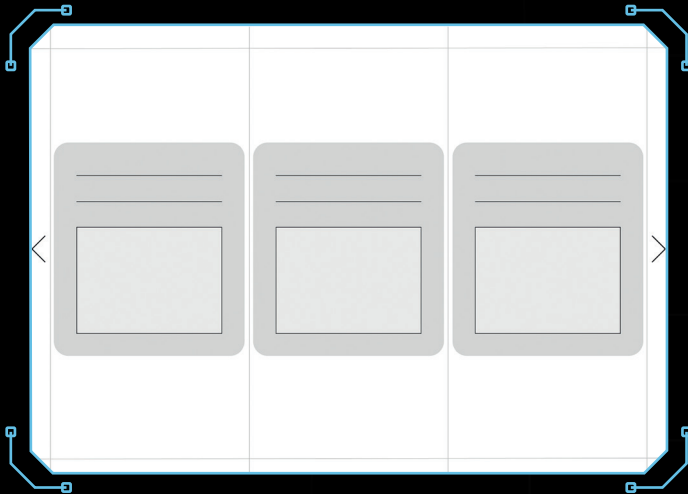


Ilustración 43. "Wireframe Landing Page".
Fuente: Fabricación propia.

Ilustración 44. "Wireframe Interfaz de creación".
Fuente: Fabricación propia.

Menú de opciones dentro de la interfaz de creación



Interfaz de creación

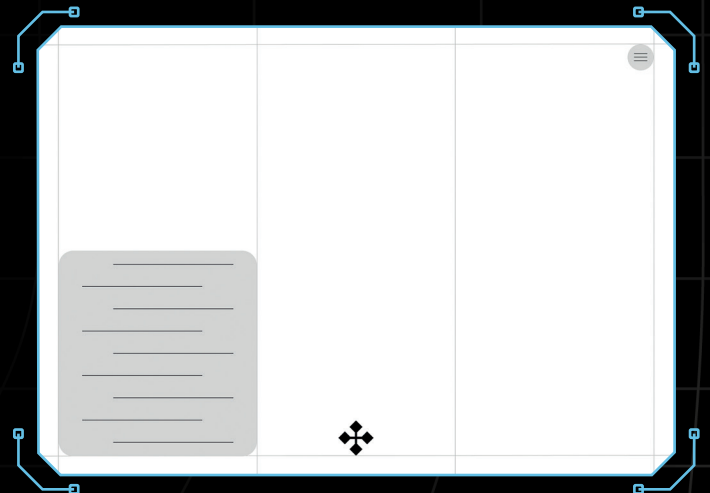


Ilustración 45. "Wireframe Menú".
Fuente: Fabricación propia.

Sketch

Landing page de la aplicación

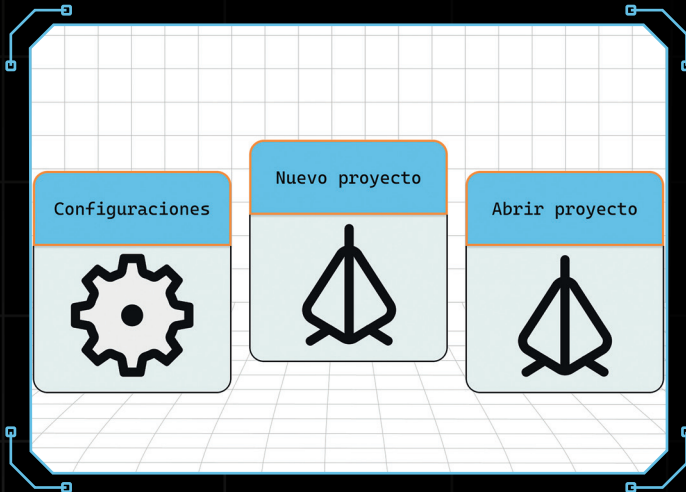


Ilustración 46. "Sketch Landing Page".
Fuente: Fabricación propia.

Interfaz de creación

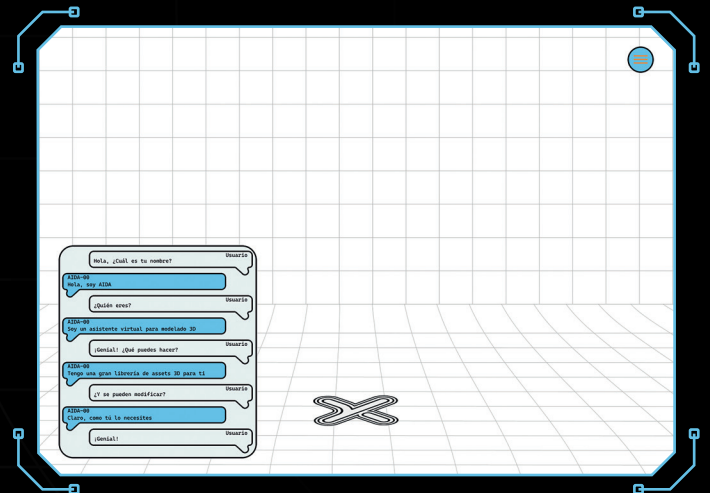
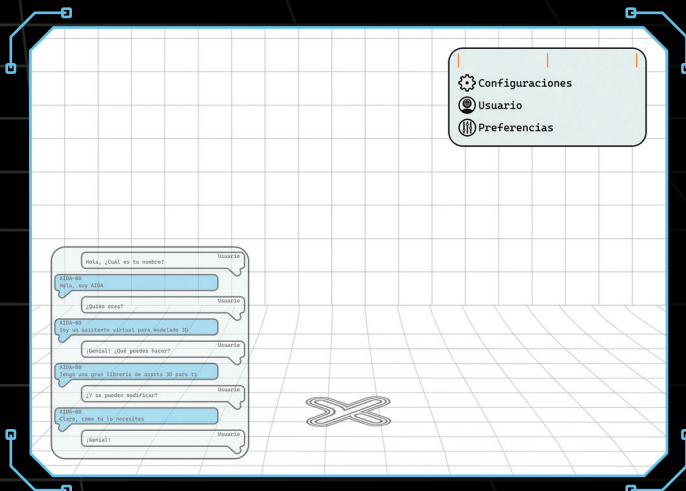


Ilustración 48. "Sketch Menú".
Fuente: Fabricación propia.

Menú de opciones dentro de la interfaz de creación



Diseño

Landing page de la aplicación

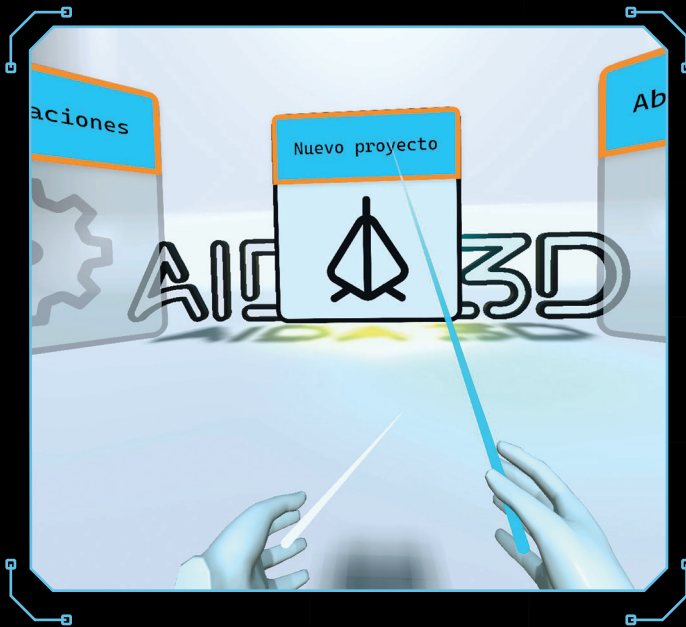


Ilustración 49. "Diseño Landing Page".
Fuente: Fabricación propia.

Interfaz de creación

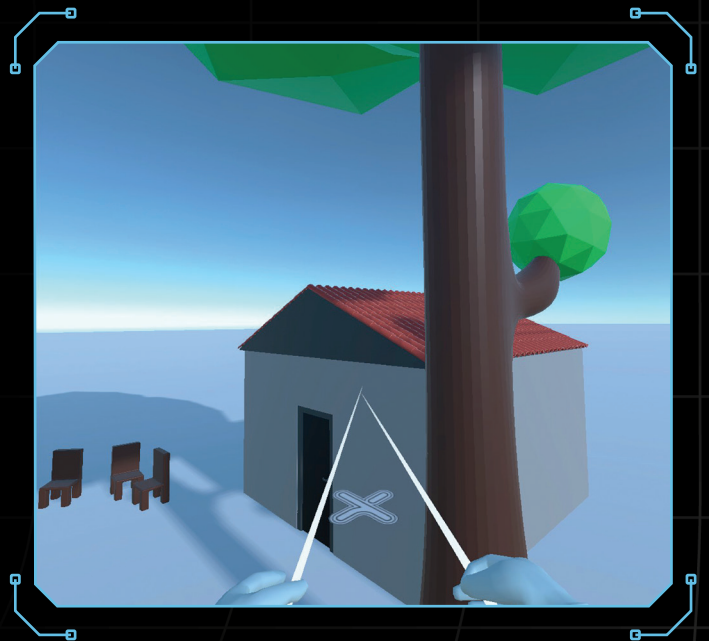


Ilustración 50. "Diseño Interfaz de creación".
Fuente: Fabricación propia.

Interfaz de creación en trabajo colaborativo

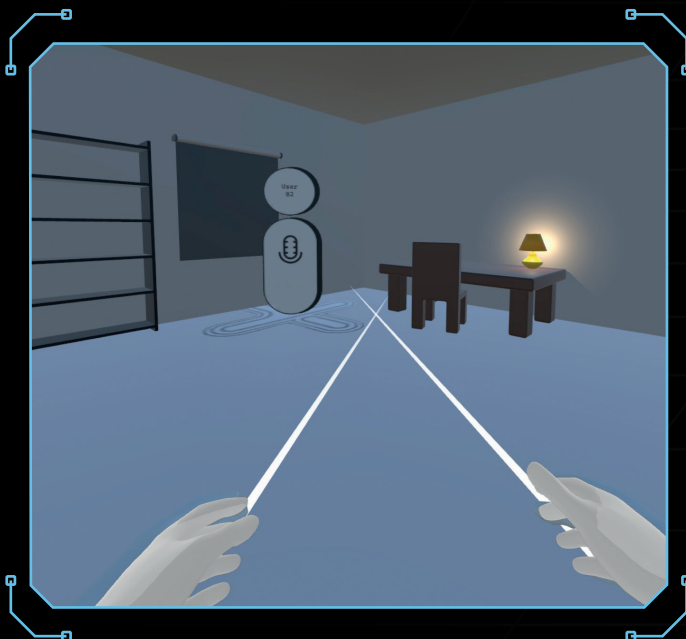


Ilustración 51. "Trabajo colaborativo".
Fuente: Fabricación propia.

Desarrollo

Paralelamente al desarrollo de la conceptualización se comenzó a realizar prototipos y a trabajar en un proyecto en el motor de videojuegos Unity.

Unity

Este software fue escogido debido a su gran compatibilidad multiplataforma, a la alta cantidad de plugins y assets disponibles de fácil acceso, su buen funcionamiento con hardware no necesariamente de alta gama, entre otros factores. Debido a esto se desarrollaron e iteraron prototipos para mejorar la calidad del proyecto y adaptarlo a las necesidades y feedback obtenido en las etapas de testeo.

Una vez dentro de este motor, se creó un proyecto para iterar continuamente. Este proyecto fue desarrollado en la versión 2022.3.0f1 LTS, utilizando URP (Universal Render Pipeline) y construido para la plataforma Android (12.0, API level 32).

Inworld AI

Para comenzar a desarrollar la experiencia con el asistente virtual dentro de este proyecto se utilizó el plugin Inworld AI, que es una plataforma que permite la creación de NPCs con Inteligencia Artificial para videojuegos. De esta forma se puede interactuar con un personaje que tiene una gran cantidad de conocimiento y que es capaz de seguir conversaciones de cualquier tema coherentemente. Además, al momento de crear tu personaje, este se puede personalizar

con una historia de fondo, darle un nombre, establecer su personalidad, establecer información respecto al contexto donde interactuará, entre otras cosas, de esta forma se puede obtener un personaje completamente a la medida para el proyecto.

Esto permitió crear la personalidad esperada para el asistente virtual AIDA, estableciendo todas las características de su personalidad como también ciertos conocimientos básicos que debe tener sobre diseño y disciplinas a fn.

Realidad Virtual

Para obtener compatibilidad con el hardware de RV, específicamente los lentes Meta Quest 2 se utilizó el plugin XR Interaction Toolkit. Este provee un sistema de interacción para crear experiencias en RV, permitiendo la interacción con interfaces y objetos disponibles en Unity. Esto permite la construcción de apks para ser testeadas directamente en los lentes de RV y obtener completa funcionalidad de los controles dentro del entorno virtual.

Códigos base

Para esta etapa inicial de desarrollo del proyecto se elaboró un código C# que se encarga de manejar todas las solicitudes detectadas y ejecutar las acciones correspondientes.

Para lograr eso el código identifica la oración dicha por el usuario y busca coincidencias con palabras clave específicas para cada función que contiene el código. Se destaca dentro de esto la función para encontrar los

objetos en el entorno, donde una vez se desencadena alguna función como por ejemplo cambiar el material o modificar la escala de un objeto, se busca la coincidencia de nombre con alguno de los objetos activos para establecerlo como el objeto con el cual se busca interactuar.

De manera similar a la función de encontrar los objetos activos, para crear nuevos assets también se busca la coincidencia de nombre, pero esta vez con los assets que se encuentran en la carpeta de prefabs del proyecto, de esta forma se puede acceder a la librería completa de modelos 3D sin la necesidad de tenerlos activos en la escena.

Complementario a este código, cada asset cuenta con un código que se encarga de guardar el estado de las propiedades, esto permite deshacer y rehacer cambios a cada objeto para editar libremente.

Experiencia de usuario

Esta aplicación busca crear una experiencia en principio similar a un software de modelado 3D, pero una vez se comienza el proceso creativo el esfuerzo y nivel de conocimientos necesarios es significativamente menor ya que la Inteligencia Artificial es la que se encarga de realizar las acciones y el usuario solo debe solicitarlas. Es por lo que la interfaz de usuario se ha mantenido simple y similar a la competencia para no sacar a los usuarios de la zona de confort a la que están acostumbrados.

Sin embargo, una vez comienzan un proyecto la experiencia es diferente, simplificada pero diferente, por lo que debe ser lo suficientemente cómoda para que los usuarios no generen rechazo a esta. Debido a esto la personalidad del asistente resulta muy importante para que invite y estimule el proceso creativo de creación. Por lo tanto, AIDA tiene un carácter amistoso y empático, siempre dispuesta a ayudar al que lo necesite y manteniendo un discurso formal para no desviar la atención.

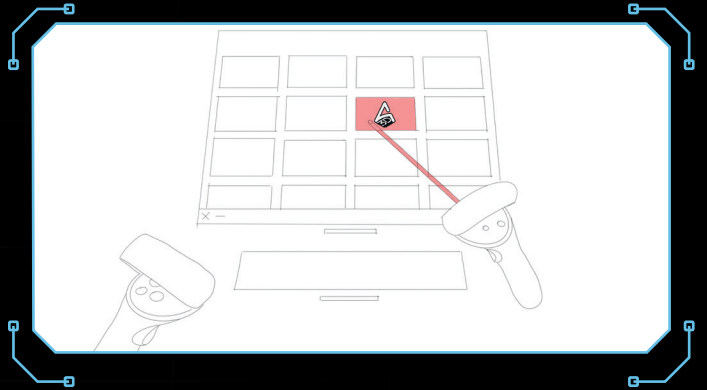
Storyboard

Proceso de modelar una habitación en AIDA 3D.

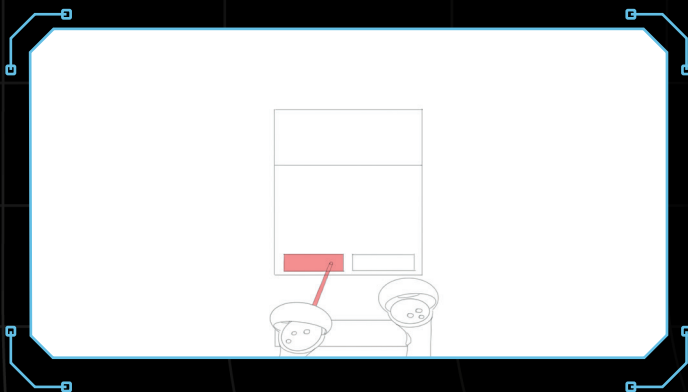
1. Usuario se coloca sus lentes de RV.



2. Usuario busca en su biblioteca de aplicaciones AIDA 3D.



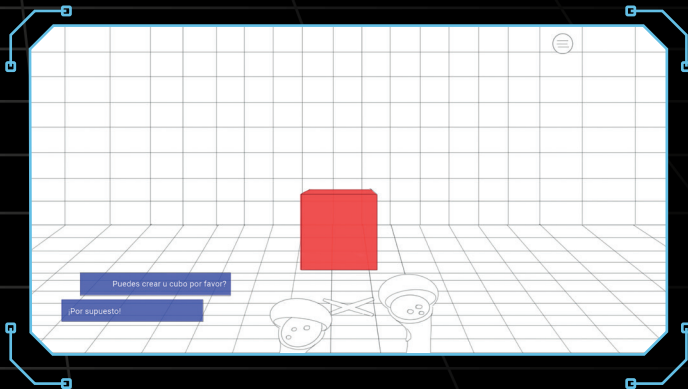
3. Una vez abierta la aplicación aparece el landing page donde seleccionará nuevo proyecto.



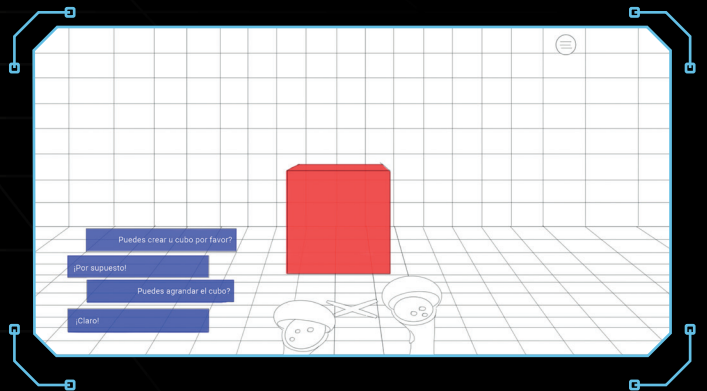
4. Una vez abierto el archivo nuevo aparecerán textos de ayuda para que el usuario comprenda que es lo que tiene que realizar para comenzar a modelar.



5. El usuario comienza a hablar y crear objetos.



6. El usuario pide realizar modificaciones a algunos de los objetos que ha creado según sus necesidades.



Pauta de interacción

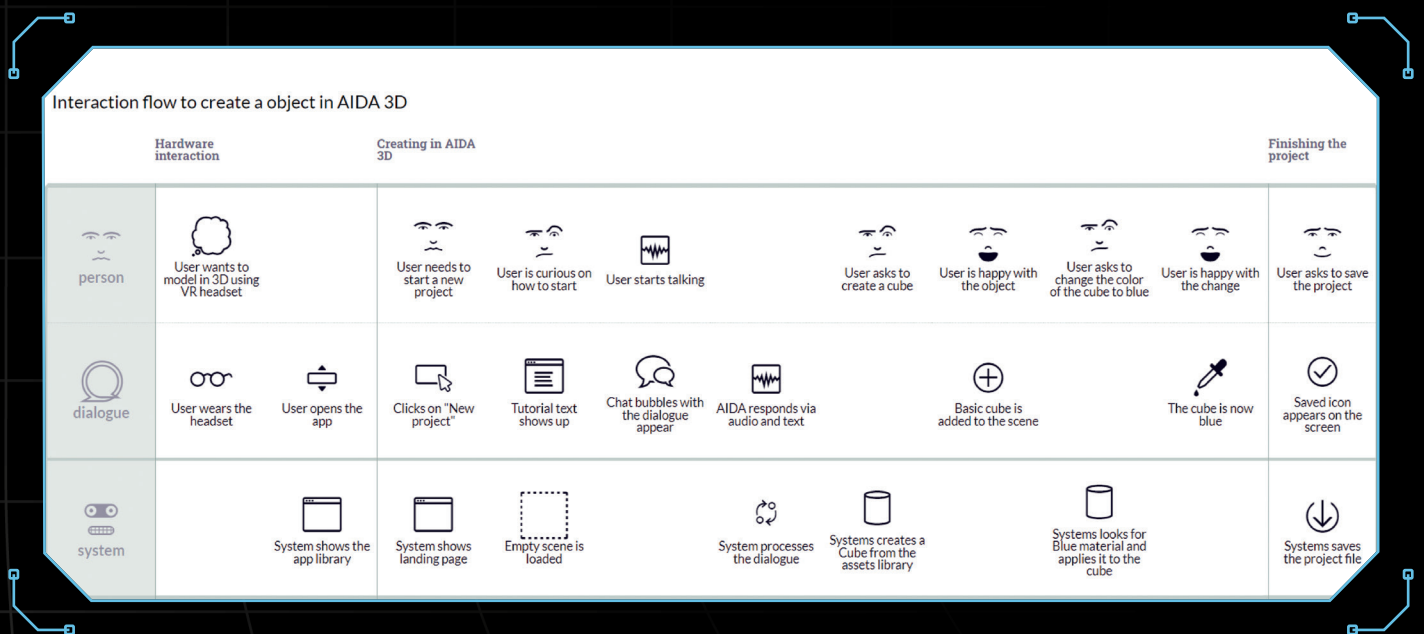


Ilustración 54. "Pauta de interacción".
Fuente: Fabricación propia mediante plataforma Pix.

Arquitectura de la información

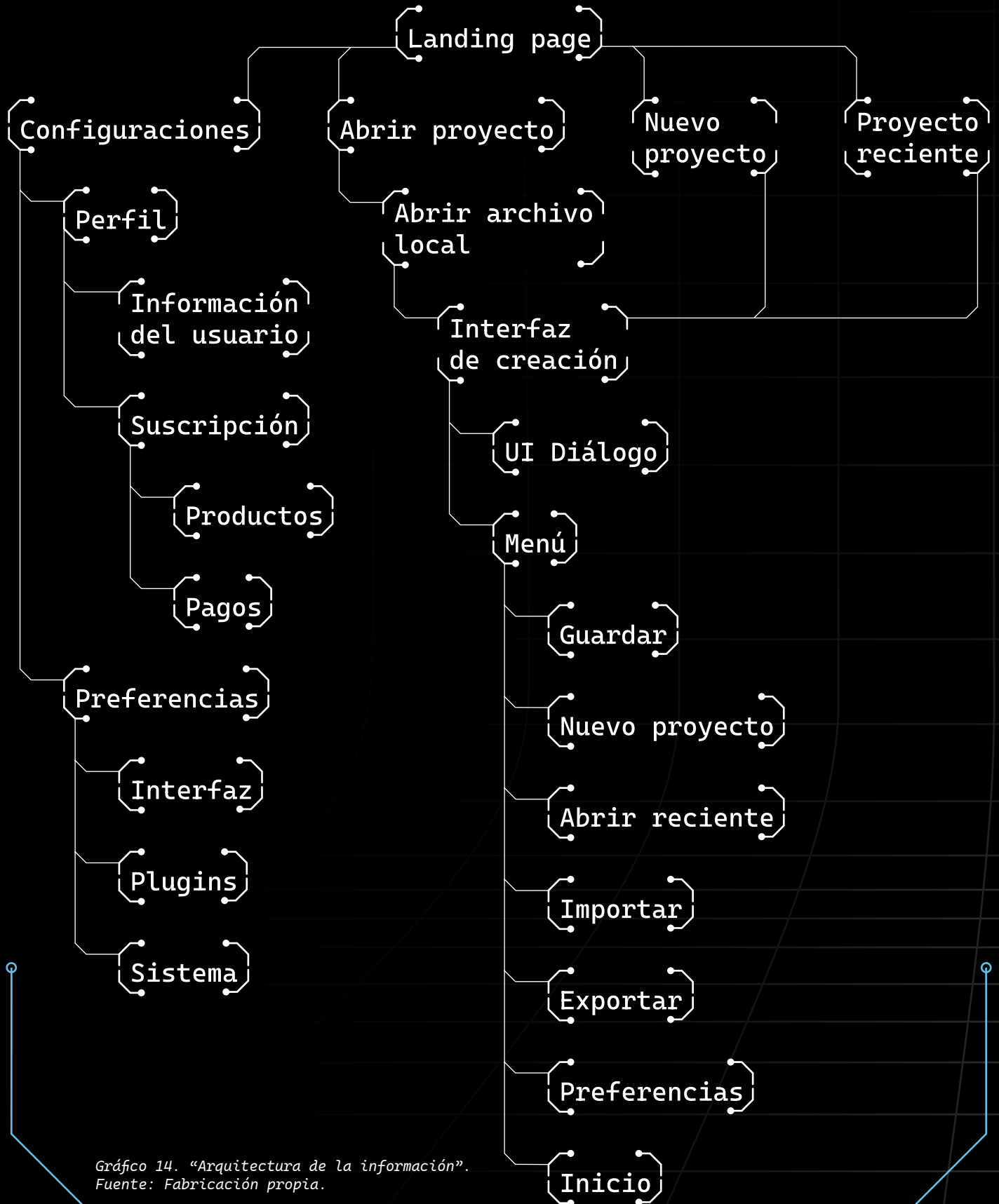


Gráfico 14. "Arquitectura de la información".
Fuente: Fabricación propia.

User flow

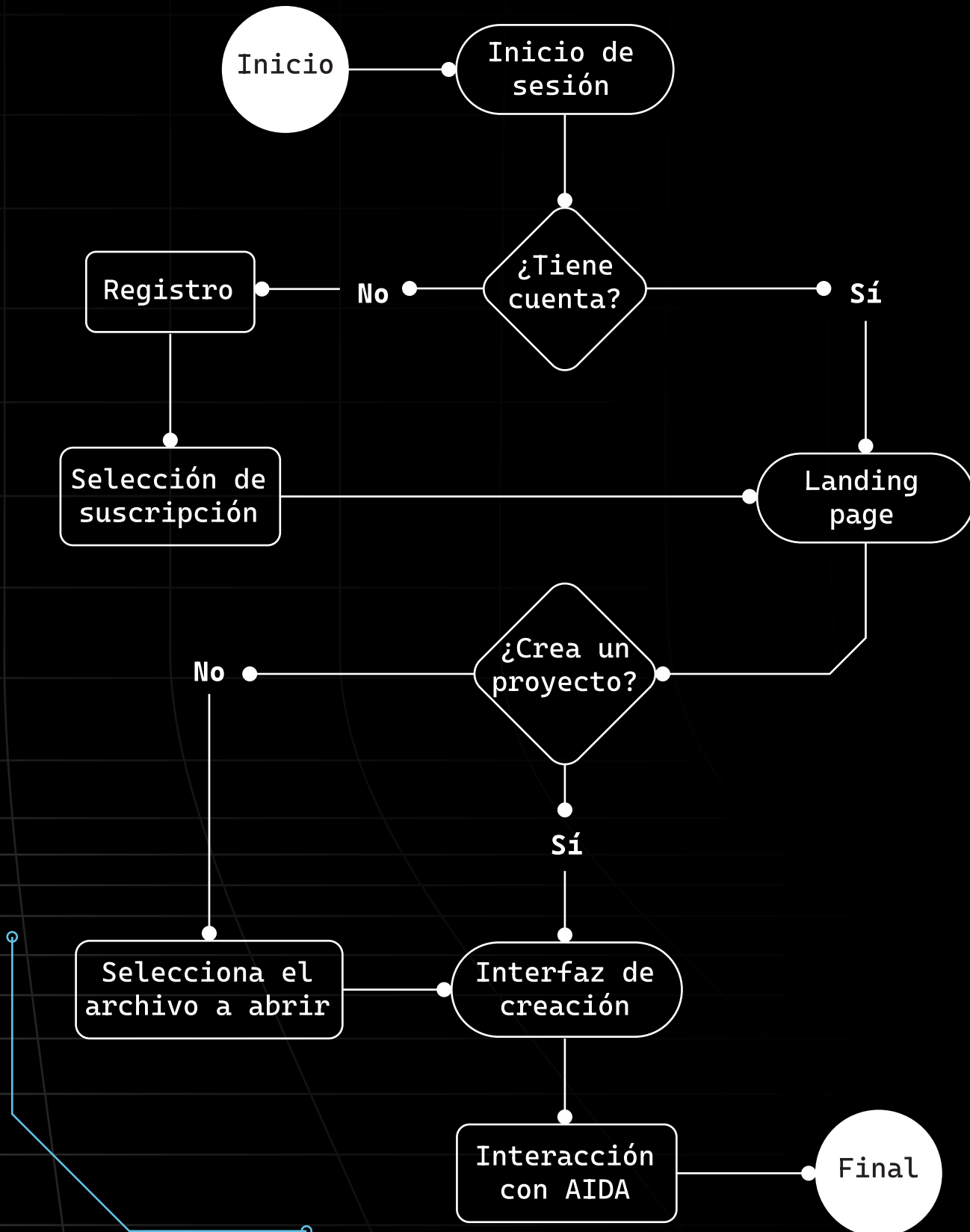
Inicio /Final

Acción

Decisión

Display

Gráfico 15. "User flow".
Fuente: Fabricación propia.



Validación

Prototipo N°1

El primer prototipo corresponde a uno de RoI 3 “Research Archetype” (Wensveen, 2018) y está enfocado completamente en la creación de espacios, por lo que consiste en una escena base vacía en un entorno exterior. Dentro de esta se tiene acceso a conversar con AIDA-00, a la cual se le han cargado conocimientos del libro “Arte de proyectar arquitectura” (Neufert, 2013) y disposiciones postuladas en la OGUC (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2020), para que mediante el gestor de solicitudes se puedan crear assets como también editarlos.

Este prototipo cuenta con funciones básicas como crear, mover, escalar, rotar, cambiar el material, entre otras que buscan demostrar la capacidad que puede llegar a tener esta herramienta para modelar en 3D diferentes entornos. Además, los assets disponibles para crear están enfocadas para ser parte de una habitación doméstica y formas básicas, esto a modo de comprender que a futuro se pueden agregar todo tipo de assets con la misma funcionalidad.

Debido a la etapa incipiente del proyecto este cuenta con ciertas limitaciones, por ejemplo, al utilizar Inworld AI para interactuar verbalmente este solo permite hablar en inglés, por lo que dificulta el testeo en Santiago en cierta medida, además, debido a la estructura del gestor de solicitudes, es necesario conocer el vocabulario exacto que desencadena las acciones que se buscan.



Ilustración 55. “Video Testeo YouTube”.
Fuente: Fabricación propia.

Testeo

El testeo de este primer prototipo se llevó a cabo vía online mediante un video que demuestra su uso y las herramientas que contiene, esto debido a las limitaciones de idioma y de lenguaje específico que requiere para su uso correcto, de esta forma los encuestados puedan apreciar correctamente el uso y capacidades del prototipo.

Por lo tanto, para el proceso de testeo se les pidió a las personas que vieran el video de uso y luego se les realizó preguntas, donde las principales respuestas fueron:

La muestra obtenida está compuesta por 8 diseñadores (que utilizan softwares 3D para diseñar espacios) y arquitectos, tanto estudiantes como profesionales.



Estos calificaron en promedio el nivel de utilidad de la plataforma con un:



Ilustración 56. "Escala Likert 1º Testeo".
Fuente: Fabricación propia.

En cuanto al tipo de proyectos en los que usarían esta plataforma se reitera la preferencia por proyectos en etapas iniciales de diseño o para el uso de personas que no tengan muchos conocimientos sobre modelado 3D.

También se les preguntó sobre que herramientas consideran imprescindibles a incorporar dentro de esta plataforma:

- **Modificar los componentes de los modelos preestablecidos.**
- **Una herramienta de la IA que ayude a predecir una descripción más asertiva.**
- **Herramientas BIM.**
- **Una herramienta de la IA que sea capaz de solucionar problemas, de interferencias, por ejemplo.**
- **Soporte para archivos de programas externos como AutoCAD o Illustrator.**
- **Tener la opción de generar diferentes alternativas de visualización para poder compararlas.**

En cuanto a la personalidad del asistente se destaca:

- **Que sea amigable, no tan serio para alegrar el trabajo.**
- **Que tenga una personalidad más neutra enfocada en la entrega de información y en realizar un trabajo satisfactorio.**
- **Que responda de manera eficaz para no perder el flujo de trabajo.**

Algunos comentarios extra que añadieron los participantes se destaca que es un proyecto interesante que se acerca a una solución de modelado rápido, puede tener interés también por parte de personas ajenas al diseño y la necesidad de obtener medidas de los modelos.



Prototipo N°2

Este prototipo también es de Rol 3 (Wensveen, 2018) estilo showroom, este consistió en un programa construido para la plataforma Windows, el cual contaba con la interfaz de inicio donde se puede crear un nuevo proyecto y pasar a la interfaz de creación.

Para el desarrollo de este prototipo se cambió el plugin para generar la IA conversacional a Convai, ya que este permite el dialogo en español sin embargo este está disponible solo para PC y móvil. El sistema de códigos base es el mismo donde se accede al dialogo con la IA de Convai.

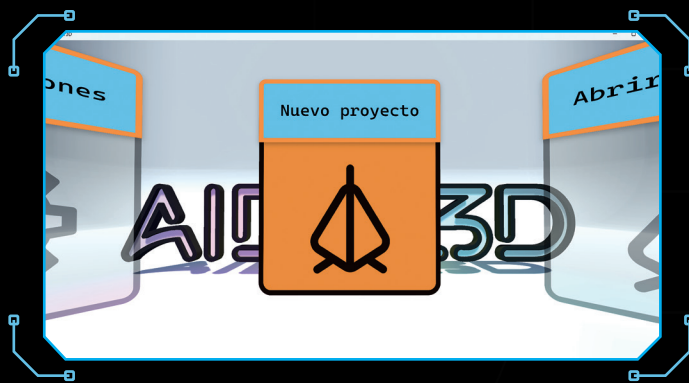


Ilustración 57. "Landing Page Prototipo 2".
Fuente: Fabricación propia.



Ilustración 58. "Interfaz de creación Prototipo 2".
Fuente: Fabricación propia.

Testeo

Este programa fue utilizado por el desarrollador para demostrar las funcionalidades que tiene mientras estudiantes de arquitectura reaccionaron a su uso para generar una primera impresión al concepto. Luego de esto se les pidió llenar una encuesta donde la muestra obtenida fue de 12 personas.

La calificación para el programa fue de:

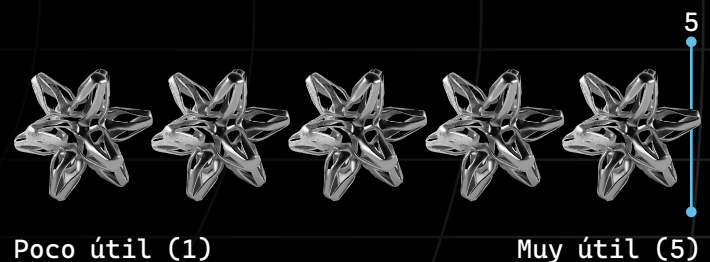


Ilustración 59. "Escala Likert 2° Testeo".
Fuente: Fabricación propia.

En cuanto al ámbito dónde utilizarían este software se destaca el académico y profesional.

Algunos de los comentarios más relevantes que entregaron son:

- “Muy impresionado con el programa, lo encuentro genial para hacer brainstorming ya que uno puede plasmar sus ideas en un instante ahorrando mucho tiempo en el área de hacer dibujos y planos.”
- Vladimir Radic.

- “Muy buena la idea, como arquitecta siento que sería una gran ayuda para partir desde una base para modelar un proyecto más complejo.”
- Antonia Cañete.

- “Encuentro que es un programa que puede ayudar mucho y facilitar trabajo, además de poder tener ideas previas antes de construir.”
- Valentina Iturra.

- “Muy buena aplicación, el programa se ve super complejo y resulta ser muy confiable.”
- José Tomás Ibarra.

- “Muy buena idea, ojalá este lista rápido. Ahorra mucho tiempo y deja pensar más en el proyecto que en el método constructivo.”
- Pelayo Aldunate.

- “De que nos va a dejar sin pega a los arquitectos, sí, pero muy bueno.”
- Vicente Zúñiga.

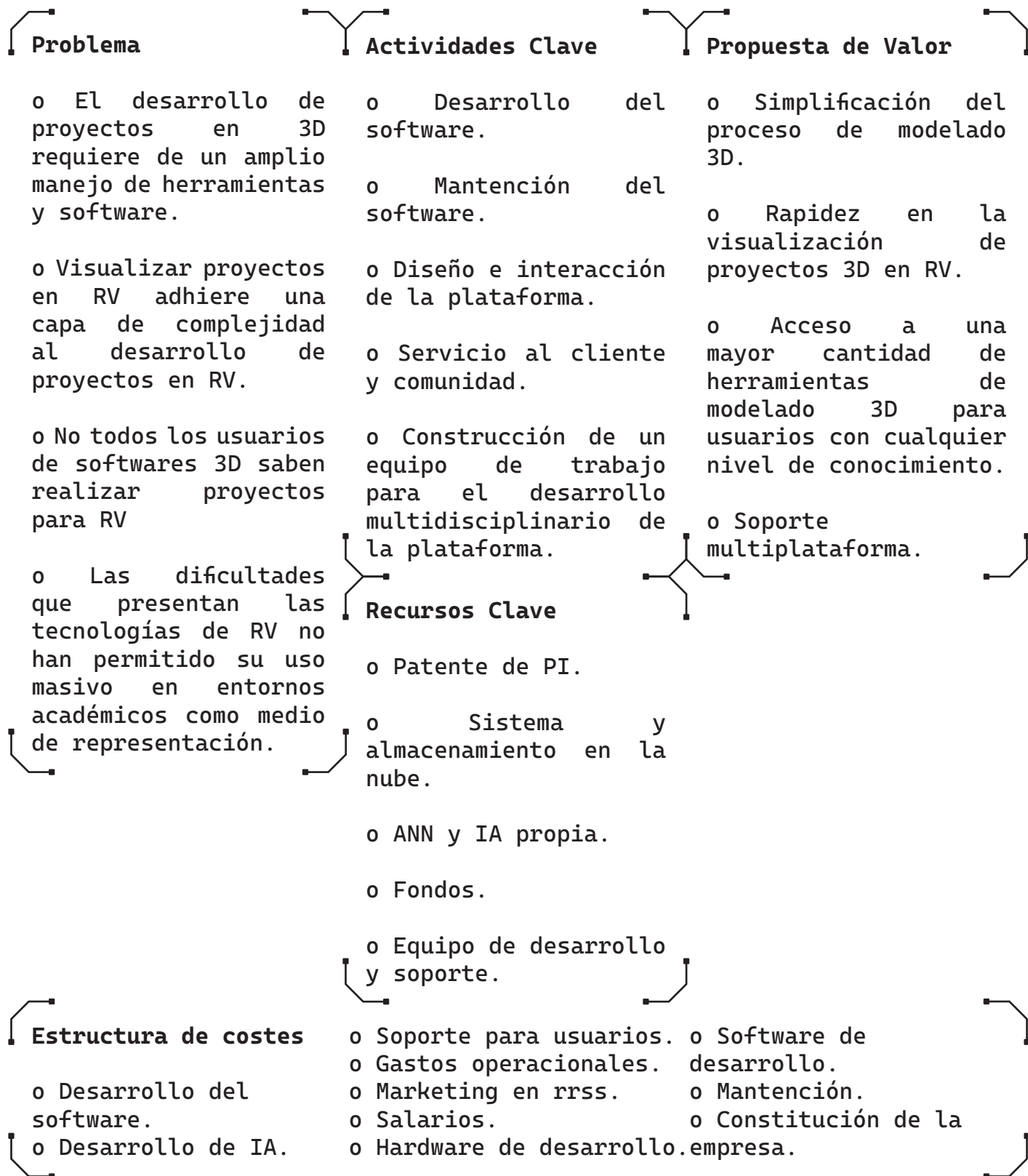
Los siguientes procesos de validación y testeo en conjunto con las respuestas completas de las encuestas realizadas quedarán archivados en los anexos de esta memoria.



PLAN DE EJECUCIÓN

Business Model Canvas

A continuación, se detalla el modelo de negocio que busca seguir AIDA 3D para consolidarse como una plataforma de modelado 3D.



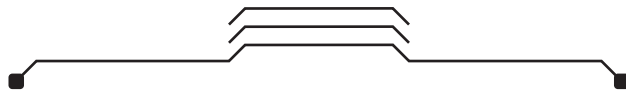
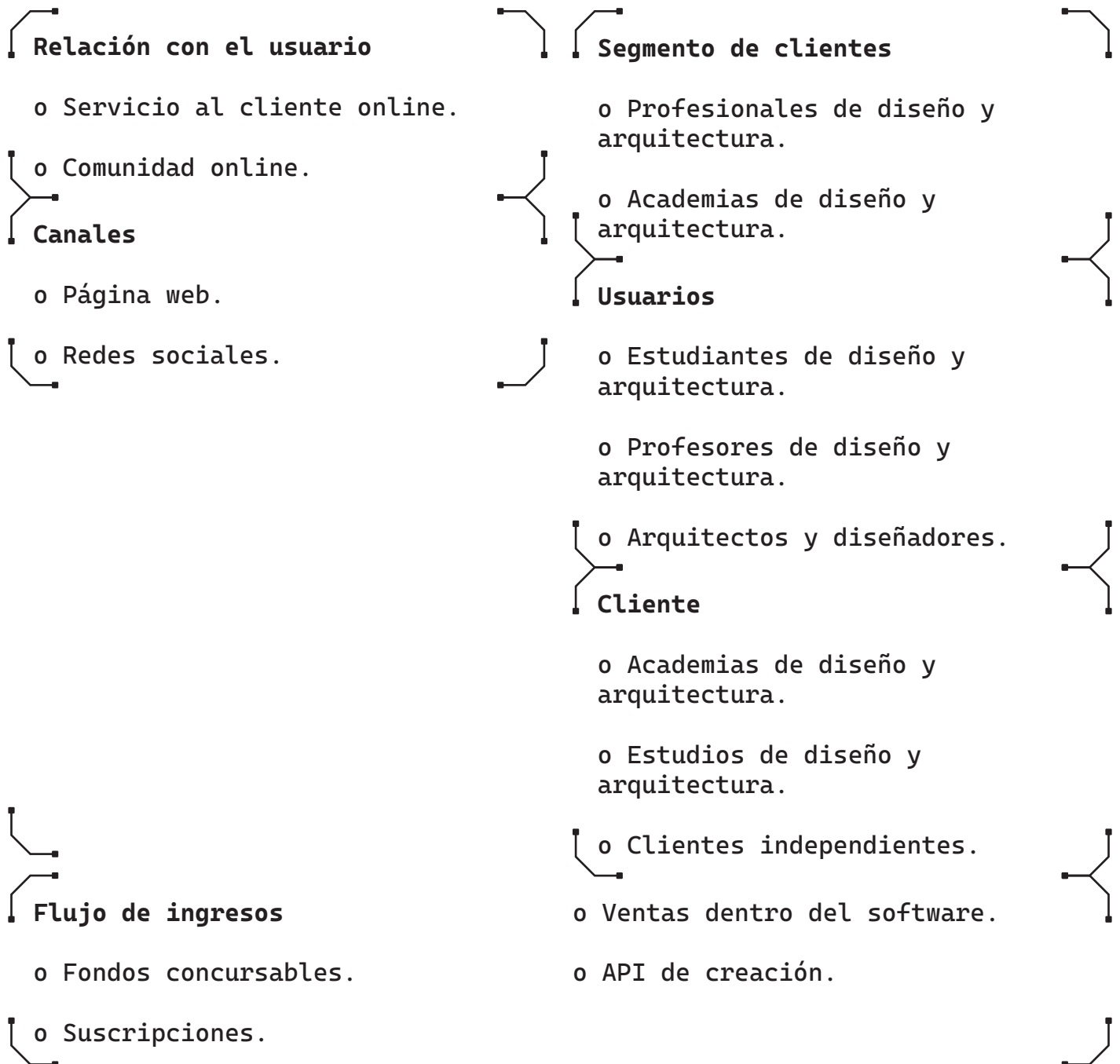
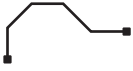


Tabla 12. Business Model Canvas.
Fuente: Fabricación propia.





PESTEL

Esta herramienta permite conocer los factores externos que influyen sobre una empresa y pueden afectar su desarrollo y evolución.

Pólitico

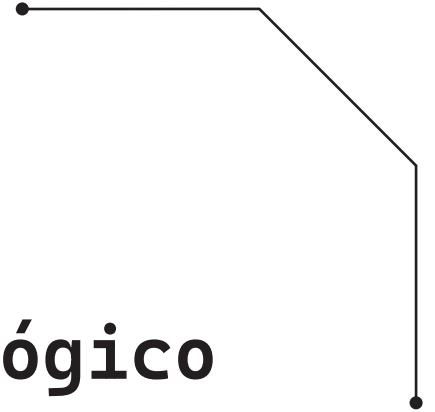
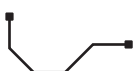
La Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación busca crear y fortalecer las capacidades de desarrollo y transferencia tecnológica. Apoya el proceso de desarrollo tecnológico como también de condiciones que lo permitan (Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación).

Económico

El uso de este software significa una inversión económica por lo que es importante considerar que este factor puede ocasionar una barrera al no ser accesible para todas las personas.

Social

El uso y aceptación de herramientas de IA a aumentado en los últimos años por lo que está tendencia será clave para determinar el éxito y la demanda de este software.



Tecnológico

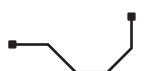
El avance de las tecnologías inmersivas permitirá una mayor comodidad en su uso y su funcionalidad, lo que en conjunto con el lanzamiento de estos dispositivos en marcas de alto prestigio tecnológico aumentará su aceptación y uso en todo ámbito.

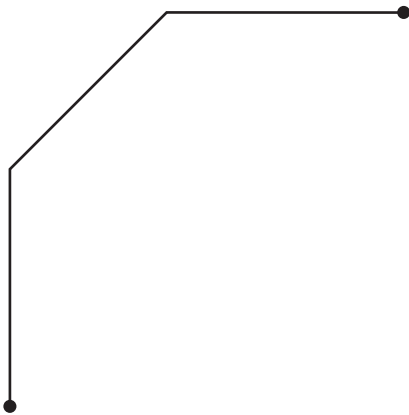
Ecológico

El uso de este software puede promover el ahorro de materiales al incorporar un método de visualización a escala realista.

Legal

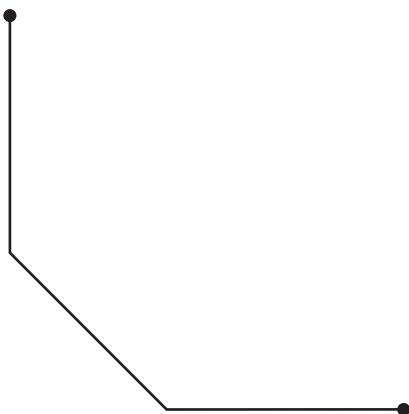
Aquí toman relevancia los derechos de autor y de propiedad intelectual, ya que es necesario cumplir con estas normativas para proteger los activos del proyecto como también respetar los de terceros. Además, es importante mantener una estricta seguridad de datos para resguardar la interacción de los usuarios de este software.





TAM SAM SOM

Para ejecutar la evaluación financiera primero determinaremos el mercado que podría adquirir este producto. Para esto nos pondremos en el caso de que en los primeros años logremos establecer alianzas estratégicas con facultades pertenecientes al área de conocimiento del arte y la arquitectura, que podrían invertir en esta tecnología para utilizarla con sus estudiantes. Por lo tanto, se utilizará la plataforma de Índices Educación Superior Pregrado Institucional del Consejo Nacional de Educación para obtener datos sobre las matrículas totales y estimar la posible cantidad de usuarios.



Mercado Total (TAM)

Corresponde al total de matrículas en el año 2023 en instituciones de educación superior para el área de conocimiento de arte y arquitectura. Esta cifra llega a un total de:

62.295 matriculados

Mercado Disponible (SAM)

Aquí se acotará el mercado a la región metropolitana ya que es la región donde se desarrolla este proyecto y podría ser el primer enfoque de expansión. Esta cifra es de:

39.112 matriculados

Mercado Objetivo (SOM)

Como punto de partida el mercado objetivo se enfocará solo en universidades, donde la cifra es de:

23.712 matriculados

Evaluación financiera

Para realizar la evaluación financiera del proyecto primero se estructuró el equipo necesario para realizar un primer lanzamiento de un producto viable y se detallan sus salarios mensuales según la plataforma Talent.com (Talent.com, s.f.).

Equipo de trabajo

Desarrolladores de software	
Ingeniero software	\$1.350.000/mes
Desarrollador IA	\$900.000/mes
Diseñador 3D	\$400.500/mes
Diseñador UI/UX	\$950.000/mes
Especialista IA Científico de datos	\$1.361.469/mes
Equipo de gestión y negocios	
Gerente marketing digital	\$685.000/mes
Jefe de proyectos	\$1.500.000/mes
Apoyo técnico y operaciones	
Administrador de sistemas	\$1.100.000/mes
Soporte técnico	\$500.000/mes

Tabla 13. Salarios equipo de trabajo. Fuente: Fabricación propia.

Para la puesta en marcha también es necesario realizar una inversión que permita contar con bienes para el desarrollo del proyecto como la protección de la PI. El registro de esta marca cae bajo la categoría 9 que considera las aplicaciones de software para teléfonos inteligentes y computadores, según el clasificador de productos y servicios para el registro de marcas en Chile (INAPI, s.f.).

Inversión

Hardware	
Notebook Alta Gama (x6)	\$15.000.000
Software	
Patente de invención	\$937.060
Registro marca	\$195.545

Tabla 14. Inversión inicial. Fuente: Fabricación propia.

En cuanto a los costos de este proyecto es necesario contar con servicios para el desarrollo de software que cuyos costos varían según el uso que se les dé. Es relevante mencionar que los costos de desarrollo derivan principalmente en la capacidad de los desarrolladores por lo que se invierte en ellos para realizar el software. Por ejemplo, el marketing digital es muy importante hoy en día para softwares emergentes, por lo que, si bien subir el contenido y la mantención de los perfiles es gratuita la calidad del contenido dependerá del creador encargado.

Costos

Software	
Unity Pro	\$160.242/mes
Google Cloud	\$260.157/mes
Tiendas	
Apple Store	93.000/año
Google Play Store	\$23.485/pago único
Meta Quest Store	30% de la ganancia
Página web	\$21.606/mes
Ganancias	
Suscripción mensual	\$7.000/mes
Suscripción versión mejorada AIDA-02	\$3.000/mes

Tabla 15. Ganancias AIDA 3D.
Fuente: Fabricación propia.

Mercado Objetivo	Venta esperada	Periodo
23712	1186	1 - 5%
	1897	2 - 8%
	2371	3 - 10%

Tabla 16. Flujo de caja.
Fuente: Fabricación propia.

Flujo de caja Ingresos	Periodo 0	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
Ventas		\$93.662.400	\$149.859.840	\$187.324.800
Costo de desarrollo		-\$110.008.416	-\$110.008.416	-\$110.008.416
Margen bruto		-\$16.346.016	\$39.851.424	\$77.316.384
Margen bruto (%)		-17,5%	26,6%	41,3%
Total de ingresos		-\$16.346.016	\$39.851.424	\$77.316.384
Costos				
Total de egresos		-\$112.873.933	-\$114.344.304	-\$115.340.208
Inversión	-\$16.132.605			
Depreciación		-\$2.500.000	-\$2.500.000	-\$2.500.000
Utilidad neta	-\$16.132.605	-\$19.211.533	\$35.515.536	\$71.984.592

Tasa de descuento	30%
VAN	\$22.869.351
TIR	68,56%

Por lo tanto, para realizar la evaluación se espera poder convertir en el primer año al 5% del mercado objetivo, el segundo año al 8% y el tercer año el 10%. Además, se consideró que el 30% se suscriban a la versión mejorada del asistente.

El valor positivo en la VAN indica que los flujos netos lograrán superar la inversión inicial y la TIR alta indica un rendimiento atractivo del proyecto. Estos indicadores expresan el potencial de generar ganancias y de retorno significativo, siendo financieramente viable.

Roadmap y escalabilidad

1. Prototipado

- a. Investigación base
- b. Definición de la problemática
- c. Definición del concepto
- d. Investigación avanzada
- e. Prototipado
- f. Validación

2. MVP

- a. Definición del sistema
- b. Definición del software
- c. Exploración tecnológica
- d. Prototipado y validación
- e. Modelo de negocios
- f. Definición del producto

3. Primer lanzamiento

- a. Búsqueda de early adopters y fuentes de financiamiento.
- b. Inversión en hardware y software
- c. Desarrollo de software
- d. Desarrollo de IA
- e. Constitución de la empresa
- f. Estrategia de muestreo

4. Primera versión

- a. Iteración de software
- b. Ampliación multiplataforma
- c. Brochure para clientes
- d. Alianzas estratégicas
- e. Ampliación librería de assets 3D

5. Segunda versión

- a. Ampliar las fuentes de ingreso
- b. Iteración de software para academias
- c. Equipo de soporte especializado en academias
- d. Iteración IA

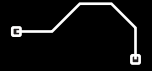
6. Tercera versión

- a. Iteración software
- b. Desarrollo plugins especializados para áreas del diseño y arquitectura
- c. Ampliar alianzas estratégicas
- d. Iteración IA

Para la escalabilidad del proyecto se espera que se pueda iterar el software mediante actualizaciones que incorporen nuevas herramientas y funciones, también se espera poder generar nuevas versiones de la IA para que se pueda acceder mediante una suscripción premium extra y generar ingresos extra. Además, se espera poder expandir el contenido de la librería de assets disponibles mediante las alianzas estratégicas con fabricantes y de esta forma incluir sus productos de forma virtual en los proyectos. Por último, a medida que mejoran las herramientas disponibles en la plataforma se espera poder desarrollar módulos específicos para áreas del diseño y arquitectura, expandiendo el producto a diferentes mercados y expandiendo sus aplicaciones, por ejemplo, crear un módulo especializado en el diseño automotriz, iluminación, moda, entre otros.

Finalmente es muy importante mencionar que esta plataforma debe adaptarse a los **avances tecnológicos** para mantener su propuesta de valor. Esto quiere decir que en cuanto a la IA es importante continuar iterando y mejorando sus capacidades ya que se espera surjan diversas IAs con capacidades similares, por lo que se debe desarrollar en función de las **nuevas necesidades** que surgen solo luego de tener a fácil disposición una gran cantidad de herramientas de IA. Paralelamente, el avance de las tecnologías de Realidad Virtual y Aumentada también creará nuevas necesidades, en base al foco actual de las principales empresas de hardware de Realidades Extendidas se espera que la Realidad Mixta tome una fuerte relevancia, por lo que el software se debe **expandir** y **actualizar** para funcionar en esta nueva plataforma.

CONCLUSIÓN



Sin duda uno de los aspectos más importantes dentro del diseño y otras áreas creativas similares son los métodos de representación disponibles, ya que mediante estos se transmiten las ideas tanto a los usuarios como entre colegas, por lo que resulta muy importante que aquel que busca transmitir una idea lo logre hacer de la manera más fidedigna a lo que tiene en mente y por lo tanto ser comprendido correctamente por terceros.

Con el avance de la tecnología estos métodos de representación han ido evolucionando y también digitalizándose, lo que ha traído consigo ventajas y desventajas. Es innegable el atractivo que tiene el poder representar ideas análogamente en base al talento del artista, pero el uso de herramientas digitales tiene beneficios como una mayor precisión para el desarrollo de representaciones más técnicas, muchas veces también una mayor rapidez y facilidad para llegar a resultados de mayor calidad, el casi nulo desperdicio de materiales, entre otros. Por otro lado, también hay desventajas en los métodos digitales como lo es el hardware requerido, que muchas veces suele ser una barrera.

Debido a esto hay una polarización de creativos que aceptan y otros que rechazan los medios digitales, esto lo podemos ver claramente en la Realidad Virtual, ya que nos ofrece un medio único de visualización de entornos digitales pero que tiene dificultades considerables en cuanto a su desarrollo. Esto fue evidenciado en la investigación realizada, donde se estableció que existe interés por parte de las academias de diseño en utilizar esta tecnología, pero aún existe una gran brecha de conocimientos respecto a su uso.

Luego de realizar procesos de investigación y diseño para validar esta problemática, se exploró literatura para comprenderla y diseñar una posible solución, donde el principal hallazgo fue la oportunidad del uso de Inteligencia Artificial como herramienta para disminuir los esfuerzos que requiere el desarrollo de proyectos en 3D para Realidad Virtual.

Es aquí donde nace AIDA 3D, una plataforma de modelado 3D asistida de Inteligencia Artificial para Realidad Virtual. La cual busca disminuir los esfuerzos y la complejidad que puede llegar a tener el desarrollo de un proyecto 3D y su visualización en un entorno de RV. De esta forma se fomenta el uso de estas tecnologías como método de representación al ser más accesible para usuarios con cualquier nivel de conocimientos. De esta forma se aprovecha la oportunidad que ofrecen las nuevas tecnologías para beneficiar aspectos del diseño.

En cuanto a la proyección y desarrollo de este proyecto es importante mencionar que los avances en Inteligencia Artificial son primordiales para que el rendimiento de esta plataforma sea el esperado y pueda mejorar el flujo de trabajo de los usuarios, por lo que el desarrollo de una IA propia debe ser uno de los principales enfoques de desarrollo.

Finalmente, para el éxito de esta plataforma, no se puede negar el rechazo existente a las tecnologías de frontera como lo son la Realidad Virtual e Inteligencia Artificial. Por lo que se debe mantener una constante investigación sobre sus avances y usos que se les dé, adaptando el software a las tendencias de vanguardia donde este software pueda ser apreciado, como también la expansión a plataformas tradicionales de diseño.



GLOSARIO

- o **ANN (Artificial Neural Networks, en español Redes Neuronales Artificiales):** Sistema de procesamiento de datos que es capaz de aprender de estos. Está inspirado en el funcionamiento del cerebro humano.
- o **Array:** Estructura de datos de C# que almacena una colección de elementos del mismo tipo, accesibles mediante un índice numérico.
- o **Asset:** Cualquier recurso como texturas, modelos, sonidos, entre otros que se importan al proyecto de Unity.
- o **Bocetos:** “Una idea preliminar, sin detalles y usualmente ejecutada rápidamente para representar ideas clave del diseño” (Pei et al., 2011, pág. 5).
- o **Bordes:** Son las líneas unidimensionales que conectan los vértices de un polígono, formando su contorno.
- o **Colliders:** Componente de Unity que se le aplica a los GameObjects para definir su forma y volumen para la detección de colisiones y triggers.
- o **C#:** Lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Microsoft y utilizado en Unity para escribir códigos.
- o **Deep Learning (DL):** Subcampo del ML que también se basa en la estructura de las ANN para realizar un aprendizaje automatizado, pero aquí depende de la profundidad que tiene una red, donde se necesitaran al menos 2.
- o **Dibujos:** “Un arreglo formal de líneas que determinan la forma particular y están altamente estructurados para formalizar y verificar aspectos del diseño” (Pei et al., 2011, pág. 5).
- o **Embodiment:** “El conjunto de sensaciones que surgen en conjunción con estar dentro, tener y controlar un cuerpo, especialmente en relación con las aplicaciones de realidad virtual” (Kilteni et al. 2012).
- o **Entorno o ambiente virtual:** La representación de un espacio en tres dimensiones generado computacionalmente para ser visualizado mediante una pantalla.
- o **Escena:** Entorno de trabajo dentro de un proyecto de Unity que contiene todos los elementos, como los modelos 3D, cámaras, luces, UI, etc. En un proyecto puede haber múltiples escenas e incluso interconectadas.
- o **Fidelidad de Reproducción:** Espectro de la calidad en la que el dispositivo utilizado puede reproducir los contenidos. Va desde gráficos básicos hasta gráficos completamente realistas.
- o **For Loop:** Estructura de control de C# utilizada para repetir un bloque de código un número determinado de veces.
- o **GameObject:** Unidad fundamental de los elementos en Unity, representa personajes, luces, objetos, cámaras, entre otros.
- o **Grado de Conocimiento del Mundo:** Espectro del nivel de conocimiento que se tiene sobre los objetos dispuestos en el ambiente. Va desde un mundo no modelado hasta un mundo completamente modelado.
- o **Head-Mounted Display (HMD, Pantalla montada en la cabeza):** Dispositivos que nos permiten visualizar los entornos virtuales.
- o **Hidden Layer (capa escondida):** Capa de las ANN que procesa a información. Puede ser más de una dependiendo del objetivo.
- o **Huesos:** Representaciones digitales de huesos reales mediante los cuales se puede animar un modelo 3D.
- o **If:** Estructura de control de C# que permite tomar decisiones basadas en condiciones, ejecutando un bloque de código si la condición es verdadera.

- o **Inmersión:** Hace referencia a la cantidad de sentidos estimulados, las interacciones y la similitud de la simulación en Realidad Virtual con la realidad.
- o **Inmersión:** Sensación del usuario de pertenecer a un entorno virtual, siendo incapaz de distinguirlo del mundo real.
- o **Input Layer (capa de entrada):** Capa de las ANN que recibe la información.
- o **Inteligencia Artificial (IA):** “Es la ciencia y la ingeniería de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas informáticos inteligentes” (McCarthy, 2007).
- o **Interacción:** Corresponde a las acciones que puede realizar el usuario dentro de la simulación y que afectan el entorno que lo rodea.
- o **Instancia:** Copia única de un GameObject que se ha creado en durante el tiempo de ejecución. Son independientes del objeto original y pueden tener propiedades y estados personalizados.
- o **Instantiate:** Método de Unity para crear copias (Instancias) de GameObjects durante el tiempo de ejecución.
- o **Machine Learning (ML):** Área de desarrollo de la IA mediante la cual se le enseña a las máquinas a aprender.
- o **Mapas de vértices:** Guardan información en determinados vértices.
- o **Metáfora del Grado de Presencia:** Espectro del grado de sensación de presencia que presenta el observador dentro del ambiente. Va desde un punto de vista monoscópico hasta imágenes en tiempo real.
- o **Metaverso:** “Un universo posterior a la realidad, un entorno multiusuario perpetuo y persistente que fusiona la realidad física con virtualidad digital” (Hwang & Chien, 2022).
- o **Modelado 3D:** El proceso de crear un modelo 3D.
- o **Modelo 3D:** Un objeto digital en tres dimensiones, basado en operaciones matemáticas que permiten determinar y visualizar su forma mediante una malla 3D.
- o **Modelos:** Método de representación que se caracteriza por sus propiedades tridimensionales y tangibles, permitiendo demostrar las funcionalidades, el rendimiento y aspectos estéticos del diseño antes de pasar a la manufactura para disminuir errores (Pei et al., 2011).
- o **NURBS:** Estas son mallas suaves hechas mediante Splines, las que se describen como curvas dentro de un espacio 3D definidas por al menos dos puntos de control, comúnmente usando curvas de Bézier.
- o **Output Layer (capa de salida):** Capa de las ANN donde se presentan los resultados obtenidos, por lo que no realiza cálculos.
- o **Peso (Mapa):** Guardan un valor único, que se utiliza para determinar el efecto que tendrá alguna característica sobre ese vértice.
- o **Polígonos:** También referidos como “polys” o caras, son las formas geométricas que permiten renderizar un modelo 3D.
- o **Prefab:** Un GameObject predefinido que se pueden utilizar en varias escenas, facilitando la creación de instancias de elementos comunes.
- o **Presencia:** Estado psicológico en el que entra el usuario donde expresa presencia física en el ambiente virtual, percibiendo la simulación como real.
- o **Prototipo:** “Una manifestación de una idea en un formato que comunique la idea a otros o que es testeado con usuarios, con la intención de mejorar la idea en el tiempo” (McElroy, 2016, pág. 1).

o Prototipos de alta fidelidad: Prototipo que se realiza en el medio final y contiene el diseño visual pensado con contenido real. Se invierte más para obtener la calidad necesaria, y se testean aspectos pequeños.

o Prototipos de baja fidelidad: Prototipo que no representa completamente la idea final, sino que tiene como objetivo testear grandes aspectos en poco tiempo y con pocos materiales.

o Prototipos de media fidelidad: Prototipo que debe tener algún aspecto que incorpore el producto final, pero debe estar balanceado el costo del proceso con el valor que ofrece. Testea aspectos como la interacción, funcionalidad o el medio final con este tipo de prototipo.

o Realidad Aumentada (AR): Capa virtual que cubre el mundo real incorporando nuevos objetos o elementos virtuales para crear una nueva experiencia.

o Realidad Mixta (RM): La realidad mixta combina RV y AR, de esta forma permite interacciones naturales e intuitivas tanto con objetos virtuales como objetos digitales.

o Realidad Virtual (RV): “Gráficos interactivos en tiempo real con modelos 3D, combinados con una tecnología de visualización que brinda al usuario la inmersión en el mundo modelado y la manipulación directa” (Bishop & Fuchs, 1992).

o Realidades Extendidas (XR): Término paraguas que abarca los tres tipos de realidades.

o Rigging (Articulado): Se refiere al proceso de crear e implementar un esqueleto virtual en un modelo 3D, con la finalidad de poder animarlo.

o Rigidbody: Componente de Unity que se le aplica a los GameObjects para simular la física de los objetos, permitiendo la interacción con la gravedad y las colisiones.

o Sentido de agencia: La percepción de tener control, creando la ilusión de voluntad sobre las acciones, intenciones y selección motora.

o Sentido de auto ubicación: La sensación de ubicación que siente el usuario con un determinado volumen en el espacio.

o Sentido de propiedad del cuerpo: Se refiere a la auto atribución de un cuerpo, mediante el cual se experimentan sensaciones.

o String: Tipo de dato en programación que se utiliza para representar una secuencia de caracteres, como texto. Pueden contener letras, números, símbolos y espacios.

o Textura UV (Mapa UV): Se refiere a la representación 2D de la malla de un objeto 3D, que se utiliza para determinar la posición de las texturas que se renderizaran.

o Tiempo de ejecución: Periodo durante el juego o aplicación está en funcionamiento y en pleno desarrollo. Comienza cuando se inicia la aplicación y dura mientras el usuario interactúe con ella, además todos los GameObjects responder a las acciones del usuario y eventos.

o Transform: Componente de Unity aplicado a cada GameObject que define la posición, rotación y escala en el espacio 3D.

o Vértices: Este es el componente más simple de un modelo 3D, al igual que en la geometría se ubican en la unión de las aristas presentes en la malla.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. “Revised taxonomy of Visual Design Representations”. Fuente: Pei, E., Campbell, I. G., & Evans, M. I. (2011). A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. Design Journal, 14(1), 64-9. --- 9

Ilustración 2. “An information sketch”. Fuente: Pei, E., Campbell, I. G., & Evans, M. I. (2011). A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. Design Journal, 14(1), 64-9. --- 10

Ilustración 3. “A multi-view drawing”. Fuente: Pei, E., Campbell, I. G., & Evans, M. I. (2011). A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. Design Journal, 14(1), 64-9. --- 11

Ilustración 4. “A design development model”. Fuente: Pei, E., Campbell, I. G., & Evans, M. I. (2011). A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. Design Journal, 14(1), 64-9. --- 12

Ilustración 5. “A system prototype”. Fuente: Pei, E., Campbell, I. G., & Evans, M. I. (2011). A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. Design Journal, 14(1), 64-9. --- 13

Ilustración 6. “Eyes Vertex Map”. Fuente: Fabricación propia. --- 20

Ilustración 7. “NURBS Torus”. Fuente: Fabricación propia. --- 21

Ilustración 8. Adaptado de: “Virtuality Continuum”. Fuente: Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1321-1329. --- 26

Ilustración 9. Adaptado de: “Extent of World Knowledge”. Fuente: Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1321-1329. --- 27

Ilustración 10. Adaptado de: “Reproduction Fidelity”. Fuente: Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1321-1329. --- 28

Ilustración 11. Adaptado de: “Extent of Presence Metaphor”. Fuente:

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.--- 28

Ilustración 12. “Unity Editor UI”. Fuente: Fabricación propia.--- 34

Ilustración 13. “Unreal Engine UI”. Fuente: UE | La herramienta de creación 3D en tiempo real más potente. (s.f.). Unreal Engine. --- 36

Ilustración 14. “Meta Quest 2”. Fuente: Meta Quest 2: Our Most Advanced New All-in-One VR Headset | Oculus. Recuperado Junio 17, 2023.--- 40

Ilustración 15. “Meta Quest Pro”. Fuente: Meta. (s.f.). Meta Quest Tech Specs | Meta Store. Recuperado Junio 17, 2023.--- 42

Ilustración 16. “PlayStation VR2”. Fuente: Especificaciones técnicas de PS VR2 | Pantalla, configuración y compatibilidad de PlayStation VR2. (s.f.). PlayStation. Recuperado Junio 18, 2023.--- 44

Ilustración 17. “Apple Vision Pro”. Fuente: Apple. (s.f.). Apple Vision Pro. Recuperado Junio 18, 2023.--- 46

Ilustración 18. “Design Reviews”. Fuente: Gravity Sketch. (2022, Diciembre 22). Gravity Sketch | 3D design and modelling software. Recuperado Agosto 14, 2023--- 55

Ilustración 19. “Into the world of “Agora“”. Fuente: Spatial. (s.f.). Spatial - Your World Awaits. Recuperado Agosto 14, 2023.--- 56

Ilustración 20. “Spline”. Fuente: Spline. (s.f.). Spline - 3D Design tool in the browser with real-time collaboration. Recuperado Agosto 14, 2023.- -- 57

Ilustración 21. “OpenXR cross-platform API”. Fuente: OpenXR - High-performance access to AR and VR -collectively known as XR- platforms and devices. (2016, Diciembre 6). The Khronos Group. Recuperado Junio 26, 2023.--- 58

Ilustración 22. “ANN”. Fuente: Fabricación propia.--- 61

Ilustración 23. “Midjourney Community Showcase - Top”. Fuente: Midjourney. (s.f.). Community Showcase. Recuperado Junio 27, 2023.--- 63

Ilustración 24. “Adobe Relleno Generativo”. Fuente: Adobe. (s.f.). Relleno generativo: Adobe Photoshop. Recuperado Junio 27, 2023.--- 63

Ilustración 25. “Wonder Studio”. Fuente: Wonder Dynamics. (2023, Junio). Wonder Studio. Recuperado Junio 27, 2023.--- 63

- Ilustración 26. “Doble Diamante”. Fuente: Fabricación propia.--- 66
- Ilustración 27. “Estudiante”. Fuente: Fabricación propia.--- 76
- Ilustración 28. “Profesora”. Fuente: Fabricación propia.--- 77
- Ilustración 29. “Virtual Classroom Solution”. Fuente: ENGAGE, Enterprise Metaverse Applications. (2023, Junio 23). Virtual Classroom Solution | Metaverse Classroom Platform. Recuperado Junio 29, 2023, de <https://engagevr.io/virtual-classroom-2/>--- 80
- Ilustración 30. “Cadaver Lab”. Fuente: VictoryXR. (s.f.). Cadaver Lab. Recuperado Junio 29, 2023, de <https://victoryvr.myshopify.com/products/victoryxr-academy-human-cadaver-lab>--- 80
- Ilustración 31. “Car Design Review”. Fuente: NVIDIA Holodeck: A VR Collaboration and Innovation Platform. (s.f.). NVIDIA. Recuperado Junio 29, 2023, de <https://www.nvidia.com/en-us/design-visualization/technologies/holodeck/>--- 81
- Ilustración 32. “Planificación BIM”. Fuente: Ventajas de BIM | ¿Por qué usar BIM? | AutoDesk. (s. f.). <https://www.autodesk.es/solutions/bim/benefits-of-bim>--- 81
- Ilustración 33. “Croquis Modulo Inicial”. Fuente: Elaboración propia.--- 84
- Ilustración 34. “Croquis Herramienta Maquetado”. Fuente: Elaboración propia.---85
- Ilustración 35. “Croquis Herramienta de Insights”. Fuente: Elaboración propia.---85
- Ilustración 36. “Landing Page”. Fuente: Fabricación propia.--- 92
- Ilustración 37. “Espacio de creación”. Fuente: Fabricación propia.--- 93
- Ilustración 38. “Logo AIDA 3D”. Fuente: Fabricación propia.--- 101
- Ilustración 39. “Logo AIDA-01”. Fuente: Fabricación propia.--- 101
- Ilustración 40. “Logo AIDA 3D VR”. Fuente: Fabricación propia.--- 101
- Ilustración 41. “Logo AIDA 3D Mobile”. Fuente: Fabricación propia.--- 101
- Ilustración 42. “Íconos Aplicaciones”. Fuente: Fabricación propia.--- 101
- Ilustración 43. “Wireframe Landing Page”. Fuente: Fabricación propia.--- 102

- Ilustración 44. “Wireframe Interfaz de creación”. Fuente: Fabricación propia.---102
- Ilustración 45. “Wireframe Menú”. Fuente: Fabricación propia.--- 102
- Ilustración 46. “Sketch Landing Page”. Fuente: Fabricación propia.--- 103
- Ilustración 47. “Sketch Interfaz de creación”.--- 103
Fuente: Fabricación propia.--- 103
- Ilustración 48. “Sketch Menú”. Fuente: Fabricación propia.---103
- Ilustración 49. “Diseño Landing Page”. Fuente: Fabricación propia.--- 104
- Ilustración 50. “Diseño Interfaz de creación”. Fuente: Fabricación propia.---104
- Ilustración 51. “Trabajo colaborativo”. Fuente: Fabricación propia.--- 104
- Ilustración 52. “Storyboard de la creación de una habitación”. Fuente: Fabricación propia.--- 108
- Ilustración 53. “Journey map”. Fuente: Fabricación propia.---108
- Ilustración 54. “Pauta de interacción”. Fuente: Fabricación propia mediante plataforma PiX.--- 109
- Ilustración 55. “Video Testeo YouTube”. Fuente: Fabricación propia.--- 112
- Ilustración 56. “Escala Likert 1º Testeo”. Fuente: Fabricación propia.--- 113
- Ilustración 57. “Landing Page Prototipo 2”. Fuente: Fabricación propia.--- 114
- Ilustración 58. “Interfaz de creación Prototipo 2”. Fuente: Fabricación propia.---114
- Ilustración 59. “Escala Likert 2º Testeo”. Fuente: Fabricación propia.--- 114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas Meta Quest 2. Fuente: Meta. (s.f.). Meta Quest 2: Our Most Advanced New All-in-One VR Headset Oculus. Recuperado Junio 17, 2023.---	41
Tabla 2. Especificaciones técnicas Meta Quest Pro. Fuente: Meta. (s.f.). Meta Quest Tech Specs Meta Store. Recuperado Junio 17, 2023.---	43
Tabla 3. Especificaciones técnicas PlayStation VR2. Fuente: Especificaciones técnicas de PS VR2 Pantalla, configuración y compatibilidad de PlayStation VR2. (s.f.). PlayStation. Recuperado Junio 18, 2023.---	45
Tabla 4. Especificaciones técnicas Apple Vision Pro. Fuente: Apple. (s.f.). Apple Vision Pro. Recuperado Junio 18, 2023.---	47
Tabla 5. User Persona Estudiante. Fuente: Fabricación propia.---	76
Tabla 6. User Persona Profesora. Fuente: Fabricación propia.---	77
Tabla 7. Design Criteria Canvas. Fuente: Fabricación propia.---	83
Tabla 8. Herramientas para crear. Fuente: Fabricación propia.---	94
Tabla 9. Herramientas para editar. Fuente: Fabricación propia.---	95
Tabla 10. Herramientas para visualizar información. Fuente: Fabricación propia.---	96
Tabla 11. Herramientas para post modelado. Fuente: Fabricación propia.---	97
Tabla 12. Business Model Canvas. Fuente: Fabricación propia.---	115
Tabla 13. Salarios equipo de trabajo. Fuente: Fabricación propia.---	118
Tabla 14. Inversión inicial. Fuente: Fabricación propia.---	118
Tabla 15. Ganancias AIDA 3D. Fuente: Fabricación propia.---	119
Tabla 16. Flujo de caja. Fuente: Fabricación propia.---	120

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. “Encuesta Online – Pregunta nº1”. Fuente: Fabricación propia.---
68

Gráfico 2 “Encuesta Online – Pregunta nº2”. Fuente: Fabricación propia.---
68

Gráfico 3. “Encuesta Online – Pregunta nº3”. Fuente: Elaboración propia.---
68

Gráfico 4. “Encuesta Online – Pregunta nº4”. Fuente: Fabricación propia.---
69

Gráfico 5. “Encuesta Online – Pregunta nº5”. Fuente: Fabricación propia.---
69

Gráfico 6 “Encuesta Online – Pregunta nº6”. Fuente: Fabricación propia.---
69

Gráfico 7. “Encuesta Online – Pregunta nº7, No sabe Fuente: Fabricación
propia.---69

Gráfico 8. “Encuesta Online – Pregunta nº8, No sabe crear RV”. Fuente:
Fabricación propia.--- 70

Gráfico 9. “Encuesta Online – Pregunta nº9, No sabe crear RV”. Fuente:
Fabricación propia.--- 70

Gráfico 10. “Encuesta Online – Pregunta nº7, Sí sabe crear RV”. Fuente:
Fabricación propia.--- 70

Gráfico 11. “Encuesta Online – Pregunta nº8, Sí sabe crear RV”. Fuente:
Fabricación propia.--- 70

Gráfico 12. “Encuesta Online – Pregunta nº9, Sí sabe crear RV”. Fuente:
Fabricación propia.--- 71

Gráfico 13. “Mapa Mental Problemáticas RV”. Fuente: Fabricación propia.---
78

Gráfico 14. “Arquitectura de la información”. Fuente: Fabricación
propia.---110

Gráfico 15. “User flow”. Fuente: Fabricación propia.--- 111

BIBLIOGRAFÍA

Adobe. (s.f.). Relleno generativo: Adobe Photoshop. Recuperado el 27 de Junio de 2023, de Adobe: <https://www.adobe.com/cl/products/photoshop/generative-fill.html>

Ali, O. (28 de Abril de 2022). How Virtual and Augmented Reality is Changing Training in the Mining Industry. Recuperado el 18 de Junio de 2023, de AZoMining.com: <https://www.azomining.com/Article.aspx?ArticleID=1673>

Apple. (s.f.). Apple Vision Pro. Recuperado el 18 de Junio de 2023, de Apple: <https://www.apple.com/apple-vision-pro/>

Autodesk. (s.f.). Ventajas de BIM | ¿Por qué usar BIM? | AutoDesk. Recuperado el 29 de Octubre de 2023, de Autodesk: <https://www.autodesk.es/solutions/bim/benefits-of-bim>

Bishop, G., & Fuchs, H. (1 de Agosto de 1992). Research directions in virtual environments. *Computer Graphics*, 26(3), 153-177. Obtenido de <https://doi.org/10.1145/142413.142416>

Boden, M. (2018). Artificial Intelligence: A Very Short Introduction. doi:10.1093/actrade/9780199602919.001.0001

Centro de Desarrollo Docente UC. (2 de Junio de 2023). Realidad Inmersiva - Centro de Desarrollo Docente UC. Recuperado el 1 de Julio de 2023, de Centro de Desarrollo Docente UC: <https://desarrollodocente.uc.cl/servicios/virtualab/realidadinmersiva/>

Chile Creativo. (2021). II° Mapeo de Industria de Realidad Extendida (XR). Recuperado el 5 de Junio de 2023, de https://chilecreativo.cl/wp-content/uploads/2021/12/ChileCreativo-MapeoXR_3012.pdf

Cipresso, P., Giglioli, I., Alcañiz, M., & Riva, G. (6 de Noviembre de 2018). The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. *Frontiers in Psychology*, 9. doi:10.3389/fpsyg.2018.02086

Consejo Nacional de Educación. (2023). Índices Educación Superior Pregrado Institucional.

Cowen, J. (s.f.). Sound Design for Virtual Reality. Recuperado el 28 de Mayo de 2023, de Pluralsight: <https://www.pluralsight.com/courses/virtual-reality-sound-design>

CUPRA. (21 de Abril de 2023). CUPRA presents the Exponential Experience, a unique racing concept that merges the virtual and physical worlds. Recuperado el 18 de Junio de 2023, de SEAT Mediacyber: <https://www.seat-mediacyber.com/smc/cupra-brand/cupra-news/2023/CUPRA-presents-the-Exponential-Experience-a-unique-racing-concept-that-merges-the-virtual-and-physical-worlds>

Design Council; Technology Strategy Board. (s.f.). Design Methods for

e15s317e

Hancock, T., & Bezold, C. (7 de Febrero de 1994). Possible futures, preferable futures. PubMed, 37(2), 23–29. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10132155>
Hwang, G.-J., & Chien, S.-Y. (1 de Enero de 2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. Computers & Education: Artificial Intelligence, 3. doi:10.1016/j.caeai.2022.100082
INAPI. (s.f.). Clasificador de Productos y Servicios. Recuperado el 20 de Octubre de 2023, de <https://ion.inapi.cl/Trademark/NizaClassifier.aspx#>

Jones, B., Goregaokar, M., & Cabanier, R. (21 de Junio de 2023). WebXR Device API. Recuperado el 25 de Junio de 2023, de W3: <https://www.w3.org/TR/2023/CRD-webxr-20230621/>

Khronos Group. (6 de Diciembre de 2016). OpenXR – High-performance access to AR and VR –collectively known as XR– platforms and devices. Recuperado el 26 de Junio de 2023, de The Khronos Group: https://www.khronos.org/api/index_2017/openxr

Kilteni, K., Groten, R., & Slater, M. (1 de Noviembre de 2012). The Sense of Embodiment in Virtual Reality. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 21(4), 373–387. doi:10.1162/pres_a_00124

Koranne, H. (13 de Abril de 2021). History of Unity3D. www.linkedin.com. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/history-unity3d-harsh-koranne/>

Mancinelli, S. (s.f.). Course | ZIC103 | Zigna UDD. Recuperado el 23 de Junio de 2023, de Zigna UDD: <https://lms.zigna.udd.cl/courses/course-v1:ZignaUDD+ZIC103+V1/courseware/ac3764eb116b4dc7a09ffb6b05f8a076/3113b7152afa4a2392e89292a0036a94/?child=first>

Mattoo, S. (13 de Diciembre de 2022). How Virtual Reality Is Revolutionizing the Video Gaming Industry. Recuperado el 18 de Junio de 2023, de G2: <https://www.g2.com/articles/virtual-reality-gaming>

McCarthy, J. (12 de Noviembre de 2007). WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE? Recuperado el 20 de Junio de 2023, de <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/whatisai.html>

McElroy, K. (2016). Prototyping for Designers. O'Reilly Media, Inc.

Meta. (s.f.). Meta Quest 2: Our Most Advanced New All-in-One VR Headset | Oculus. Recuperado el 17 de Junio de 2023, de Meta: <https://www.meta.com/quest/products/quest-2/tech-specs/#tech-specs>

Meta. (s.f.). Meta Quest Tech Specs | Meta Store. Recuperado el 17 de Junio de 2023, de Meta: <https://www.meta.com/quest/quest-pro/tech-specs/#tech-specs>

Midjourney. (s.f.). Home. Recuperado el 27 de Junio de 2023, de Midjourney: <https://www.midjourney.com/home/>

Milgram, P., & Kishino, F. (25 de Diciembre de 1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1321–1329. Obtenido de https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_

Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. (s.f.). Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (Noviembre de 2020). Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Obtenido de Modulor: <https://modulor.cl/ordenanza-general-de-urbanismo-y-construccion/>

Minverso. (s.f.). MINVERSO - El Metaverso Minero. Recuperado el 19 de Junio de 2023, de Minverso: <https://minverso.cl/>

Moorhead, P. (20 de Diciembre de 2019). Qualcomm's XR2 5G Brings Together The Best In Immersion And Connectivity. Moor Insights & Strategy. Obtenido de <https://moorinsightsstrategy.com/qualcomms-xr2-5g-brings-together-the-best-in-immersion-and-connectivity/#:~:text=Additionally%2C%20the%20graphics%20performance%20of,HDR10%20and%20HDR10%2B%20color%20spaces.>

Neaufert, E. (2013). Arte de proyectar en arquitectura.

NVIDIA. (s.f.). NVIDIA Holodeck: A VR Collaboration and Innovation Platform. Recuperado el 29 de Junio de 2023, de NVIDIA: <https://www.nvidia.com/en-us/design-visualization/technologies/holodeck/>

Paraboschi, A., & De Rosa, P. (8 de Julio de 2016). Design Futures: A New Discipline, Tool and Medium. DigitCult - Scientific Journal on Digital Cultures, 1(2), 85-94. doi:10.4399/97888548960937

Pei, E., Campbell, I., & Evans, M. (1 de Marzo de 2011). A Taxonomic Classification of Visual Design Representations Used by Industrial Designers and Engineering Designers. Design Journal, 64-91. doi:10.2752/175630610x12877385838803

PlayStation. (s.f.). Especificaciones técnicas de PS VR2 | Pantalla, configuración y compatibilidad de PlayStation VR2. Recuperado el 18 de Junio de 2023, de PlayStation: <https://www.playstation.com/es-cl/ps-vr2/ps-vr2-tech-specs/>

prashant@77. (15 de Noviembre de 2022). Top 7 Essential Skills in an AR/VR Career. Recuperado el 28 de Mayo de 2023, de CXO Business Magazines: <https://cxoincmagazine.com/top-7-essential-skills-in-an-ar-vr-career/>

RealiTec. (3 de Agosto de 2022). ¿Qué es RealiTec UDD? - RealiTec UDD. Recuperado el 1 de Julio de 2023, de RealiTec UDD: <https://realitec.udd.cl/que-es-realitec/>

Rouse, M. (10 de Abril de 2019). What is Six Degrees of Freedom (6DOF)? - Definition from Techopedia. Recuperado el 17 de Junio de 2023, de Techopedia: <https://www.techopedia.com/definition/12702/six-degrees-of-freedom-6dof>

ScienceSoft. (s.f.). Virtual Reality (VR) in the Automotive Industry | Overview. Recuperado el 18 de Junio de 2023, de ScienceSoft: <https://www.scnsoft.com/virtual-reality/automotive>

Sharma, T. (20 de Diciembre de 2019). Skills Needed to Become a Virtual Reality

Developer. Recuperado el 28 de Mayo de 2023, de Global Tech Council: <https://www.globaltechcouncil.org/virtual-reality/skills-needed-to-become-a-virtual-reality-developer/>

Spatial. (s.f.). Spatial - Your World Awaits. Recuperado el 19 de Junio de 2023, de Spatial: <https://www.spatial.io/>

Spline. (s.f.). Spline - 3D Design tool in the browser with real-time collaboration. Recuperado el 19 de Junio de 2023, de Spline: <https://spline.design/>

Sutherland, I. (1965). The Ultimate Display. 2, págs. 506-508. IFIP Congress. Obtenido de <http://papers.cumincad.org/data/works/att/c58e.content.pdf>

Talent.com. (s.f.). Talent.com. Recuperado el 16 de Octubre de 2023, de <https://cl.talent.com/es/salary>

Travis, D. (4 de Enero de 2016). Desk research: the what, why and how. Recuperado el 26 de Junio de 2023, de USERFOCUS: <https://www.userfocus.co.uk/articles/desk-research-the-what-why-and-how.html>

Turing, A. (1 de Octubre de 1950). I.-COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE. Mind, LIX(236), 433-460. doi:10.1093/mind/lix.236.433

Unity Technologies. (s.f.). Plataforma de desarrollo en tiempo real de Unity | Motor de VR, AR, 3D y 2D. Recuperado el 28 de Junio de 2023, de Unity: <https://unity.com/es>

Unreal Engine. (s.f.). UE | La herramienta de creación 3D en tiempo real más potente. Recuperado el 28 de Junio de 2023, de Unreal Engine: <https://www.unrealengine.com/es-ES/>

Vaughan, W. (2011). Digital Modeling. New Riders.

Victory XR. (28 de Junio de 2023). Home. Recuperado el 29 de Junio de 2023, de Virtual Reality VR Education Software & Augmented Reality Learning - VictoryXR: <https://www.victoryxr.com/>

Wensveen, S. (2018). Constructive design research. Technische Universiteit Eindhoven.

Wonder Dynamics. (6 de Junio de 2023). Wonder Studio. Recuperado el 27 de Junio de 2023, de Wonder Dynamics: <https://wonderdynamics.com/>

ANEXOS



[Carpeta Anexos](https://uddcl-my.sharepoint.com/personal/simperezg_udd_cl/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fsimperezg%5Fudd%5Fcl%2FDocuments%2FANEXOS%20AIDA%203D&ga=1142111)

[https://uddcl-my.sharepoint.com/personal/simperezg_udd_cl/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fsimperezg%5Fudd%5Fcl%2FDocuments%2FANEXOS%20AIDA%203D&ga=1](https://uddcl-my.sharepoint.com/personal/simperezg_udd_cl/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fsimperezg%5Fudd%5Fcl%2FDocuments%2FANEXOS%20AIDA%203D&ga=1142111)

142111

Muchas gracias.
///143

