

# **Realidad Virtual para Terapias Visuales en niños con carencias visuales.**

Autor: Jose Antonio Fopiani Cordero  
Tutores: Jordi Duch Gavalrà y Helio Tejedor Navarro  
Profesor: Joan Arnedo Moreno

Máster Universitario en Diseño y Programación de Videojuego

## Créditos/Copyright



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento- NoComercial-SinObraDerivada

[3.0 España de Creative Commons.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

## FICHA DEL TRABAJO FINAL

<b>Título del trabajo:</b>	<i>Realidad Virtual para Terapias Visuales en niños con carencias visuales.</i>
<b>Nombre del autor:</b>	Jose Antonio Fopiani Cordero
<b>Nombre del colaborador/a docente :</b>	Jordi Duch Gavaldà y Helio Tejedor Navarro
<b>Nombre del PRA:</b>	Joan Arnedo Moreno
<b>Fecha de entrega (mm/aaaa):</b>	06/2022
<b>Titulación o programa:</b>	Máster Universitario en Diseño y Programación de Videojuego
<b>Área del Trabajo Final:</b>	<i>Nuevas tecnologías e investigación</i>
<b>Idioma del trabajo:</b>	<i>Español</i>
<b>Palabras clave</b>	<i>Realidad Virtual, Terapia, Videojuego</i>
<b>Resumen del Trabajo (máximo 250 palabras):</b> <i>Con la finalidad, contexto de aplicación, metodología, resultados y conclusiones del trabajo</i>	
<p>El presente trabajo tiene por objetivo crear un videojuego o más bien un conjunto de videojuegos que puedan ser utilizados de apoyos en terapias visuales, y que sirva como herramienta para profesionales dentro del campo de la optometría. El software contará con un menú configurable por un profesional optometrista que determinará los juegos que puede usar el paciente, y contendrá una breve estadística sobre la evolución de este mientras juega. Los juegos se crearán usando herramientas de realidad virtual que permite al paciente mediante el uso de unas gafas ejercitar los ojos para mejorar o controlar las alteraciones visuales.</p> <p>Los juegos serán diseñados en base a ejercicios visuales recomendados que pueden ser encontrados en la web, rediseñando alguno de ellos para potenciar la ventaja de tener un mundo controlado de realidad virtual. Serán juegos fáciles de entender con una simple y breve explicación, donde el niño deberá jugar durante un tiempo determinado o ganar una serie determinada de rondas o puntos.</p> <p>El desarrollo de este trabajo se centrará en el apartado tecnológico y en la gestión del software, quedando un poco al margen la viabilidad dentro de una terapia visual real y de una depuración</p>	

correcta de los ejercicios que deberían ser evaluados y ajustados por un profesional de la Optometría.

El software será evaluado y creado para que funcione en las gafas Oculus Quest 2 de la empresa © Facebook Technologies, LLC, y que serán utilizadas en el desarrollo del mismo.

**Abstract (in English, 250 words or less):**

This Master's thesis project aims to create software that can be used for visual aid therapies. Its development has been divided into two parts. The first is a video game focusing on helping children with vision problems in their therapies based on traditional games used in them. This video game was designed from activities or games whose effectiveness has been widely proven in the use of visual therapies, and which have been adapted to be used using virtual reality glasses that will help the player immerse himself in the world.

And on the other hand, the creation of a control environment so that the therapist can visualize and control the evolution of the player. For this control, the virtual reality glasses will send data to the cloud that will later be managed by the therapist's application.

## Dedicatoria/Cita

Dedicado a mi mujer y a mis hijos.

## Abstract

The goal of this project is to develop a software that can be used to improve visual therapies for children. This software provides two useful tools that will help the therapists and the children in the process.

The software provides a virtual reality game specially adapted to improve visual disorders. It has been analyzed and tested traditional games in order to determine the best techniques and activities that are useful for our goal. Finally, we have combined them in this game to obtain the best results.

The software helps therapists to improve constantly. The game progress and development can be analyzed in real time or after the game has finished. All the data is uploaded to the cloud in order to keep the data save and accessible. This data can be studied in order to find the best clues to adapt the future sessions.

## Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo crear un videojuego o más bien un conjunto de videojuegos que puedan ser utilizados de apoyos en terapias visuales, y que sirva como herramienta para profesionales dentro del campo de la optometría. El software contará con un menú configurable por un profesional optometrista que determinará los juegos que puede usar el paciente, y contendrá una breve estadística sobre la evolución de este mientras juega. Los juegos se crearán usando herramientas de realidad virtual que permite al paciente mediante el uso de unas gafas ejercitar los ojos para mejorar o controlar las alteraciones visuales.

Los juegos serán diseñados en base a ejercicios visuales recomendados que pueden ser encontrados en la web, rediseñando alguno de ellos para potenciar la ventaja de tener un mundo controlado de realidad virtual. Serán juegos fáciles de entender con una simple y breve explicación, donde el niño deberá jugar durante un tiempo determinado o ganar una serie determinada de rondas o puntos.

El desarrollo de este trabajo se centrará en el apartado tecnológico y en la gestión del software, quedando un poco al margen la viabilidad dentro de una terapia visual real y de una depuración correcta de los ejercicios que deberían ser evaluados y ajustados por un profesional de la Optometría.

El software será evaluado y creado para que funcione en las gafas Oculus Quest 2 de la empresa © Facebook Technologies, LLC, y que serán utilizadas en el desarrollo del mismo.

## **Palabras clave**

*Realidad Virtual, Terapia, Videojuego*

# Índice

<b>Resumen</b>	<b>6</b>
Introducción	<b>11</b>
Introducción/Prefacio	11
1.1.1 Qué es la Terapia Visual.	11
Descripción/Definición	12
Figura 1: Warlock VR	13
Figura 2: Harry Potter and the Philosopher's Stone - Spells Lessons (PC Game)	13
Objetivos generales	14
Objetivos principales	14
Objetivos secundarios	14
Metodología y proceso de trabajo	15
Planificación	16
Análisis de mercado	<b>17</b>
Público objetivo (i.e. target audience) y perfiles de usuario	17
Competencia/Antecedentes (o marco teórico/estado del arte)	17
Imagen 2.1: Visionary	18
Imagen 2.2 BrainTV	19
Imagen 2.3: Amblyoplay	20
Imagen 2.4: Dicopt	21
Imagen 2.5: Vivid Vision	22
Tabla 2.1 Comparativa.	23
Análisis DAFO	24
Propuesta	<b>25</b>
Definición de objetivos/especificaciones del producto	25
Estrategia de marketing	25
La promoción del juego se dirigirá en dos sentidos:	<b>25</b>
Diseño	<b>26</b>
Arquitectura general de la aplicación/sistema/servicio	26
Imagen 4.1 Diagrama Arquitectura principal	27
Imagen 4.2 Diagrama de Clases principal	28
Arquitectura de la información y diagramas de navegación	28
4.2.1 Tutorial	28
<b>4.3 Imagen: Diagrama de clases actividad 1</b>	<b>30</b>
4.2.2 Primera Actividad	30



4.4 Imagen: Diagrama de clases actividad 1	32
Diseño gráfico e interfaces	33
4.5 Imagen: Interfaz principal	33
4.6 Imagen: Interfaz actividad 1	33
4.7 Imagen: Interfaz impresora 3D	34
Estilos	34
4.8 Imagen: Base espacial	35
4.9 Imagen: Zona Exterior	36
4.10 Imagen: Base Tierra e Iris.	36
Imagen 4.11 Imagen: Conexión y creación de usuario.	37
Imagen 4.12 Imagen: Gestión de usuarios.	37
Imagen 4.13 Imagen: Informes.	38
Usabilidad /UX	38
Lenguajes de programación y APIs utilizados	39
4.4.1 Planteamiento y diseño del Panel de control que gestiona los pacientes y/o usuarios.	39
Implementación	41
Requisitos de instalación	41
5.1 Imagen: Pizarra o Dashboard de Playfab	41
Instrucciones de instalación.	42
Demostración	44
Tests	44
Ejemplos de uso del producto (o guía de usuario)	45
Conclusiones y líneas de futuro	47
Conclusiones	47
Líneas de futuro	48
Bibliografía	<b>50</b>

# Figuras y tablas

## Índice de figuras

Figura 1: Warlock VR	14
Figura 2: Harry Potter and the Philosopher's Stone - Spells Lessons (PC Game)	18
Imagen 2.1: Visionary	19
Imagen 2.2 BrainTV	20
Imagen 2.3: Amblyoplay	21
Imagen 2.4: Dicopt	22
Imagen 2.5: Vivid Vision	23
Tabla 2.1 Comparativa.	27
Imagen 4.1 Diagrama Arquitectura principal	28
Imagen 4.2 Diagrama de Clases principal	29
4.3 Imagen: Diagrama de clases actividad 1	31
4.4 Imagen: Diagrama de clases actividad 1	34
4.5 Imagen: Interfaz principal	34
4.6 Imagen: Interfaz actividad 1	34
4.7 Imagen: Interfaz impresora 3D	35
4.8 Imagen: Base espacial	36
4.9 Imagen: Zona Exterior	37
4.10 Imagen: Base Tierra e Iris.	37
Imagen 4.11 Imagen: Conexión y creación de usuario.	38
Imagen 4.12 Imagen: Gestión de usuarios.	38
Imagen 4.13 Imagen: Informes.	42
5.1 Image: Pizarra o Dashboard de Playfab	42
	<b>51</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Diagrama de Gantt	16
----------------------------	----

# 1. Introducción

## 1.1. Introducción/Prefacio

### 1.1.1 Qué es la Terapia Visual.

La Terapia Visual, según la Asociación Catalana de Optometría y Terapia Visual[1] la describe en su web como el entrenamiento visual o rehabilitación visual es un tratamiento optométrico, totalmente individualizado, que tiene como objetivo potenciar y corregir los problemas del sistema visual: enfoque, coordinación de ejes visuales, ojo vago, estrabismos o problemas de aprendizaje relacionados con la visión.

El optometrista prepara un programa personalizado de ejercicios orientados a desarrollar e incrementar al máximo las habilidades visuales y la integración de éstas con el resto de los sentidos. Gracias a la repetición de estos ejercicios y al aumento de su demanda se logra la automaticidad del sistema visual, es decir, se crean nuevas conexiones neurológicas.

La terapia visual es efectiva para pacientes de todas las edades. Es necesario dedicarle el tiempo, la constancia y el esfuerzo necesario para poder conseguir la mejora deseada. En el caso de los niños, también, es necesaria la colaboración de los padres.

Un programa de terapia visual consta de:

Terapia en consulta: normalmente se trabaja 1 vez a la semana en sesiones de 45-60 min. con una serie de ejercicios específicos.

Terapia en casa: se trabaja cada día durante unos 20 min. aproximadamente.

La duración de un programa de terapia visual puede variar de 20 a 40 sesiones en función del problema y de los objetivos a conseguir. A lo largo del programa se realizarán evaluaciones para ir valorando la evolución del paciente. En terapia visual trabajamos problemas como:

- acomodación
- oculomotricidad
- binocularidad
- percepción
- pensamiento matemático
- integración visuo-motora
- lateralidad
- direccionalidad.

## 1.2. Descripción/Definición

El punto de partida del trabajo se centrará en configurar un entorno de trabajo que servirá como base para la realización de distintos juegos en realidad virtual. Basándose en el uso del motor Unity ejecutándose dentro del entorno de un sistema operativo Windows versiones 10 y 11 de © Microsoft 2022.

Los juegos a desarrollar pueden estar enmarcados dentro de la realidad virtual o estar en entornos 2D o 3D, pero todos tendrán como nexo común el uso de gafas de realidad virtual para controlar la funcionalidad de ambos ojos por separado. Los videojuegos pueden usar mandos o controles de realidad virtual.

Se creará un entorno de control por parte del optometrista donde visualizará estadísticas propias de los juegos que se han ido jugando.

Actualmente la terapia visual usando realidad virtual es experimental y no existe mucha información al respecto, los software consultados suelen usarse con adaptadores de gafas para móviles y desarrollado dentro de estas plataformas.

Como resultado final del proyecto se quiere obtener un producto que pueda ser utilizado por profesionales dedicados a la terapia visual que puedan usarlo como apoyo a estas terapias o evaluar las carencias que tenga el paciente dentro de sus habilidades visuales.

Ejemplo de juego:

Memoria Visual

Creación de un videojuego que permite realizar diferentes conjuros creando movimientos en el aire que el paciente debe de reproducir para ejecutarlos. Se crea un tutorial donde el paciente memoriza los conjuros para luego ponerlos a prueba. Se añade dos imágenes de referencia para este videojuego.

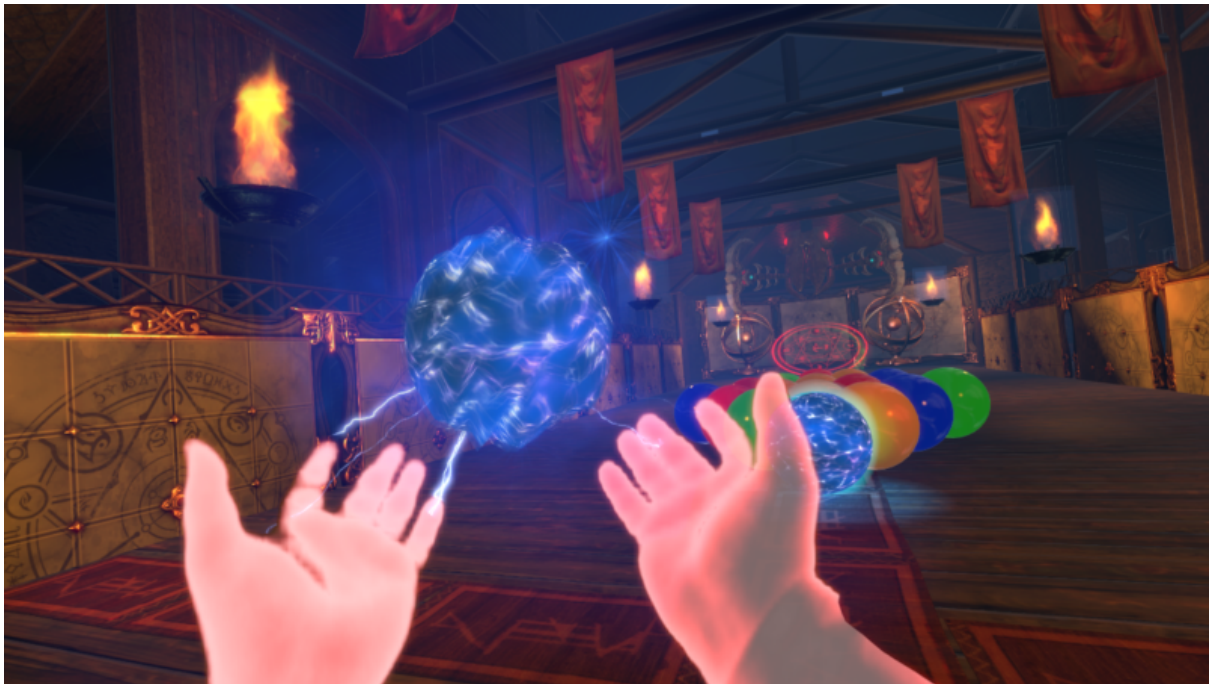


Figura 1: Warlock VR

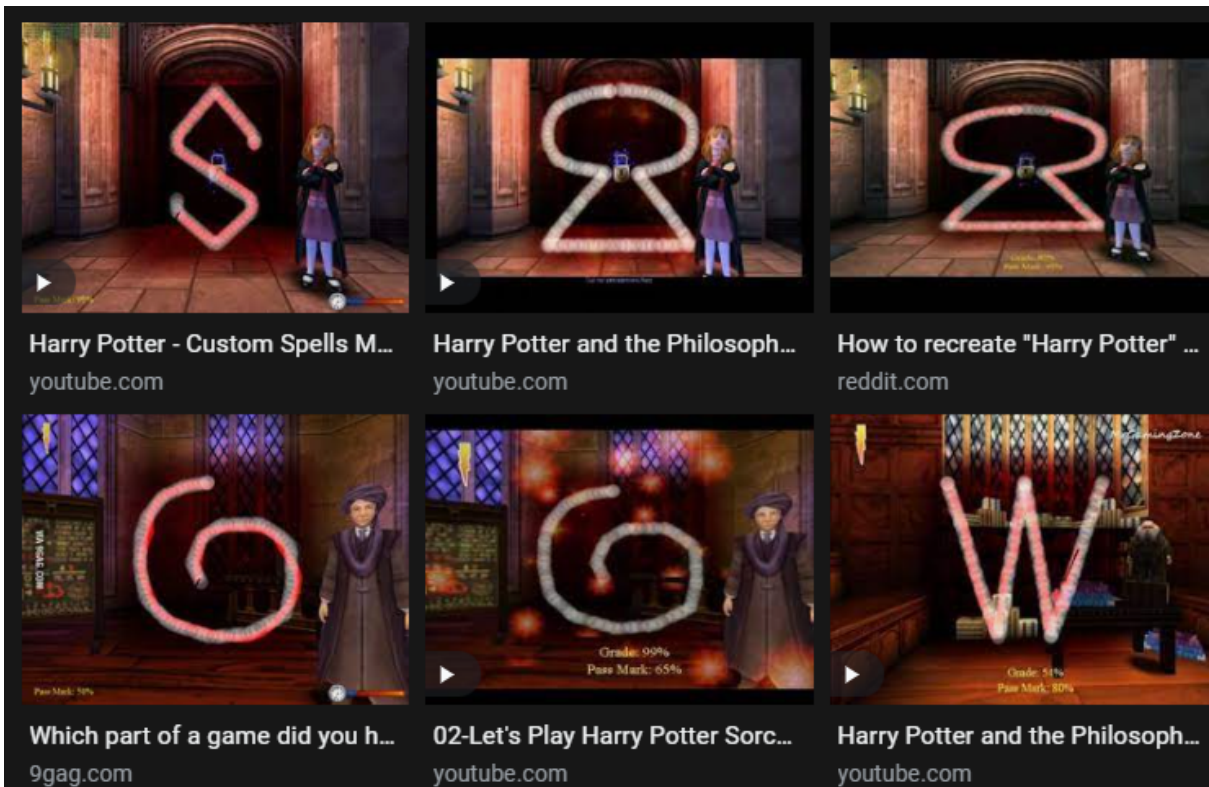


Figura 2: Harry Potter and the Philosopher's Stone - Spells Lessons (PC Game)

## **1.3. Objetivos generales**

### **1.3.1. Objetivos principales**

Objetivos de la aplicación/producto/servicio:

- Mejorar las habilidades visuales

Objetivos para el cliente/usuario:

- Apoyo a las terapias visuales
- Mejorar el control y evaluación de sus pacientes.

Objetivos personales del autor del TF:

- Desarrollo de videojuegos en gafas de realidad virtual.
- Estudio de la gamificación en entornos terapéuticos.

### **1.3.2. Objetivos secundarios**

Objetivos adicionales que enriquecen el TF.

- Gestión de hitos y estadísticas dentro del propio videojuego.

## 1.4. Metodología y proceso de trabajo

El software se desarrollará creando un entorno de trabajo para la creación de distintos prototipos de juegos en realidad virtual. Para ello se creará una metodología incremental usando prototipos con los siguientes hitos.

1. Inicio del proceso
2. Se crea un entorno de interfaz de usuario que determina las principales funcionalidades
3. Se realiza el prototipo de un videojuegos
  - a. Determinar juego de terapia visual existente o creación de propio.
  - b. Adaptación a realidad virtual.
  - c. Creación de GDD para ese juego.
  - d. Desarrollo de prototipo.
    - i. Creación de gráficos.
    - ii. Desarrollo de scripts.
    - iii. Evaluación.
  - e. Integración en la aplicación.
4. Creación de estadísticas de control del videojuego.
5. Control de calidad de todos los juegos.
6. Volver a iniciar el proceso para refinamiento o finalizar.

## 1.5. Planificación

Fechas principales de desarrollo del proyecto.

Tarea	Fecha de Inicio	Fecha de finalización
Plan de Proyecto	16/02/2022	6/03/2022
Estado del arte y primera versión del proyecto	7/03/2022	3/04/2022
Implementación de versión jugable	4/04/2022	8/05/2022
Memoria y productos finales	9/05/2022	5/06/2022

### Diagrama de Gantt

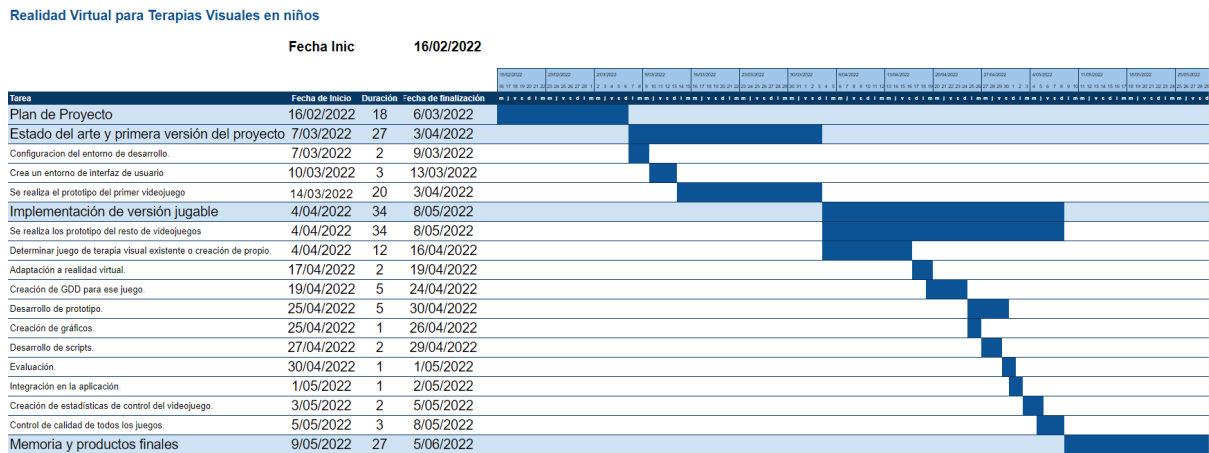


Tabla 1: Diagrama de Gantt



## 2. Análisis de mercado

Este capítulo pretende hacer un análisis de la situación actual del mercado en el que se enmarca el TF. Para hacerlo, hay que estudiar la audiencia potencial, su segmentación, analizar la competencia, etc.

*Nota: No todas las sub-secciones propuestas a continuación son aplicables a todos los tipos de TF, por lo cual hay que escoger las más apropiadas según cada caso. También se pueden modificar sus títulos o resumir según se considere conveniente.*

*Nota: En el supuesto de que el TF sea un **Estudio de mercado**, éste se tiene que realizar en un documento separado y no se tiene que incluir en la Memoria.*

### 2.1. Público objetivo (i.e. *target audience*) y perfiles de usuario

El juego está orientado para ser utilizado en centros dedicados a tratamientos para que junto a un profesional del sector ayude a reducir los problemas visuales tales como ojos vagos (ambliopía), ojos bizcos (estrabismos), problemas de enfoque y /o coordinación ocular, problemas de aprendizaje con interferencia visual, etc..

También ayudará a mejorar habilidades visuales y la integración de dichas habilidades con el resto de los sentidos teniendo como objetivo mejorar el rendimiento escolar/laboral, deportivo. Por lo que podría ser orientado a usuarios que sin tener problemas visuales quieran mejorar los aspectos anteriormente descritos.

### 2.2. Competencia/Antecedentes (o marco teórico/estado del arte)

Cinco Herramientas visuales que utilizan juegos VR para mejorar las terapias visuales.

## 1. Visionary.

Visionary es una herramienta utilizada en la terapia visual para trabajar problemas del sistema visual tales como la ambliopía, el estrabismo, problemas vergenciales, etc. adaptándose a las necesidades de cada persona.

Con Visionary podemos trabajar la agudeza visual de forma dicóptica, la visión binocular y podemos mejorar la estereopsis.



*Imagen 2.1: Visionary*

Las herramientas con las que cuenta el software Visionary son:

- . Visionary Tool que se trabaja con gafas anaglíficas o polarizadas, tanto en consulta como en casa mediante unas claves que ha de proporcionarnos nuestro optometrista (si dispone del programa).
- . Visionary Eye que utiliza los movimientos de los ojos, en vez del ratón del ordenador.
- . Visionary VR que precisa de gafas de realidad virtual y solo puede realizarse desde la consulta.

Para conocer más en detalle cómo es una sesión de Visionary puedes leer esta pequeña reseña: [VisionaryTool](#), [La Terapia Visual](#) y [La Ambliopía](#)

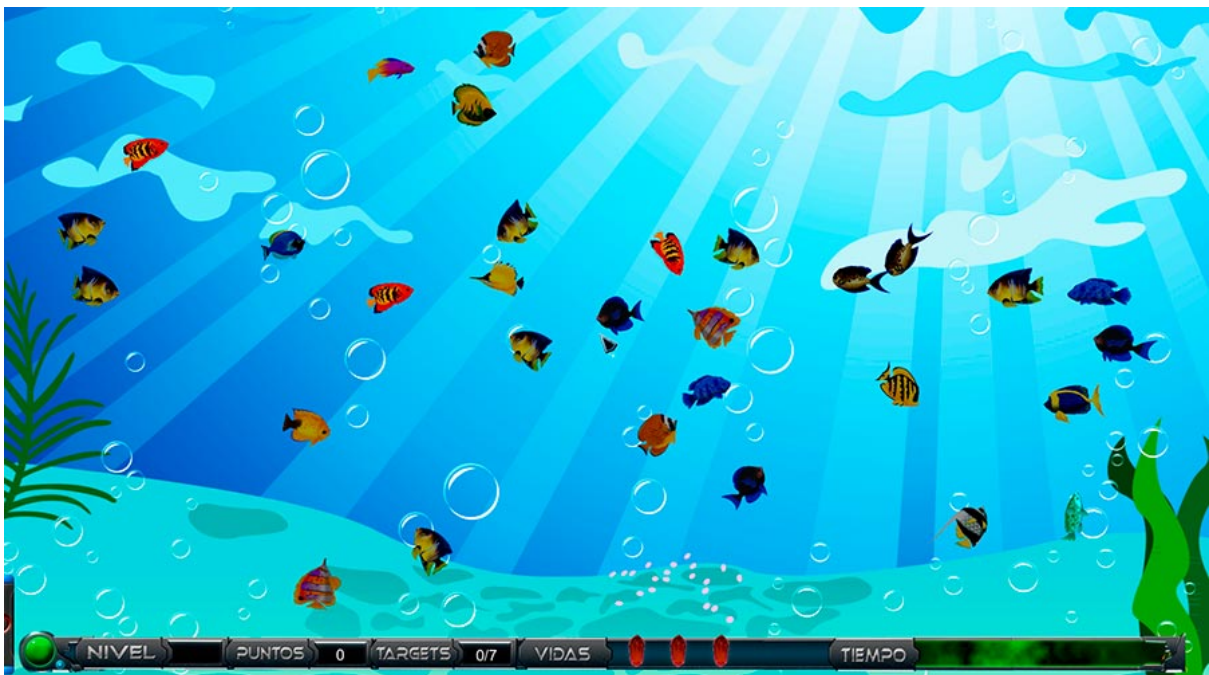
## 2. BrainVT

BrainVT es una plataforma multidisciplinar online para el entrenamiento integral visual que permite trabajar distintas habilidades viso-cerebrales a través del juego.

Esta herramienta está diseñada para utilizarse tanto desde la consulta como desde casa y está pensada para trabajar con niños, adultos, personas con necesidades especiales o deportistas.

Las principales habilidades visuales que se pueden tratar con BrainVT son: memoria secuencia y visual, coordinación mano-ojo, movimientos oculares (seguimientos y sacádicos), lateralidad, constancia de la forma, antisupresión, acomodación, visión periférica, fusión 3D, entre otras.

BrainVT se presenta tanto para ser utilizado desde ordenador, tablet o pantalla táctil pero también con gafas de realidad virtual.



*Imagen 2.2 BrainTV*

## 3. AmblyoPlay

AmblyoPlay es una herramienta informática para la terapia de la visión en forma de juegos. Y su objetivo es el de entrenar dificultades visuales tales como el ojo vago, el estrabismo y la insuficiencia de convergencia.

A través de distintos juegos se entrena el sistema visual dando especial atención al ojo más débil además de la cooperación entre los dos ojos junto con el cerebro.

Las sesiones con AmblyoPlay pueden hacerse en versión de terapia monocular, es decir con sólo un ojo (el más débil o ambliope), cubriendo el ojo dominante con un parche; o bien en versión terapia binocular, con unas gafas anaglifas (rojo-azul) que vienen incluidas con la compra del pack.

A diferencia del resto de programas que tratamos en este artículo, AmblyoPlay es posible adquirirlo directamente a ellos mismos, sin necesidad de la intermediación de un optometrista que monitorice y controle nuestra terapia a través de su ordenador. Aunque siempre se podrán compartir las claves con él para que lleve un control del proceso.



*Imagen 2.3: Amblyoplay*

#### 4. Dicopt

Dicopt es una app de juegos dicópticos en realidad virtual. La app de Dicopt se instala fácilmente en el smartphone.

Necesitamos el teléfono para poder introducirlo en un visor de realidad virtual para poder realizar los ejercicios visuales. Además el programa viene acompañado de un mando bluetooth para controlar los juegos.

La aplicación Dicopt, una vez instalada en el móvil, dispone de 4 juegos para poder trabajar a diario la ambliopía en sesiones de 10-15 minutos.

Esta herramienta ha de ser supervisada y controlada por nuestro optometrista u oftalmólogo pero está pensada para poder realizarla desde casa como terapia para la ambliopía u ojo vago con el teléfono móvil.

No obstante, esta startup española posiblemente en un futuro tenga una licencia sanitaria que les permita comercializar su producto a los pacientes, tal y como nos indica el CEO de V-Vision, Rafael Izquierdo en esta entrevista.



**Imagen 2.4: Dicopt**

## 5. Vivid Vision

Vivid Vision es una herramienta que utiliza hardware de realidad virtual para tratar el ojo vago (ambliopía), estrabismo y trastornos de vergencia entrenando la visión binocular y la supresión.

Puede ser utilizada tanto por niños como por adultos en clínica (Vivid Vision Clinical) y en casa (Vivid Vision Home) siempre bajo la supervisión del oftalmólogo u optometrista que será quien evalúe la mejor opción en nuestro caso particular.

El programa Vivid Vision ofrece 9 actividades que trabajan 5 habilidades visuales distintas:

antisupresión (ambos ojos trabajan por igual asegurando una visión completa del entorno),

estereopsis (visión en 3 dimensiones),

procesamiento visual perceptual (discriminación de la forma, detalle, diferencias y síntesis de la información),

vergencias (movimientos cerca / lejos para hacer cambios rápidos),

oculomotor (movimientos amplios, precisos, controlados y rápidos).



*Imagen 2.5: Vivid Vision*

## 2.2.1 Tabla Comparativa.

	Visionary	BrainVT	AmblyoPlay	Dicopt	Vivid Vision	Visual Planet
Jugar en Casa	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Estilo gráfico	3D	3D	2D	2D	3D	3D
Número de juegos	3	6	-	-	-	1
Progresión	SI	NO	SI	NO	-	SI
Ambientación e historia	SI	NO	.NO	NO	NO	SI
Control profesional necesario	SI	SI	NO	SI	SI	NO

**Tabla 2.1 Comparativa.**

Rosser (2007), demostró que los videojuegos de acción son los que conducen de una manera más eficaz a la mejora de las habilidades visomotoras.(2) También hay evidencia que demuestra que los videojuegos de acción conlleva una mejora de las capacidades perceptuales visuales. Por ejemplo, tanto los de Greenfield de 1994 encuentran mejoras en la atención visual tras el entrenamiento con videojuegos de acción. (3) También se demostró la eficacia de este tipo de videojuegos en el seguimiento visual de objetos múltiples. (4) .

Existe controversia en la utilización de pantallas en terapia visual. La optometría conductual tiene como base, los principios de la postura, el equilibrio, la propiocepción, el movimiento, el espacio libre y el entorno natural. Llevar a cabo terapia visual sentado con objetivos intangibles a una distancia fija desafía todos estos principios. (5) Es decir, en condiciones de visualización normal, la acomodación y convergencia funcionan de manera sincronizada en función de si el objeto se acerca o se aleja. La acomodación se mantiene constante en un plano, mientras la vergencia se irá ajustando. Es posible disociar los dos sistemas, por ello, el uso de estos métodos requiere de una correcta gestión y planificación. (6).

La realidad virtual a través de un programa establecido y personalizado que siga las pautas en terapia visual combinándolos con técnicas anti-supresión y de aprendizaje perceptivo es capaz de fortalecer la fusión simultáneamente a la reducción de supresión cortical. (7,8) Actualmente hay un número creciente de publicaciones acerca de la utilidad de la pantalla en el tratamiento de la ambliopía. Estudios como el de Hess (2015) obtuvieron resultados positivos para la terapia utilizando dispositivos Ipad. (10). Kelly et al. (2016) compararon la efectividad de un juego iPad (DigRush) con

un tratamiento de oclusiones del ojo sano durante dos horas al día. Estos científicos demostraron que durante las dos primeras semanas el tratamiento binocular (DigRush) fue más efectivo que el tratamiento con oclusiones. No obstante se requieren estudios con muestras mayores. (9)

### 2.3. Análisis DAFO

Una vez analizada la competencia, se puede determinar que estos software de terapias visuales han sido creados partiendo de unos ejercicios que a priori ya existían y adaptarlas a un juego en concreto que pueda realizar el usuario. La iniciativa de este Proyecto de fin de Máster es crear un videojuego y que este adopte las premisas de la terapia visual y no a la inversa como es la línea que está llevando la industria.

Se busca que nuestro juego involucre la parte sensorial del jugador, creando una aventura visual y auditiva que absorba por completo al jugador. En definitiva, podríamos definirlo como un aventura donde tendremos que resolver acertijos, mejorar nuestra base y explorar un planeta. Apoyándonos para estas actividades en las premisas de las terapias visuales.

La desventaja de este proyecto es que será realizado por una persona orientada a la programación de videojuegos y no un especialista en terapias visuales.



## **3.Propuesta**

En Visual Planet tal y como se ha comentado anteriormente va a proponer a diferencia de los otros productos que hay en el mercado, una inmersión mayor dentro del videojuego haciendo que los juegos o el juego planteado no se sienta como algo separado del resto del interfaz y que todo vaya llevando al usuario a una narrativa e inmersión dentro de la historia.

### **3.1. Definición de objetivos/especificaciones del producto**

El juego estará orientado a cualquier usuario que desee mejorar su memoria visual, la psicomotriz fina, y desarrollar habilidades de reconocimiento, sin sacrificar por ello tener la posibilidad de sumergirse en una historia o deleitarse explorando un planeta remoto usando las gafas de realidad virtual.

### **3.2. Estrategia de marketing**

La promoción del juego se dirigirá en dos sentidos:

1. Orientado a centros de terapia visual que quieran añadir productos de nuevas tecnologías a sus actividades, permitiendo dentro del juego consultar un historial de logros y estadísticas que el usuario ha ido realizando durante las sesiones.
2. Orientado a usuarios de plataformas de videojuegos como Steam, Epic, o la tienda de oculus ofertando una versión donde el usuario verá sus logros y estadísticas sin tener que ser consultadas por un profesional.

## 4. Diseño

Visual Planet ha sido diseñado inicialmente para ser un SandBox, dando un poco de libertad al usuario para realizar las actividades que crea conveniente o que el terapeuta le vaya indicando. Por lo que para este proyecto se ha diseñado una pequeña base dentro de un terreno que simula encontrarse en otro planeta, donde el usuario tiene la libertad de recorrerla a su criterio.

El juego ha sido diseñado para ser jugado en el dispositivo Oculus Quest 2 de Meta Quest, ya que debido a su precio es uno de las gafas de realidad virtual más usadas.

### 4.1. Arquitectura general de la aplicación/sistema/servicio

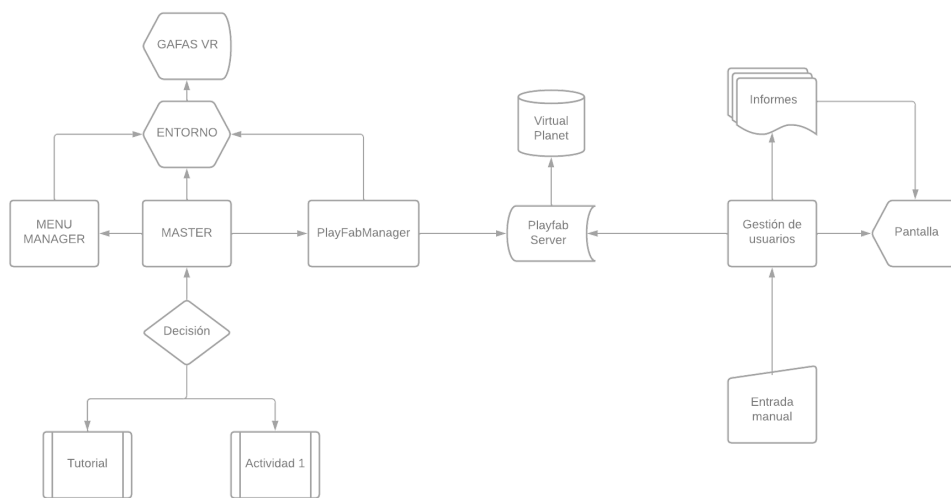
El sistema consta de dos partes diferenciadas unidas por un servidor que almacenará los datos de las actividades de los jugadores para luego ser consultadas por una aplicación de escritorio que usarán los terapeutas para apoyar las actividades.

Para el almacenamiento de la información en la nube se ha utilizado la plataforma Playfab[16] una plataforma donde crear y administrar juegos en vivo con una sola plataforma. según ellos PlayFab le da todo lo que necesita (servicios para juegos, análisis de datos y herramientas de operaciones en vivo) para lanzar los juegos con más rapidez, ampliar su ciclo de vida y reducir los costos.

El software de control será compilado para un ordenador de escritorio con sistema operativo Windows, que será lo primero que debemos instalar, ya desde el panel de conexión podremos crear un usuario que se registrará automáticamente y de manera transparente en el servidor Playfab como jugador y donde se almacenarán los datos de los distintos pacientes en formato Json[17] *“JSON (JavaScript Object Notation - Notación de Objetos de JavaScript) es un formato ligero de intercambio de datos. Leerlo y escribirlo es simple para humanos, mientras que para las máquinas es simple interpretarlo y generarlo. Está basado en un subconjunto del Lenguaje de Programación JavaScript, Standard ECMA-262 3rd Edition - Diciembre 1999. JSON es un formato de texto que es completamente independiente del lenguaje pero utiliza convenciones que son ampliamente conocidos por los programadores de la familia de lenguajes C, incluyendo C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, y muchos otros. Estas propiedades hacen que JSON sea un lenguaje ideal para el intercambio de datos.”*

Una vez realizado el registro de usuario y de los pacientes. Desde la aplicación de las Gafas de Realidad Virtual debemos entrar en la sección Datos del jugador que se encuentra en el menú donde debemos registrar el nombre del paciente para que podamos empezar a jugar y a generar las estadísticas de uso.

Al iniciar el juego de Realidad virtual en las gafas, el usuario tiene total libertad para explorar el mundo, pero no es hasta que se registra donde podrá empezar las actividades y juegos. Por lo que la arquitectura del videojuego está basada en un patrón de maestro/esclavo, donde normalmente el controlador maestro no deja iniciar más de una actividad al mismo tiempo y se encarga del control de la grabación de datos dentro del juego. El esclavo sin embargo son las diferentes actividades y juegos que el usuario lleva a cabo durante la sesión.



**Imagen 4.1 Diagrama Arquitectura principal**

El sistema de clases general para cada actividad, y las que controlan la entrada de información por parte del usuario es el siguiente:

Diagramas de Clases General

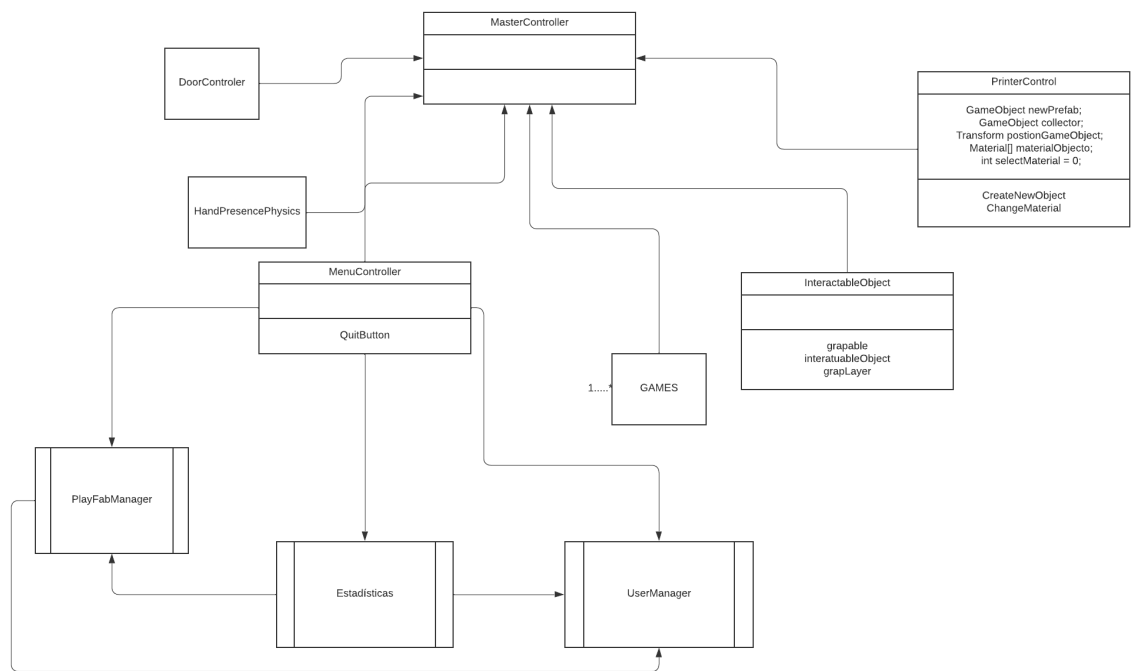


Imagen 4.2 Diagrama de Clases principal

## 4.2. Arquitectura de la información y diagramas de navegación

A continuación se muestra la arquitectura e información utilizada para crear la primera actividad del juego, y el tutorial.

### 4.2.1 Tutorial

**Descripción:** en el tutorial se enseñan las principales acciones que se realizan durante las actividades. Para ello se describe cómo debe usar la impresora 3D, que es un Asset que genera piezas de distintos colores y formas que el usuario utilizará en las distintas actividades y juegos. Además le indicará la mesa de trabajo de la Actividad 1 para que conozca lo necesario para que pueda realizar esta actividad.

**Desarrollo:** Para la creación del tutorial se ha generado un personaje en 3d utilizando la aplicación web y el recurso de unity de Ready player me (13), con animaciones de Mixamo(14)

- *Story-boards* y guiones.

*“Bienvenido a Visual planet, mi nombre es Iris y voy a ayudarte a manejarte en la base planetaria”*

*“Lo primero que aprenderás es a usar la impresora 3D que hay dentro de la base, justamente en frente de la pantalla que estás mirando se encuentra una consola de entrada de datos donde puedes indicar a la impresora 3D que quieres crear”*

-----

*“Vamos a crear una esfera de color amarillo, primero dirígete a la consola”*

*.....(Control de usuario en la zona de la impresora 3D)....*

*“La consola de la impresora 3D está justo delante de la pantalla” (Repetición en bucle).*

*“Bien hecho, ahora pulsa en la zona blanca al lado de la palabra Amarillo para seleccionarla, y luego pulsa la figura que quieres crear, en este caso la esfera”*

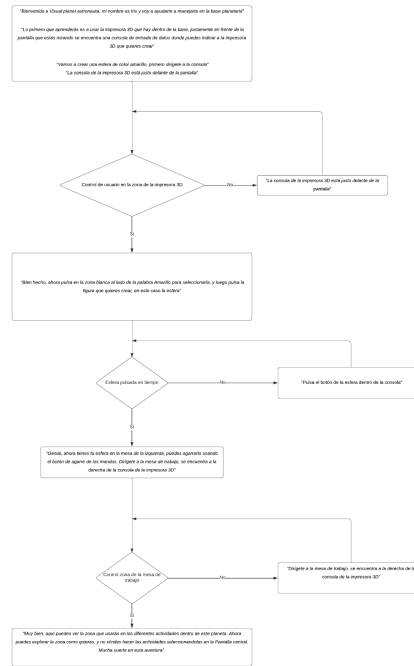
*...(Control de selección)... “Pulsa el botón de la esfera dentro de la consola”*

*“Genial, ahora tienes tu esfera amarilla en la mesa de la izquierda, puedes agarrarlo usando el botón de agarre de los mandos”*

*“Dirígete a la mesa de trabajo, se encuentra a la derecha de la consola de la impresora 3D”*

*.....(Control de usuario en la zona de la mesa de trabajo)....*

*“Muy bien, aquí puedes ver la zona que usarás en las diferentes actividades dentro de este planeta” “Ahora puedes explorar la zona como quieras, y no olvides hacer las actividades seleccionandolas en la Pantalla central. Mucha suerte en esta aventura”.*



4.3 Imagen: Diagrama de clases actividad 1

4.2.2 Primera Actividad

**Información previa:** La primera actividad ha sido diseñada a partir de dos juegos utilizados dentro de las terapias visuales. Estos juegos son “Mental Blox” y “Multimatrix”.

- ❖ **Mental Blox:** *“Put your critical thinking to the test and fire up the strategic problem solving! Stack, pattern and match the multicolor shapes. Don't be fooled by appearances, these endlessly enjoyable blocks mean brain-boosting business. Mental Blox help children practice following verbal instructions, asking questions and build critical thinking skills. Activity cards*

*provide children with examples of what to build. Children can recreate what is on the card or can give verbal instructions to a partner or group. Pieces feature four different shapes and 3 different attributes for a real challenge!*

*Educational Benefits*

*Learning Styles: Visual, Tactile*

*Skill Development: Critical thinking, Problem solving, Fine motor skills, Eye-hand coordination, Communication, Following directions, Verbal skills”*

Juego de Estrategia y Memoria Mental Blox las tarjetas muestran diferentes desafíos de construcciones, los jugadores deberán recrear las estructuras a través de la memoria o de pistas que les den otros jugadores.

Desarrolla el pensamiento estratégico y la resolución de problemas teniendo en cuenta formas y atributos.

- ❖ **Multimatrix:** “Multimatrix es un juego creado por el Dr. Carl Hillier; el cual fue diseñado para tratar y ayudar a niños/adultos con problemas de aprendizaje como retraso en la lectura o trastorno por déficit de atención. Con Multimatrix podemos desarrollar muchas habilidades, entre ellas la memoria o capacidad de retentiva, entre muchas otras.

Los terapeutas visuales utilizamos mucho Multimatrix para trabajar en casos de problemas de aprendizaje, daño cerebro-vascular y lesiones cerebrales. Aunque también puede ser utilizado y recomendamos para padres u otros terapeutas.

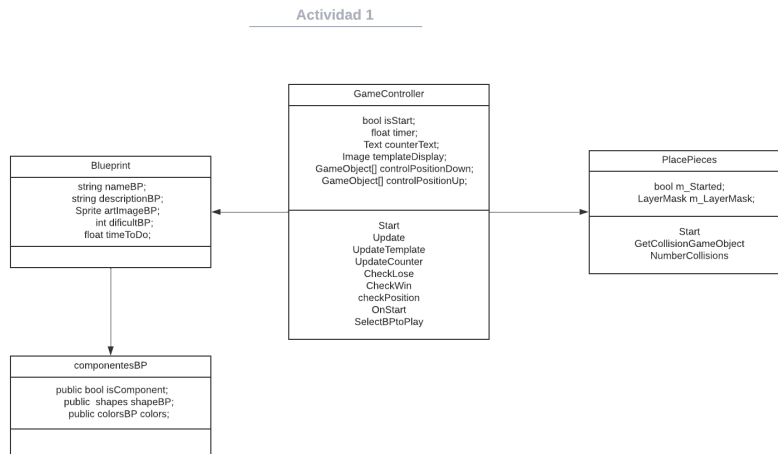
Podemos desarrollar integración bilateral, línea media visual, capacidad de retentiva, espacialidad, visualización, lógica, periferia, movimientos oculares, binocularidad, enfoque, percepción visual... etc. Multimatrix es un juego que desarrolla infinitos juegos, cada uno integrando múltiples sentidos desde un punto de vista tridimensional.”(11)

**Descripción:** En esta primera actividad se mostrarán diversas plantillas en la pantalla principal, y el usuario deberá usar la impresora 3D y la mesa de trabajo para crearlas, las plantillas y el diseño de la mesa están basados en los juegos anteriormente descritos. Estas Plantillas están determinadas por una dificultad y por un tiempo que tiene el jugador para terminarlas al modo de reto.

**Desarrollo:** Para el desarrollo del juego, se ha creado una clase de tipo Encriptable Object la cual se encarga de contener toda la información referente a las distintas plantillas y tiempos que tiene el usuario para completarlas, al comenzar la actividad el GameController carga la Plantilla de manera aleatoria y pone el contador en el visor. Mediante dos vectores de objetos esta clase se encarga de

controlar que el usuario haya puesto correctamente los objetos con las formas y colores en los lugares adecuados.

- Diagramas de la arquitectura interna de la información.



4.4 Imagen: Diagrama de clases actividad 1

- Story-boards y guiones.

### Actividad 1,

“Crea el plano que te muestro en la mesa de trabajo, utiliza la impresora 3D para crear las piezas!, y vigila el contador de tu visor!, ánimo!”

Condición de victoria,

“¡Genial lo hiciste estupendo!”

Condición de derrota,

“Se acabó el tiempo, buen intento!”



### 4.3. Diseño gráfico e interfaces

#### Interfaz Principal:

Como interfaz principal se ha colocado una gran pantalla dentro de la base que se utilizara para el control de los distintos juegos, como tutorial y gestión de las estadísticas.



4.5 Imagen: Interfaz principal

#### Interfaz Actividad 1:

Desde aquí podemos ver a Iris que nos informará de los nuevos desafíos y nos explicará el tutorial



4.6 Imagen: Interfaz actividad 1

## Interfaz de impresora 3D.

Interfaz de creación de las piezas para las actividades.



4.7 Imagen: Interfaz impresora 3D

### 4.3.1. Estilos

Para el estilo de juego se han buscado una paleta de colores cálidos, con predominancia del naranja y los azules para la sensación de planeta árido y extraño. Los logotipos y tipografía se han realizado pensando en un usuario más infantil que juvenil o adulto ya que el juego está pensado para ser utilizado por niños.

El mundo está creado con los asserts:

Alien Planet Vol. 3: Con él se ha generado el mundo exterior.

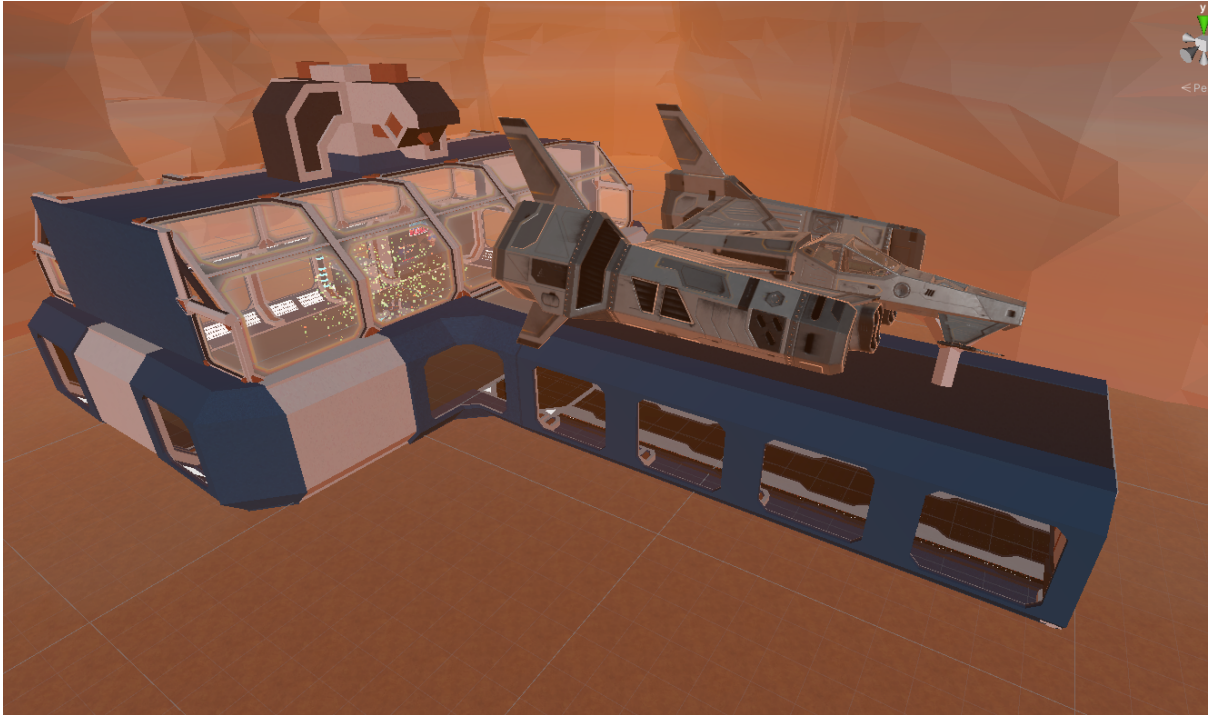
Sci-Fi Styled Modular Pack: Se ha usado para generar la base, su interior, y la base donde emite Iris.

HiRezSpaceshipsCreatorFree: Se ha usado la nave como decorado y como posible actividad.

20 Logos PSD: Se han usado para los logos y las letras.

## BASE ESPACIAL

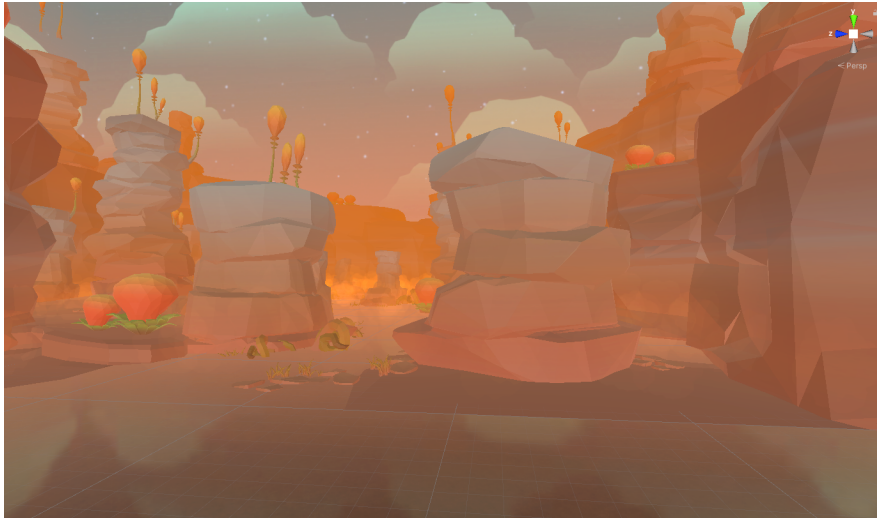
Vista externa del exterior de la base desde donde se inicia el juego.



*4.8 Imagen: Base espacial*

## ZONA EXTERIOR

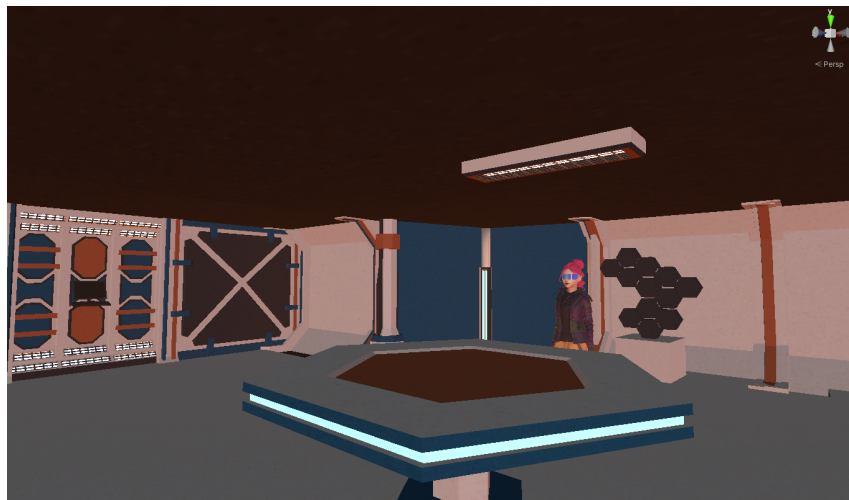
Aunque en el desarrollo de este proyecto la zona exterior es simplemente y pequeña zona de exploración, la idea final es que pertenezca a un mundo más variado y diverso que ayude a tener actividades adicionales para los usuarios.



**4.9 Imagen:Zona Exterior**

#### BASE EN LA TIERRA E IRIS

Pequeña base desde donde Iris informa al jugador de lo que debe hacer y plantea nuevos retos.



**4.10 Imagen:Base Tierra e Iris.**

PANEL DE CONTROL - Conexión y creación de usuario.

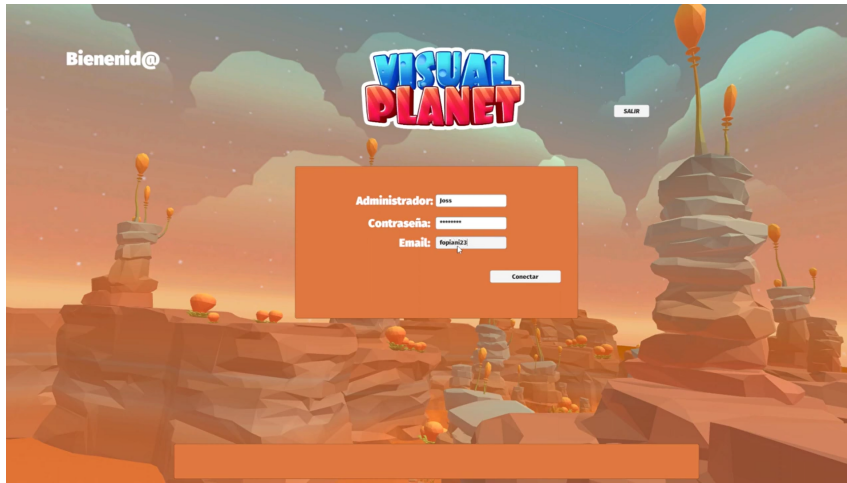


Imagen 4.11 Imagen: Conexión y creación de usuario.

PANEL DE CONTROL - Gestión de usuarios.

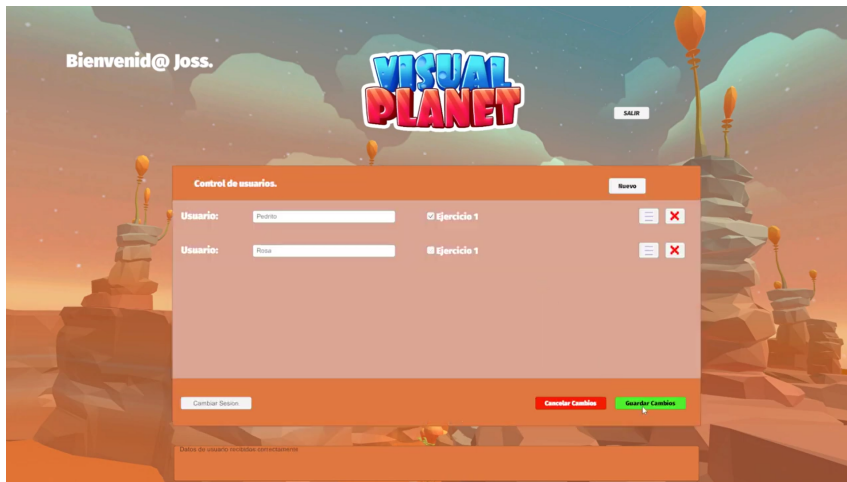
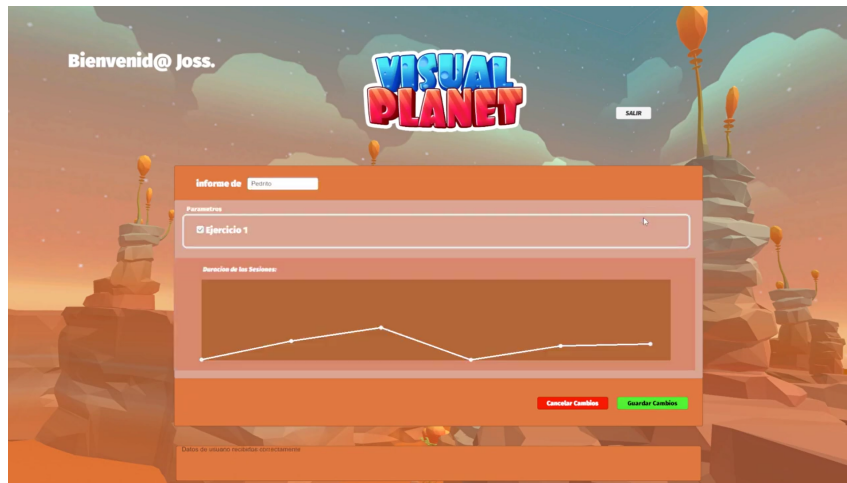


Imagen 4.12 Imagen: Gestión de usuarios.

## PANEL DE CONTROL - Informes.



**Imagen 4.13 Imagen: Informes.**

### 4.3.2. Usabilidad /UX

Se ha tomado como principal referencia principal que los usuarios más comunes serán niños que tienen problemas de visión por lo que se ha intentado realizar interfaces sencillas con formas y botones grandes.

El diseño de la usabilidad se ha visto muy afectado por la naturaleza de usar visores y mandos pensados para realidad virtual, manteniendo la configuración estándar para los desplazamientos, agarre y selección de los distintos problemas.

El principal problema y el mayor inconveniente por la que existen software de este tipo en el mercado, es por el llamado cibermareo. *“El mareo cibernético se refiere a un conjunto de síntomas que ocurren en ausencia de movimiento físico, similar al mareo por movimiento. Estos síntomas se dividen en tres categorías: náuseas, problemas oculomotores y desorientación general. Los síntomas oculomotores, como el cansancio ocular, la fatiga y los dolores de cabeza, implican un exceso de trabajo del nervio que controla el movimiento de los ojos. La desorientación puede manifestarse como mareos y vértigo. Y varios síntomas del cibermareo, como dificultad para concentrarse y visión borrosa, se superponen en categorías. Estos problemas pueden persistir durante horas y afectar la calidad del sueño.*

*Los síntomas del cibermareo tienden a ser más intensos con la realidad virtual y la realidad aumentada.”(15).*

Al final se tomó como decisión de diseño que el movimiento fuera continuo y no como teletransporte, técnica usada en muchos videojuegos para evitar estos efectos.

#### **4.4. Lenguajes de programación y APIs utilizados**

El desarrollo se ha realizado utilizando un ordenador de sobremesa con un Intel(R) Core(TM) i5-4690 CPU 3.50GHz, con 32 GB de RAM junto con un portátil MSI stealth 15m con el software Unity versión 2020.30f1 y con las apis de compilación para Android.

Se ha estado utilizando GitHub como controlador de versiones y Sourcetree como cliente visual de Git en ambos ordenadores.

La codificación del juego se ha realizado mediante Visual Studio 2022 utilizando el entorno de desarrollo para unity en C#,

Los paquetes de unity utilizados más característicos son:

Oculus Hands Physics: Modelo para las manos.

XR Interaction Toolkit, OculusXR plugin y XR Plugin Management: Para la gestión de los recursos de Realidad Virtual.

Post Processing y Universal RP: Para las mejoras visuales.

PlayFab: Para la gestión de usuarios de datos para el servidor de Playfab.

##### **4.4.1 Planteamiento y diseño del Panel de control que gestiona los pacientes y/o usuarios.**

Debido a la dificultad que sería manejar un entorno de gestión de pacientes dentro unas gafas de realidad virtual, y puesto que uno de los requisitos de este proyecto es que el propio paciente pudiera ser controlado desde su casa por el especialista, se tomó la decisión dentro del diseño de este software que el panel de control de usuario fuera gestionado a partir de datos que fueran almacenados en la nube, desligando así la gestión del dispositivo y que se pudieran gestionar los datos de los usuarios en un dispositivo distinto al de las gafas de realidad virtual usadas para ejecutar el juego. Dando mucha más versatilidad en el desarrollo del proyecto.

Para el almacenamiento de los datos en la “nube”, se optó por usar los servicios de PlayFab que es una plataforma back-end completa utilizada para construir, lanzar y desarrollar juegos conectados a la nube. Sus herramientas están diseñadas para ser utilizadas por los desarrolladores de juegos en todas las plataformas (dispositivos móviles, PC y consolas). La elección de esta plataforma ha estado influenciada por la asignatura de Multijugador cursada durante este Master, ya que parte del temario estaba fundamentado en la utilización de estos servicios, y ya había desarrollado varios interfaces utilizando la API para Unity, por lo que disminuiría el tiempo de desarrollo, además de tener servicios gratuitos es fácilmente escalable.

Una vez decidida la plataforma de almacenamiento de la aplicación en la nube, y dada la versatilidad que da Playfab para la gestión de los servicios se desligaba completamente la información del jugador al sistema de realidad virtual pudiendo utilizar como gestión a los datos recabados por el juego un software compatible con Playfab, ya sea móviles, consola, Pc o casi cualquier dispositivo con acceso a internet.

Finalmente para el desarrollo del software la gestión de datos de los jugadores se ha tomado la decisión de realizarla también en Unity. Si bien Unity es un plataforma para el desarrollo de videojuegos y tiene herramientas que pudieran ser utilizadas para el desarrollo de una aplicación de software no es el entorno de desarrollo más adecuado actualmente para realizar una aplicación de gestión de usuarios ya que existen otras metodología de desarrollo más centrada en este tipo de tareas y con la posibilidad de estar integrada fácilmente en aplicaciones de escritorio y para dispositivos móviles al mismo tiempo utilizando desarrollo web, además de no ser tan especializada como el desarrollo en Unity, con lo que a la hora de desarrollarse como un producto comercial incrementaría los costes de desarrollo. Sin embargo al ser desarrolladas ambas en Unity he podido disminuir el tiempo de desarrollo utilizando para ambas aplicaciones las mismas clases, como puede ser la API de Playfab y el manejo de los datos desde los menú para ser utilizados en ambos desarrollos. Al ser desarrollado todo por una sola persona se consigue tener en un mismo proyecto los dos software dentro de unity gestionados como escenas distintas. Al utilizar también en ambos programas las mismas clases para el manejo y almacenamiento de los datos, la actualización y cambio se realizan más rápidamente.

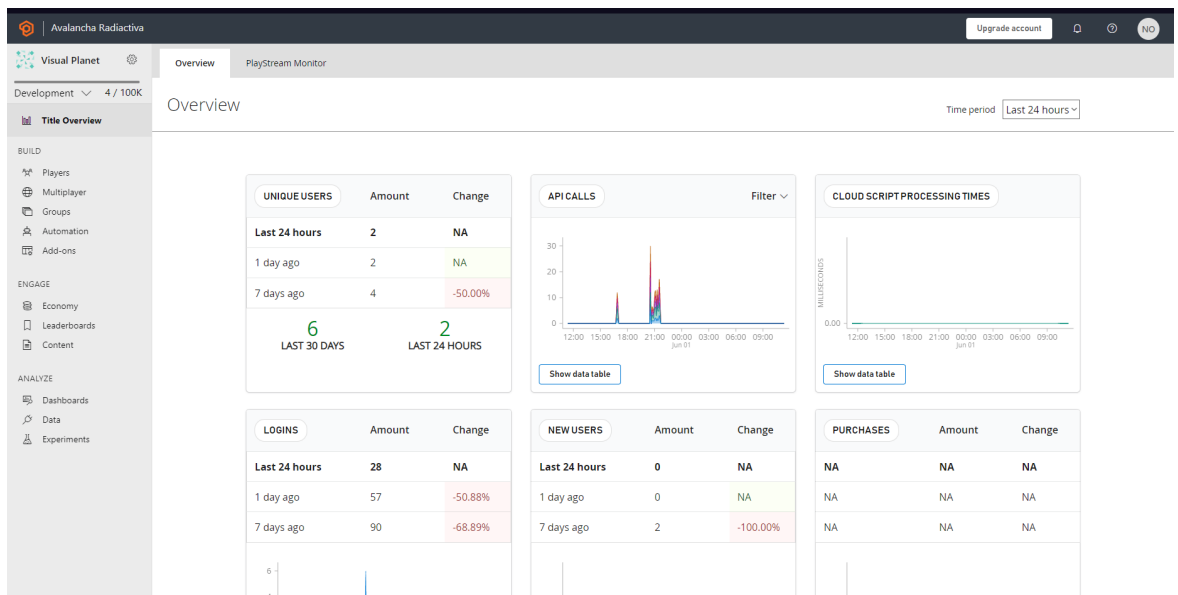
Por otro lado, el uso de una plataforma de desarrollo para web hubiera permitido mayor versatilidad a los clientes permitiendo una mayoy compatibilidad con distintos dispositivos, una carga de trabajo menor a largo plazo, un uso mayoy de herramientas compatibles, y un desarrollo no tan especializado como un desarrollo en Unity.



## 5. Implementación

### 5.1. Requisitos de instalación

La puesta en marcha del proyecto requiere de estar dado de alta y tener un estudio y un producto dentro de la plataforma Playfab para la gestión de los datos de la nube. Actualmente el producto ya está dado de alta en playfab y tiene su identificador y estudio asociado. Este identificador es requerido por la API de Playfab de unity para su uso.



5.1 Image: Pizarra o Dashboard de Playfab

Requisitos para las Gafas de Realidad Virtual.

Gafas Oculus Quest 2	
Hardware	
Operating system version	Android
CPU	ARM 64-bit (Snapdragon 835)
GPU	OpenGL ES 3.0

## Requisitos para PC

<b>Sistema Operativo</b>	<b>Windows</b>
<b>Versión del sistema operativo</b>	Windows 7 (SP1+) y Windows 10
<b>CPU</b>	x86, x64.
<b>Graphics API</b>	DX10, DX11.

## 5.2. Instrucciones de instalación.

Para poder jugar a Visual Planet tenemos que dar de alta el usuario que se encargará de la gestión de los jugadores, para ello, desde la aplicación de gestión de escritorio y una vez la ejecutemos debemos introducir nuestro correo electrónico, una clave y un nombre, inicialmente si estos datos no están en el sistema, el mismo software se encargará de crear al nuevo usuario.

Una vez creado debemos añadir los datos de los nuevos jugadores, en nuestro caso añadirle el nombre y que tendrá disponible el ejercicio 1. Una vez dado de alta, debemos ahora ejecutar nuestra aplicación en las Gafas virtuales, y dentro de la misma entrar dentro de la opción de datos de usuario. Allí aunque no es necesario tener un teclado conectado a las gafas es aconsejable, aunque se ha habilitado un teclado virtual para poder realizar este proceso sin la necesidad del mismo. Es importante que primero nos conectemos con los datos del administrador, y que una vez que nos dé el mensaje de que estemos conectados con éxito, escribir el nombre del jugador donde se almacenarán las estadísticas del juego y hacer click en guardar. Con esto ya tenemos configurada las gafas para usarlas. La aplicación almacenará los datos de conexión la primera vez y ya no tendremos que entrar más.

Es importante que al finalizar la sesión de juego siempre salgamos de manera manual de la aplicación usando el menú de la televisión dentro de la base espacial para que las estadísticas se guarden correctamente.

## 6. Demostración

### 6.1. Tests

El juego se ha probado en 3 personas adultas, dos hombres y una mujer, y un niño de 10 años. Todos ellos acostumbrados a la utilización de productos de nueva tecnología pero no a gafas de realidad virtual.

Durante las pruebas tanto la mujer como uno de los hombres, ambos menos acostumbrados a jugar a videojuegos experimentaron mareos debido al desplazamiento del personaje y la cámara que se realiza de forma continua. Esto es debido al Cibermareo.

*“El cibermareo’, es una reacción física desfavorable producida por el uso de tecnologías de realidad virtual. Se produce cuando la exposición a un entorno virtual provoca síntomas similares a los síntomas comunes del mareo por movimiento. Los síntomas más usuales son: malestar general, dolor de cabeza, náuseas, vómitos, palidez, sudoración, fatiga, somnolencia, desorientación y apatía. Otro indicador es la inestabilidad postural. Los cibermareos se distinguen del mareo común en el hecho de que estos están provocados por la sensación visual del movimiento propio, sin necesidad de movimiento real. También se diferencian de la sensación producida por los simuladores de movimiento (simulator sickness), puesto que esta se caracteriza por alteraciones oculomotoras, mientras que el cibermareo tiende a provocar desorientación.*

*El uso de la realidad virtual (RV o VR) ha despertado durante más de diez años el interés de los clínicos y los investigadores, puesto que permite a los usuarios hacer frente a situaciones temidas mediante ambientes estandarizados que emulan la realidad. Estos son capaces de evocar estados emocionales, cogniciones y comportamientos que son muy similares a los que son experimentados en la vida cotidiana. Aunque el uso de esta tecnología tiene muchas ventajas, los efectos sobre la salud y la seguridad de los usuarios siguen siendo áreas sin explorar” [18]*

Tanto el niño como el otro hombre adulto no experimentaron esta sensación de mareo, incluso a pesar de pasar más tiempo dentro de la aplicación.

Para solucionar o atenuar este problema se puede plantear cambios de cómo nos desplazamos con las gafas de realidad virtual, utilizando la técnica del teletransporte, en las que para movernos seleccionaremos una zona del entorno teletransportándonos directamente a esa ubicación, con esa implementación podríamos disminuir esta sensación, pero bajaríamos muchísimo el nivel de inmersión del usuario, lo que podría llevar a disminuir la atención del niño al juego . Aunque a medida que la tecnología vaya avanzando y exista menos latencia y mayor FPS estos problemas podrían ir solucionándose, pero ya deberíamos usar otro tipo de hardware.

## **6.2. Ejemplos de uso del producto (o guía de usuario)**

Inicialmente debemos seguir los pasos de instalación tanto para el Software de Windows como para la instalación del programa dentro de las gafas de realidad virtual.

Una vez instalado debemos entrar en la aplicación de escritorio para darnos de alta dentro de la aplicación, usando nuestro correo electrónico, un nombre para identificarnos y una clave, si el servidor no encuentra el usuario dentro de los datos de jugadores creará uno nuevo y ya podríamos acceder al panel de control para la gestión de usuarios, por lo que ahora en adelante a este usuario lo llamaremos administrador.

El siguiente paso sería crear un usuario para las gafas de realidad virtual usando para su creación un nombre único, y asignando los parámetros adecuados para ese usuario en concreto.

Una vez creado el usuario y asignado los parámetros debemos coger las gafas de realidad virtual y ejecutar Virtual Planet en ellas. Seleccionaremos la opción de Datos del jugador y rellenaremos los datos del administrador y pulsamos conectar. Una vez conectado ponemos el nombre del usuario y le damos a guardar. Esta configuración solo es necesaria realizarla la primera vez que usemos las gafas después de una instalación, y en sistema recordará estos parámetros para posteriores usos.

Una vez estemos conectados correctamente podremos darle al botón jugar, donde el menú nos permitirá Empezar un nuevo desafío como ejercicio 1, o realizar el tutorial. Además el jugador podrá moverse por la base y el entorno sin tener que jugar a ningún ejercicio.

## 7. Conclusiones y líneas de futuro

### 7.1. Conclusiones

#### ¿Qué lecciones se han aprendido del trabajo?

Cuando comencé el desarrollo del proyecto mis conocimientos sobre programación para gafas de realidad virtual eran nulo, y menos aún sobre terapias visuales. Por lo que embarcarse en un proyecto semejante era una aventura desconocida donde iba a tener que aprender y experimentar con muchos de los conocimientos de ambas disciplinas. Aunque sabía que esto implicaba un mayor tiempo en adquirir habilidades que no iban a verse ni a demostrarse claramente en el desarrollo final del proyecto, tomé la decisión de seguir adelante con el mismo ya que por otro lado podría poner a prueba los conocimientos adquiridos a lo largo del Máster en situaciones con un contexto distinto al que se había estado practicando durante las diferentes asignaturas.

Muchas de las habilidades adquiridas en el desarrollo del proyecto, como la preparación de un entorno de desarrollo de un producto para Realidad Virtual, utilizar e investigar sobre estudios científicos que puedan sustentar tu producto o ayudarte de ellos para crear tu propia versión de los mismo, han sido posible gracias a los conocimientos aportados por el temario del master que han sido la base donde se ha construido el proyecto.

Como desventaja, al ser un desarrollo con elementos experimentales dentro de las API y los elementos básicos de gestión de la realidad virtual como las físicas y controles, no están completamente depuradas, y requiere de conocimientos, configuraciones y pruebas para que el sistema funcione correctamente, estos inconvenientes son muy frustrantes y me han llevado a veces a estar a punto de desistir en el proyecto y desarrollar otro con un perfil más “tradicional”.

#### ¿Hemos conseguido todos los objetivos?

Como en casi cualquier desarrollo y más aún experimental conseguir los objetivos finales es complicado, sin embargo siempre se plantean objetivos mínimos que son necesarios en el producto para que sea comerciable y estos si que son más fáciles de alcanzar.

Crear distintos ejercicios para las terapias e incluso incluir distintos tipo de terapias con diferente parámetros e informes estadísticos, dentro de un entorno eficiente para un terapeuta y crear con ellos una aventura inmersiva que permita a los jugadores disfrutar de un videojuego mientras mejoran sus capacidades visuales o se detectan claramente deficiencias es un planteamiento muy ambicioso y que posiblemente no estuviera al alcance de un proyecto de fin de máster. Sin embargo creo que el proyecto pone los cimientos para un desarrollo más largo, afirmando que se ha podido llegar a unos objetivos mínimos donde se ha producido un producto muy aceptable que sirva como un prototipo para un producto mayor,

*¿Se ha seguido la planificación?*

Fundamentalmente si, aunque han surgido problemas debido a que tenía un desconocimiento completo del desarrollo para Realidad Virtual.

*¿La metodología prevista ha sido la adecuada?*

Perfectamente, el uso de prototipos incrementales ha ayudado mucho a experimentar , mejorar la funcionalidad y la resolución de problemas.

*¿Se han tenido que introducir cambios para garantizar el éxito del trabajo? ¿Por qué?*

Se han disminuido requisitos en objetivos finales que hubieran dado un mayor atractivo al desarrollo final.

## **7.2. Líneas de futuro**

Además de lo anteriormente señalado, es decir crear distintos ejercicios basados en ejercicios “tradicionales” de terapia y ampliar mucho más los registros y parámetros para la creación de informes realmente útiles para los terapeutas añadiría distintas líneas para el futuro de la aplicación.



### Línea de Investigación

Tener un mayor contacto con los usuarios finales del producto es algo fundamental dentro de un producto de este tipo, por lo que una línea principal de trabajo sería mediante entrevistas con profesionales para identificar nuevos ejercicios y parámetros útiles para el producto.

### Línea de diseño.

Actualmente el diseño ha sido generado con asset gratuitos o de bajo coste en la Asset Store de Unity, busca un diseño más homogéneo, inmersivo y atractivo para niños además de producir asset propios para los nuevos ejercicios, como robots, animales y plantas alienígenas, herramientas futuristas, efecto visuales para la creación de objetos y el uso de las herramientas. Efectos sobre el casco del jugador que realice restricciones a la capacidad visual, efectos de estado... Vehículos y un planeta más vivo y atractivo.

### Línea de Hardware

Revisión del código para añadir nuevas gafas de realidad virtual.

Crear dispositivos que puedan colocarse en las gafas que registren la actividad del ojo durante el juego y que ayuden a los optometristas a mejorar e identificar las deficiencias visuales del paciente.

## 8. Bibliografía

- [1] **WIRED website:** <https://www.acotv.org/es/area-visual/16-tratamientos/21-terapia-visual.html>
- [2] Rosser JCJ, Lynch PJ, Cuddihy L, Gentile DA, Klonsky J, Merrell R. The impact of video games on training surgeons in the 21st century. *Archives of Surgery* 2007;142:181–186. [PubMed: 17309970]
- [3] Greenfield PM, DeWinstanley P, Kilpatrick H, Kaye D. Action video games and informal education: Effects on strategies for dividing visual attention. *Journal of Applied Developmental Psychology* 1994;15:105–123
- [4] Trick LM, Jaspers-Fayer F, Sethi N. Multiple-object tracking in children: The “catch the spiers” task. *Cognitive Development* 2005;20:373–387.
- [5] Michael P. Doyle, Dip.App.Sc (Optom), GradCertOcTherap, Bassendean, Perth, Australia. *Vision Therapy In the Modern Behavioural Optometry Practice: The History of Vision Therapy and Contemporary Approaches to Case Selection, Case Management, and the Delivery of Treatment. Optometry & Visual Performance. Volume 4. Issue1: 15- 24. February 2016*
- [6] Eadie AS, Gray LS, Carlin P, et al. Modelling adaptation effects in vergence and accommodation after exposure to a simulated virtual reality stimulus. *Ophthalmic Physiol Opt* 2000;20:242–51.
- [7] Dan L. Fortenbacher, OD, FCOVD, Alyssa Bartolini, OD, Brian Dornbos, OD, Tuan tran, OD. *Vision Therapy and Virtual Reality Applications. Advances in Ophthalmology and Optometry III (2018) 39-59. Elsevier. USA. 2018*
- [8] Bosquet S. *Terapia visual dicóptica para la ambliopía en niños: revisión bibliográfica. Departamento de Óptica, Farmacología y Anatomía. Universidad de Alicante. Artículo Científico*
- [9] Kelly KR, Jost RM, Dao L, Beauchamp CL, Lefer JN, Birch EE. Binocular iPad Game vs. Patching for Treatment of Amblyopia in Children: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol.* 2016 Dec 1; 134(12):1402-08
- [10] Hess RF, Thompson B, Black JM, Machara G, Zhang P, Bobier WR, An iPod treatment of amblyopia: an updated binocular approach. *Cooperstock J.Optom.* 2012 Feb 15;83(2):87-94.
- [11] **Learning Resources website:**  
[“https://www.learningresources.com/item-mental-bloxr-critical-thinking-game”](https://www.learningresources.com/item-mental-bloxr-critical-thinking-game)
- [12] **Educando tu mirada website:** [“https://educandotumirada.es/multimatrix-juego-desarrollo/”](https://educandotumirada.es/multimatrix-juego-desarrollo/)
- [13] **Ready Player me website:** [“https://readyplayer.me/es”](https://readyplayer.me/es)
- [14] **Mixamo website:** [“https://www.mixamo.com/”](https://www.mixamo.com/)

[15] Psyciencia definición de cybermareo website:

“<https://www.psyciencia.com/cibermareo-causas-tratamiento>”

[16] Playfab website <https://playfab.com>

[17] JSON website <http://www.json.org/json-es.html>

[18] Yildirim, Caglar (20 de agosto de 2019). «Don't make me sick: investigating the incidence of cybersickness in commercial virtual reality headsets». Virtual Reality. ISSN 1359-4338