



Universidad
Rey Juan Carlos

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

GRADO EN DISEÑO Y DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS

Curso Académico 2022/2023

Trabajo Fin de Grado

Realidad Virtual como terapia para el cáncer:

primera adaptación para niños.

Autor: Alejandro Requena Díaz
Rocío Campo Castaño

Directores: Daniel Palacios Alonso
María Zapata Cáceres

Resumen

Este trabajo de fin de grado presenta el desarrollo del videojuego *Jadoraki*, el cual sirve de base para la realización de un estudio donde se investiga la mejora de las condiciones de los pacientes oncopediátricos al jugar al videojuego. Se parte de la hipótesis de que la producción de presencia con juego en realidad virtual es una herramienta capaz de introducir al jugador al estado de flujo, donde se pierde la noción del tiempo y la autoconsciencia, produciendo en el paciente una reducción de dolor ya demostrada en otros estudios.

Una vez desarrollado el videojuego, se han realizado una serie de pruebas para perfeccionar su estado y comprobar la veracidad de la hipótesis.

Tras la realización de las pruebas, se ha determinado que el juego es capaz de introducir a los jugadores al estado de flujo mediante la presencia, abriendo la puerta para que en el futuro se pueda llevar directamente a hospitales para mejorar la vida a los pacientes.

Palabras clave: Realidad Virtual, Dolor, Estado de Flujo, Cáncer, Presencia.

Abstract

The objective of this end-of-degree project is to develop the Jadoraki video game, which will serve as a basis for a longitudinal study that investigates whether playing the game improves the health status of oncopediatric patients. According to this hypothesis, a virtual reality game that produces presence can introduce the player into a state of flow, where time and self-awareness are lost, resulting in reduced pain in the patient, as has already been demonstrated. The same hypothesis has also been tested in other studies.

To confirm the validity of the hypothesis, a series of tests have been conducted once the video game has been developed.

Through testing, the game has been shown to be capable of leading players into a flow state through presence, making it feasible to take it directly into hospitals for patient care in the future.

Keywords: Virtual Reality, Pain, Flow State, Cancer, Presence.

AGRADECIMIENTOS

Este documento está dedicado a cada una de las personas que nos han ayudado a hacer este videojuego realidad ya sea por sus ideas o por sus pruebas.

Agradecer a nuestros tutores, Daniel Palacios y María Zapata, por permitir llevar a cabo este proyecto y a Eva Moncunil por ayudarnos a intentar entrar en su hospital para hacer las pruebas.

Agradecer a todos aquellos jugadores que han probado y dado cariño a nuestro juego y sobre todo, agradecer a nuestro equipo de Virtual Ravens quien nos han permitido llegar a donde estamos hoy.

Índice de contenido

Introducción	1
Estado del Arte.....	2
Objetivos	4
Descripción del Problema.....	4
Objetivos Principales	4
Objetivos Secundarios	5
Estudio de Alternativas.....	5
Metodología	6
Roles del Equipo	7
Planificación	8
Investigación.....	8
Diseño del Juego.....	8
Desarrollo de la Demo	9
Pulido de la Demo.....	9
Marco Teórico	11
Descripción del Cáncer y su Tratamiento.....	11
Medicina Centrada en el Paciente	12
Ludificación en el Ámbito Sanitario	13
Ludificación Dirigida al Personal Médico.....	13
Ludificación Dirigida a los Pacientes.....	14
Teoría de la Inmersión y Presencia en la Realidad Virtual.....	17
Realidad Extendida y su Capacidad de Inmersión	20

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Realidad Aumentada o RA.....	20
Realidad Mixta.....	22
Realidad Virtual.....	24
Análisis, Diseño y Arte.....	26
Análisis.....	26
Requisitos Funcionales.....	26
Requisitos no Funcionales.....	34
Herramientas de Software.....	37
Diseño.....	57
Jadoraki: Narrativa, Concepto y Objetivo.....	57
Personajes.....	58
Diagrama de Flujo y Niveles.....	61
Interfaz de Usuario.....	68
Controles.....	73
Diseño de Mecánicas.....	75
Arte.....	79
Arte Conceptual.....	79
Arte 3D.....	85
Interfaz de Usuario.....	94
Descripción Informática.....	99
Implementación en RV.....	99
Interacciones.....	101
Animaciones.....	102
Implementación de las Escenas.....	103

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Trappist.....	103
Kimera.....	105
Tutorial	107
Kimia.....	107
Isari.....	109
Cámara.....	112
Sistema de fundido a negro	112
Shaders.....	113
Flat Kit	114
Postprocesado.....	115
VFX	116
Sistema de sonido	119
Validación	121
Testing.....	122
Alpha.....	122
Beta	122
Golden.....	124
Análisis de los resultados.....	124
Conclusiones	131
Logros conseguidos.....	131
Lecciones aprendidas.....	131
Líneas futuras	132
Bibliografía.....	134
Anexos.....	159

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Cuestionario.....	159
Pre-juego.....	162
Post-juego	166
Opiniones del Juego.....	169

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 - AUMENTO DE SUPERVIVENCIA EN EL CÁNCER INFANTIL	1
ILUSTRACIÓN 2 - VALOR DEL MERCADO DE LA RV Y AR EN EL SECTOR SANITARIO EN 2018 Y 2025	3
ILUSTRACIÓN 3 - OCULUS QUEST 2	6
ILUSTRACIÓN 4 - AVANCE DEL TABLERO DE TRELLO	7
ILUSTRACIÓN 5 - PLANIFICACIÓN	10
ILUSTRACIÓN 6 - VR PAIN FEELSGOOD (GOOGLE PLAY).....	15
ILUSTRACIÓN 7 - RE-MISSION (2006)	16
ILUSTRACIÓN 8 - ROCKET VR HEALTH.....	17
ILUSTRACIÓN 9 - PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN DE AMBIENTES ARTIFICIALES EN EL USUARIO.	19
ILUSTRACIÓN 10 - CONTINUO DE LA VIRTUALIDAD.....	20
ILUSTRACIÓN 11 – ARQUAKE (2000).....	21
ILUSTRACIÓN 12 - IRON MAN (2008).....	21
ILUSTRACIÓN 13 - POKEMON GO (2016).....	22
ILUSTRACIÓN 14 - MODIFICACIÓN DEL PASSTHROUGH	23
ILUSTRACIÓN 15 - LA ESPADA DE DAMOCLES.....	24
ILUSTRACIÓN 16 - META QUEST 2	25
ILUSTRACIÓN 17 - LOGOTIPO DE TRELLO	37
ILUSTRACIÓN 18 - LISTAS EN TRELLO I (DISEÑO, BACKLOG Y TO DO).....	38
ILUSTRACIÓN 19 - LISTAS EN TRELLO II (DOING).....	39
ILUSTRACIÓN 20 - LISTAS EN TRELLO III (TESTING Y DONE)	40
ILUSTRACIÓN 21 – NOTION	41
ILUSTRACIÓN 22 - BRAND ASSETS NOTION	42
ILUSTRACIÓN 23 - TABLA DE ERRORES	43
ILUSTRACIÓN 24 - DISCORD.....	44
ILUSTRACIÓN 25 - MICROSOFT TEAMS	45
ILUSTRACIÓN 26 - CONFIGURACIÓN DEL URP	46

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

ILUSTRACIÓN 27 - SHADER GRAPH.....	47
ILUSTRACIÓN 28 - ANIMATOR DE LOS ENEMIGOS.....	48
ILUSTRACIÓN 29 - BLEND TREE DE LAS ANIMACIONES DE LAS MANOS	49
ILUSTRACIÓN 30 - UNITY INPUT SYSTEM.....	50
ILUSTRACIÓN 31 - UNITY PARTICLE SYSTEM	51
ILUSTRACIÓN 32 - LISTADO DE USUARIOS TRAS LA PRUEBA.....	53
ILUSTRACIÓN 33 - CAPTURA DE LOS DATOS RECOPIADOS DENTRO DE UN USUARIO.....	54
ILUSTRACIÓN 34 - LOGOTIPO GITHUB	54
ILUSTRACIÓN 35 - INTELLISENSE DE RIDER.....	55
ILUSTRACIÓN 36 - EJEMPLO DE MODELO EN 3DS MAX	56
ILUSTRACIÓN 37 - PROCREATE	57
ILUSTRACIÓN 38 - PLANETAS DE ENTRENAMIENTO.....	58
ILUSTRACIÓN 39 - BOCETOS DE LOS PERSONAJES DE LA DEMO	59
ILUSTRACIÓN 40 - EJEMPLO DE CARTA DE PERSONAJE	60
ILUSTRACIÓN 41 - DIAGRAMA DE FLUJO	62
ILUSTRACIÓN 42 - LOGO DEL DESARROLLADOR	62
ILUSTRACIÓN 43 - VISIÓN DEL LOGO DENTRO DE LA RV.....	62
ILUSTRACIÓN 44 - TRAPPIST	63
ILUSTRACIÓN 45 - MENSAJES DEL TUTORIAL.....	64
ILUSTRACIÓN 46 - KIMERA	65
ILUSTRACIÓN 47 - KIMIA.....	66
ILUSTRACIÓN 48 - ISARI.....	67
ILUSTRACIÓN 49 - SATURNIA	68
ILUSTRACIÓN 50 - BOCETO INTERFAZ PRINCIPAL.....	69
ILUSTRACIÓN 51 - INTERFAZ FINAL.....	70
ILUSTRACIÓN 52 - BOCETOS DE LAS POSIBLES INTERFACES	71
ILUSTRACIÓN 53 - BARRAS DE VIDA.....	72
ILUSTRACIÓN 54 - PIZARRA.....	72

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

ILUSTRACIÓN 55 - PORTÁTIL DE USUARIO.....	73
ILUSTRACIÓN 56 – CONTROLES.....	74
ILUSTRACIÓN 57 – RAYO.....	74
ILUSTRACIÓN 58 - PLATAFORMA DE TELETRANSPORTE	77
ILUSTRACIÓN 59 - BASE ASTRAL.....	78
ILUSTRACIÓN 60 - PLANETA BIEN COLOCADO	78
ILUSTRACIÓN 61 – VARITA, ARTE CONCEPTUAL	80
ILUSTRACIÓN 62 - CALDERO, ARTE CONCEPTUAL.....	80
ILUSTRACIÓN 63 - MEGU, ARTE CONCEPTUAL.....	81
ILUSTRACIÓN 64 - LICHI, ARTE CONCEPTUAL.....	82
ILUSTRACIÓN 65 - ONELIS, ARTE CONCEPTUAL	83
ILUSTRACIÓN 66 - ESCENARIOS, BOCETOS	84
ILUSTRACIÓN 67 - EJEMPLO DE UNO DE LOS CIELOS DEL VIDEOJUEGO	86
ILUSTRACIÓN 68 – MANO PRIMERA VERSIÓN	87
ILUSTRACIÓN 69 - COLORES DE PIEL	88
ILUSTRACIÓN 70 - MAPAS DE TEXTURAS DE LAS MANOS.....	88
ILUSTRACIÓN 71 - TEXTURAS DE LOS LIBROS	89
ILUSTRACIÓN 72 - COMPARACIÓN DE LIBROS.....	90
ILUSTRACIÓN 73 - POCIÓN INICIAL.....	91
ILUSTRACIÓN 74 - VERSIÓN 2 DE LA POCIÓN.....	92
ILUSTRACIÓN 75 - VERSIÓN FINAL DE LA POCIÓN	92
ILUSTRACIÓN 76 - FOTOGRAMAS DEL ONELI 3	93
ILUSTRACIÓN 77 - MEGU SENTADO.....	94
ILUSTRACIÓN 78 - BARRA DEL ONELI NIVEL 3	95
ILUSTRACIÓN 79 - ICONOS DE LOS TUTORIALES.....	96
ILUSTRACIÓN 80 - POCIONES 2D	97
ILUSTRACIÓN 81 - PISTAS DEL JUEGO	98
ILUSTRACIÓN 82 - INSTALACIÓN DE XR INTERACTION TOOLKIT.	100

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

ILUSTRACIÓN 83 - CONFIGURACIÓN DE XR TOOLKIT PARA PC.....	101
ILUSTRACIÓN 84 - SENSOR DEL BOTÓN GRIP.	102
ILUSTRACIÓN 85 - ANIMACIÓN DE LA VARITA.	102
ILUSTRACIÓN 86 - TECLADO PARA EL REGISTRO DE USUARIOS	104
ILUSTRACIÓN 87 - INFORMACIÓN SOBRE EL REGISTRO.....	105
ILUSTRACIÓN 88 - SELECTOR DE PLANETAS EN KIMERA.	106
ILUSTRACIÓN 89 - MINIJUEGO DE LANZAMIENTO DE TAZAS.....	106
ILUSTRACIÓN 90 - MÁQUINA DE ESTADOS	107
ILUSTRACIÓN 91 - KIMIA.....	108
ILUSTRACIÓN 92 - LIBRO DE RECETAS EN ISARI.	109
ILUSTRACIÓN 93 - ENEMIGOS EN EL PLANETA ISARI.	110
ILUSTRACIÓN 94 - SISTEMA DE SALUD	111
ILUSTRACIÓN 95 - AUDIO LISTENER.....	112
ILUSTRACIÓN 95 - COMPARACIÓN DEL EFECTO VIÑETA DURANTE EL TELETRANSPORTE.....	112
ILUSTRACIÓN 96 - EJEMPLO DEL EFECTO VIÑETA ENTRE ESCENAS.	113
ILUSTRACIÓN 97 - PRIMERAS PRUEBAS DE SHADERS.	114
ILUSTRACIÓN 98 - EJEMPLO DEL RESULTADO DE LOS LÍQUIDOS.....	115
ILUSTRACIÓN 99 - RENDERIZADO DE CONTORNOS. EJEMPLO ILUSTRATIVO EN OTRO COLOR.....	116
ILUSTRACIÓN 100 - MATERIAL EDITABLE DE ALL IN 1 VFX TOOLKIT.	118
ILUSTRACIÓN 101 - EJEMPLO DE LA JERARQUÍA DE UN VFX.	119
ILUSTRACIÓN 103 - SISTEMA DE SONIDO	120
ILUSTRACIÓN 102 - VFX MOSTRADO AL PODER HACER TELETRANSPORTE.	123
ILUSTRACIÓN 103 - ESTADO ANÍMICO ANTES DE JUGAR.....	126
ILUSTRACIÓN 104 - ESTADO ANÍMICO DESPUÉS DE JUGAR.	127
ILUSTRACIÓN 105 - RESULTADOS SOBRE EL MAREO PRODUCIDO POR EL JUEGO.....	128
ILUSTRACIÓN 106 - OPINIÓN GENERAL SOBRE EL VIDEOJUEGO.....	129

Índice de tablas

TABLA 1 - EJEMPLO TABLA DE REQUISITOS	26
TABLA 2 – REQUISITO FUNCIONAL 1	27
TABLA 3 – REQUISITO FUNCIONAL 2	27
TABLA 4 – REQUISITO FUNCIONAL 3	27
TABLA 5 – REQUISITO FUNCIONAL 4.....	28
TABLA 6 – REQUISITO FUNCIONAL 5	28
TABLA 7 – REQUISITO FUNCIONAL 6.....	29
TABLA 8 – REQUISITO FUNCIONAL 7	29
TABLA 9 – REQUISITO FUNCIONAL 8	30
TABLA 10 – REQUISITO FUNCIONAL 9.....	30
TABLA 11 – REQUISITO FUNCIONAL 10.....	31
TABLA 12 – REQUISITO FUNCIONAL 11.....	31
TABLA 13 - REQUISITO FUNCIONAL 12.....	32
TABLA 14 - REQUISITO FUNCIONAL 13	32
TABLA 15 - REQUISITO FUNCIONAL 14	32
TABLA 16 - REQUISITO FUNCIONAL 15	33
TABLA 17 - REQUISITO FUNCIONAL 16	33
TABLA 18 - REQUISITO FUNCIONAL 17	33
TABLA 19 - REQUISITO FUNCIONAL 18	34
TABLA 20 - REQUISITO NO FUNCIONAL 1	34
TABLA 21 - REQUISITO NO FUNCIONAL 2.....	35
TABLA 22 - REQUISITO NO FUNCIONAL 3	35
TABLA 23 - REQUISITO NO FUNCIONAL 4	35
TABLA 24 - REQUISITO NO FUNCIONAL 5	36
TABLA 25 - REQUISITO NO FUNCIONAL 6	36
TABLA 26 - TABLA DE DATOS DE LA PRUEBA GOLDEN.....	125

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

TABLA 27 - DATOS TOTALES PLASMADOS EN UN GRÁFICO DE BARRAS. 125

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Glosario

A

Android

Sistema operativo móvil basado en el núcleo Linux y otros software de código abierto55

Animator

Herramienta de Unity para la gestión de animaciones 66

Asset

Cualquier recurso creado para la posterior utilización dentro de un videojuego 26

B

Back-end

Parte del desarrollo del software no visible por los usuarios, generalmente relacionado con servicios en línea/servidores..... 70

Backlog

Lista de trabajo ordenado por prioridades para el equipo de desarrollo.....55

Blend Tree

Subherramienta del Animator que permite la mezcla entre varias animaciones.....67

Box modeling

Técnica de modelado que consiste en la construcción de una forma a partir de una primitiva.103

C

Canal de renderizado

Considerado un vulgarismo en castellano, proviene de la palabra inglesa *rendering*. Es el lugar en el que el ordenador dibuja, pinta o representa algo en la pantalla 63

Cardboard

Gafas de realidad virtual para visualizar contenidos y aplicaciones en 360 grados en dispositivos móviles 22

Cinetosis

Mareo por movimiento 52

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Cirugía

Este procedimiento el doctor se encarga de extirpar en el quirófano el cáncer del cuerpo del paciente..... 29

Corrutina

Son funciones que se ejecutan a lo largo de un espacio de tiempo, con la posibilidad de llamarse recursivamente tras el paso del tiempo. 128

D

Demo

Versión jugable reducida de un videojuego . 26

Dolor

Experiencia sensorial o emocional desagradable de daño tisular real o potencial, o una sensación descrita de forma similar a un daño tisular.18

E

Easter Egg

Huevo de pascua, en inglés. Se entiende como funcionalidad secreta de un videojuego que no es perceptible a simple vista..... 48

Escala de Fibonacci

Sucesión infinita de números naturales..... 55

Escena

Asset que contiene todo o parte del juego en Unity...... 121

F

Flatkit

Herramienta externa que suministra *shaders* con estilo de dibujo animado.....132

Framework

Herramienta encargada de ayudar al desarrollador a codificar mejor y más rápido 64

G

GIF

Formato de archivo rasterizado diseñado para imágenes simples..... 89

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Github

Forja para alojar proyectos utilizando un control de versiones..... 22

H

Hipótesis

Enunciado no verificado que se intenta confirmar o refutar 20

I

IDE

Aplicación de software que ayuda a los programadores a desarrollar código.72

Inmersión

Tecnología que contiene un sistema de realidad extendida y es capaz de desafiar los sistemas perceptivos y cognitivos del usuario parcialmente..... 35

Inmunoterapia

El tratamiento ayuda al sistema inmunitario a combatir el cáncer ya sea gracias a fármacos o a la transfusión de células T, unas células inmunitarias que se encuentran alrededor del tumor. 29

Intellisense

Herramienta dentro de *Rider* que ayuda a la compleción de líneas de código.72

J

Jetbrains Rider

IDE .NET multiplataforma basado en la plataforma IntelliJ y ReSharper.72

Juegaterapia

Fundación solidaria que lucha contra el cáncer infantil. 20

Jugabilidad

Calidad del juego en términos de sus reglas de funcionamiento y de su diseño de juego. 60

K

Kanban

Sistema de información que controla de modo armónico la fabricación de proyectos necesarios en la cantidad y tiempo necesarios. 23

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

M

Matchmaking

Sistema encargado del emparejamiento entre jugadores con niveles de habilidad similares 70

Material

Elemento de un objeto que permite entender la naturaleza de un objeto61

Metodología ágil

Conjunto de técnicas aplicadas en ciclos de trabajos cortos, con el objetivo de que el proceso de entrega de un proyecto sea más eficiente. 23

N

Notion

Software de gestión de proyectos y para tomar notas 23

O

Oculus Quest 2

Casco de realidad virtual desarrollado por Reality Labs, una división de Facebook 22

Oncología pediátrica

Especialidad de la medicina dedicada al diagnóstico y tratamiento del cáncer en niños y adolescentes.....18

P

Periférico

Denominación genérica para designar al dispositivo auxiliar e independiente de un sistema informático 35

Postprocesado

Proceso de aplicar filtros y efectos de pantalla completa al buffer de imagen de la cámara antes de que se muestre en la pantalla. 130

Q

QA

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Del inglés, análisis de calidad. Ejecución de tareas sistemáticas y planificadas para evitar los errores en el software.....57

Quimioterapia

Este proceso se encarga de detener o hacer más lento el crecimiento de las células cancerosas, aunque también reduce el crecimiento de aquellas que son sanas. 29

R

Radioterapia

Este tratamiento usa altas dosis de radiación para destruir las células cancerosas y reducir los tumores. 29

Realidad Aumentada o RA

Tecnología que permite superponer elementos virtuales sobre la visión de la realidad..... 64

Realidad extendida

Término que comprende la realidad virtual, realidad aumentada y realidad mixta.37

Realidad virtual o RV

Conjunto de técnicas que simula un entorno virtual inmersivo para sus usuarios19

S

Script

Componente creado por el usuario que define el comportamiento de un objeto dentro de *Unity*. ...72

Scrum

Marco de trabajo para desarrollo ágil para trabajar colaborativamente..... 23

Shader

Pequeño programa encargado calcular el color para cada pixel del *renderizado*, basándose en la iluminación y la configuración del material.65

Shader Graph

Herramienta para la creación visual de *shaders* gracias al uso de nodos..... 65

Sistemas de Computación Afectiva

Análisis de respuestas del sistema nervioso autónomo 35

Software

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Sistema formal de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hace posible la realización de tareas específicas 23

Sprint

Período breve de tiempo fijo en el que el equipo trabaja para completar una cantidad de trabajo establecida 23

T

TextMeshPro (TMP)

Librería creada por Unity para mejorar el sistema de renderizado de texto clásico. 70

Trello

Herramienta de gestión de proyectos 23

Turbosmooth

Modificador de 3Ds Max para subir el número de polígonos en un modelo.105

U

Unity

Motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies 22

Unity Input System

Herramienta de Unity para estandarizar la forma de implementación de controles.67

Unity Particle System

Sistema creado por Unity para la generación de VFX de forma rápida y sencilla desde el editor. ... 68

Unity Recorder

Herramienta creada por Unity para poder grabar elementos dentro del motor. 70

Universal Render Pipeline o URP

Canal de renderizado personalizable creado por Unity 63

Unreal Engine

Motor de juego creado por la compañía Epic Games 22

V

VFX

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Del inglés, Efectos Visuales. Son las diferentes técnicas por las cuales las imágenes son creadas o manipuladas. 56

Virtualidad aumentada

Término procedente del estudio *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays* donde se define como uno de los extremos del continuo de virtualidad 40

VoIP

Voz por protocolo de internet, es un conjunto de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet.....61

X

XR Interaction Toolkit (XR Toolkit).

Paquete de alto nivel basado en componentes que proporciona un *framework* en *Unity* para experiencias en RV. 64

Introducción

El **dolor**, definido por la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP) como “una experiencia sensorial o emocional desagradable de daño tisular real o potencial, o una sensación descrita de forma similar a un daño tisular” [1], es una afección compleja y subjetiva que afecta a la calidad de vida de los pacientes que se enfrentan al cáncer, especialmente los pacientes pediátricos. La oncología pediátrica es una especialidad de la medicina dedicada al diagnóstico y tratamiento del cáncer en niños y adolescentes. Aunque los tratamientos de la oncología han mejorado la tasa de supervivencia a lo largo de los años, los niños con esta enfermedad se siguen enfrentando a **problemas durante el tratamiento** ya que los fármacos, pensados para pacientes adultos, responden de forma diferente en cuerpos en crecimiento que en cuerpos adultos; por lo que, el **manejo del dolor** en este grupo sigue siendo un **gran desafío** tanto a nivel clínico como emocional.

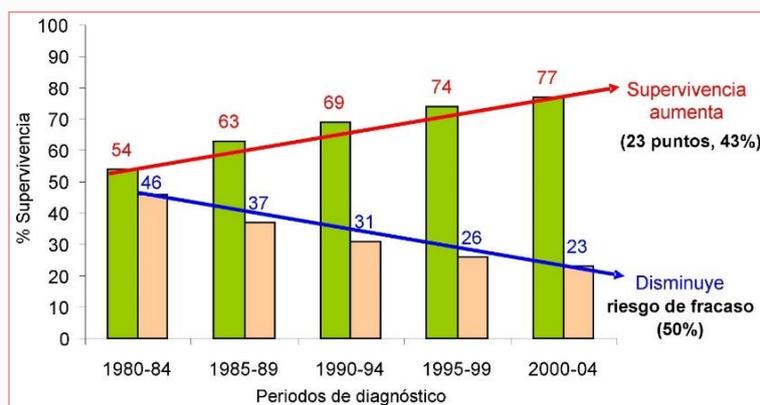


Ilustración 1 - Aumento de supervivencia en el cáncer infantil

El dolor que experimentan estos pacientes puede nacer de **diversos orígenes** como los procedimientos médicos, los efectos secundarios del tratamiento o del propio tumor. Pero el malestar físico no es solo lo que pueden experimentar los pacientes, sino que también aparecen daños psicológicos y/o emocionales.

Esta condición que viven los pacientes **arruina la forma de vida estandarizada**; es por este motivo por el que se ha decidido investigar y brindar un **tipo de terapia diferente**: los videojuegos. Existen dentro de este campo de investigación estudios que corroboran la eficacia

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

de los **videojuegos a la hora de reducir el dolor** en pacientes oncopediátricos, siendo el más reconocido el estudio realizado por *Juegaterapia* [2]. En vista de sus resultados, se pretende potenciarlos comprobando su **correlación con el estado de flujo y la presencia**.

El **estado de flujo** es una forma interesante para **medir** el dolor, por lo que, se podría ver reducido en pacientes *oncopediátricos* gracias a videojuegos que tengan la capacidad de evocar la presencia del jugador. Una de las herramientas más sencillas para evocar presencia es la **realidad virtual** y, gracias a ella, surge la hipótesis de este trabajo la cual desarrollaremos a lo largo de todo el documento.

Estado del Arte

Comúnmente, en la oncología pediátrica, se han usado **medicamentos analgésicos** para aliviar el dolor, pero los posibles efectos secundarios y las condiciones especiales en el uso de estos medicamentos hacen que se busquen **nuevas estrategias** para su tratamiento que impliquen la menor cantidad de fármacos posibles. Por ejemplo, durante el tratamiento se incluyen **terapias complementarias y alternativas** como la acupuntura, hipnoterapia, musicoterapia, intervenciones psicológicas, experiencias audiovisuales...

La **realidad virtual (RV)** es un conjunto de técnicas que simula un entorno virtual inmersivo para sus usuarios que ha conseguido generar un aumento de interés en el ámbito

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

de la medicina en los últimos años. Este aumento se puede observar en el gráfico de la

Ilustración 2 - Valor del mercado de la RV y AR en el sector sanitario en 2018 y 2025.

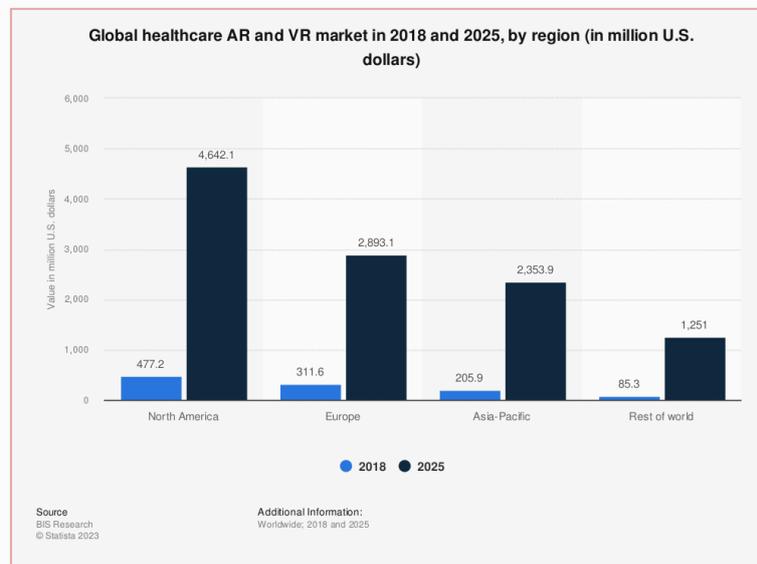


Ilustración 2 - Valor del mercado de la RV y AR en el sector sanitario en 2018 y 2025

En la medicina, la RV se ha utilizado desde la formación y planificación de procedimientos médicos hasta el manejo del dolor, supera de miedos o rehabilitación de pacientes. A lo largo de este documento nos centramos en una de las áreas que más potencial está mostrando para unirse íntimamente al mundo del videojuego: el manejo del dolor.

El **manejo del dolor** con videoconsolas ya se ha estudiado en otros artículos, como el realizado por *Juegaterapia* bajo el nombre *The Association Between Pain Relief Using Video Games and an Increase in Vagal Tone in Children With Cancer: Analytic Observational Study With a Quasi-Experimental Pre/Posttest Methodology*, donde se demostró que los videojuegos son capaces de **reducir un 20% el consumo de morfina**, reducir hasta un 14% el dolor e incluso aumentar en un 14% el tono parasimpático para favorecer la curación. Por tanto, gracias al estudio, se ha planteado la **siguiente hipótesis**: si la RV es capaz de hacer que el jugador entre en el estado de flujo más temprano que en otras consolas, ¿será capaz de mejorar esos porcentajes?

Objetivos

Descripción del Problema

Uno de los principales inconvenientes que suponen los tratamientos de la oncología, en general, es el dolor y malestar que producen sus tratamientos en todo tipo de pacientes; sobre todo, en la oncología pediátrica, es un problema significativo porque puede tener efectos físicos, emocionales y sociales que afecten al futuro del infante. Además, apartando el temor a los posibles efectos secundarios que pueden producir los fármacos, el dolor no tratado puede llevar a complicaciones y retrasar el proceso de curación por lo que la búsqueda de una solución se vuelve un punto muy importante.

Como ya se ha mencionado en el apartado de la *Introducción*, la realidad virtual es una tecnología emergente en el mundo de la medicina que permite crear entornos seguros y controlados que permitan evadir al jugador de su entorno real. Por eso, el **objetivo prioritario** de este trabajo es **evaluar la efectividad** de los juegos en realidad virtual como herramienta inmersiva en niños y que, en un futuro, sea de ayuda en el **manejo del dolor** en pacientes oncológicos.

Objetivos Principales

- Crear un videojuego seguro y que no genere ningún problema secundario propio de la realidad virtual para la mayoría de los jugadores.
- Observar la edad real a la que la realidad virtual no supone un problema para un niño.
- Comprobar la percepción del tiempo dentro del juego.
- Analizar la capacidad de atención que genera el juego.
- Examinar la capacidad de generar presencia del videojuego.
- Comprobar la relación entre presencia y estado de flujo.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Objetivos Secundarios

- Realizar una investigación sobre la realidad virtual y su carácter inmersivo
- Desarrollar un prototipo de juego en RV, incluyendo tanto el apartado artístico como el técnico.
- Evaluar si el prototipo cumple con los objetivos principales.
- Extraer las conclusiones para poder seguir el desarrollo e investigación del proyecto.
- En un futuro, reducir la sensación del dolor en pacientes con cáncer.
- En un futuro, aumentar la calidad de vida de un jugador con cáncer.
- En un futuro, reducir la ansiedad y estrés que causa un hospital, es decir, aumentar el bienestar del jugador.

Estudio de Alternativas

Tras establecer los objetivos, principales y secundarios, que se quieren lograr con el proyecto, se tenía que **elegir un software** en el que desarrollar el juego y un **dispositivo** con el que poder jugarlo.

Para el software se barajaron las opciones de desarrollarlo en **Unreal Engine** [3] o en **Unity** [4]; pero tras investigaciones, se decidió que el juego podría tener mucho más potencial con el segundo motor, ya que la curva de aprendizaje a la que nos enfrentábamos era mucho menor y Unity es más fácil de compatibilizarlo con **Github** [5] para trabajar en la nube.

Para el dispositivo en el que desarrollar, se eligió la tecnología más accesible: **Oculus Quest 2** [6]. El principal competidor más accesible son las **gafas cardboard** pero, el uso de este dispositivo, limitaba a los usuarios que podrían usar el juego ya que, ignorando que nuestro desarrollo se vería afectado, si el juego es lanzado al mercado, no todo el mundo puede tener un teléfono móvil que sea capaz de ejecutar el juego de la forma más óptima. Por tanto, un dispositivo con software integrado era la mejor opción.



Ilustración 3 - Oculus Quest 2

Metodología

Para la creación de un videojuego, se suelen usar **metodologías ágiles** ya que permite la mejoría continúa del proyecto, la flexibilidad y aumenta el control que se tiene sobre el proyecto. Por tanto, para el videojuego creado para este estudio, se ha decidido seguir con la misma metodología; sin embargo, se decidió emplear una mezcla entre las metodologías **Scrum y Kanban** para manejar el proyecto de manera más flexible e intuitiva.

En este desarrollo se han usado los **softwares de Trello**, para tener un apoyo visual de todas las tareas que se tenían que realizar en cada *sprint*, y **Notion**, encargado de los recursos y documentos clave del videojuego, para cumplir con la metodología seleccionada. Ambos softwares se comentan en el apartado de *Herramientas* planteado más adelante.

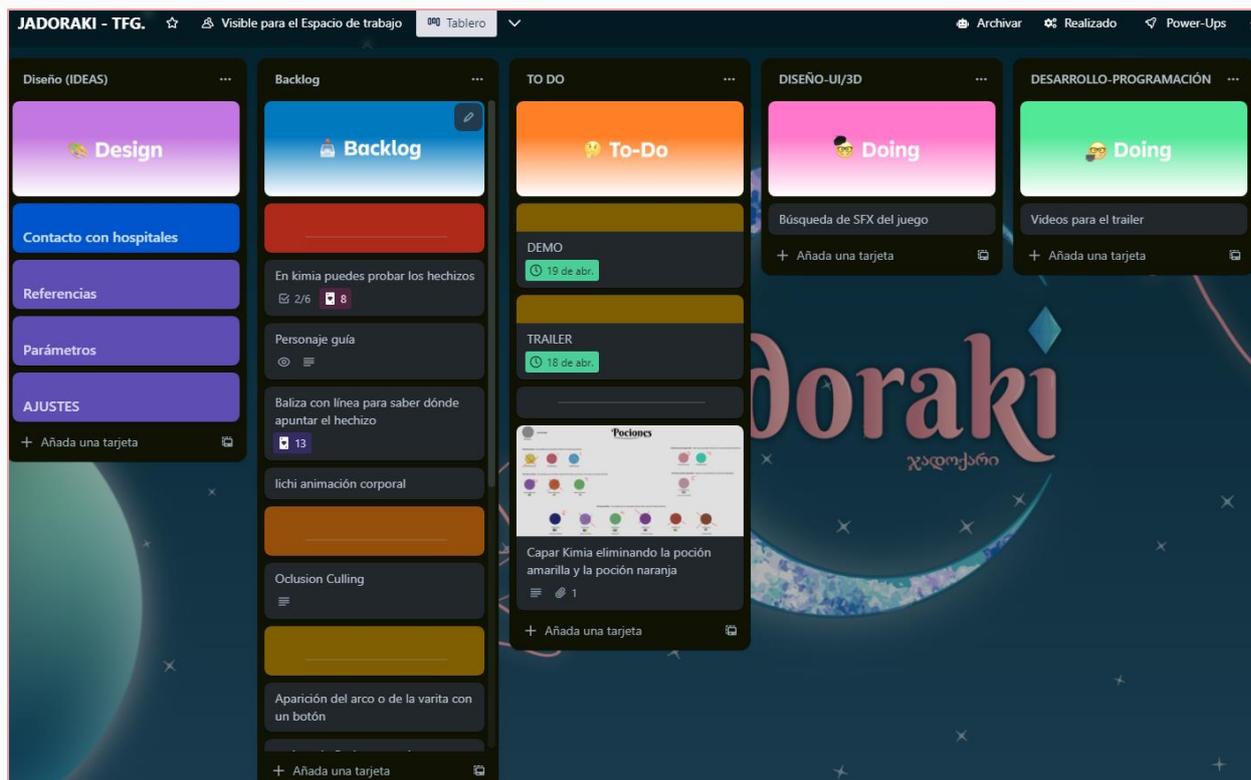


Ilustración 4 - Avance del tablero de Trello

Roles del Equipo

Uno de los aspectos más importantes a la hora de crear el proyecto era conseguir la mejor calidad posible para que los niños que probasen el juego no se sintiesen abrumados por los gráficos o la fluidez del juego. Por ello, a lo largo de todo el desarrollo se han tenido dos roles bien diferenciados entre los alumnos:

- **Rocio Campo**, encargada del diseño, creación y animación de los entornos y elementos dentro de la realidad virtual, además del diseño de los menús y minijuegos del proyecto. También se ha encargado del balance de los niveles del juego y la investigación para el contenido didáctico del juego. Su trabajo se puede observar de manera más detenida en el capítulo *Análisis, Diseño y Arte*.
- **Alejandro Requena**, encargado de la creación de scripts para la correcta implementación de la RV junto con el desarrollo de los minijuegos y la creación de efectos visuales del juego. Además, se ha encargado de la implementación de las bases

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

de datos para guardar los datos de los usuarios. Su trabajo se puede analizar más adelante en el capítulo *Descripción Informática*.

Ambos alumnos han trabajado de forma coordinada, organizada y supervisada para poder, finalmente, aunar todas las partes del proyecto y conseguir los objetivos fijados al comienzo del TFG. A pesar de que cada uno tiene un rol específico, han trabajado como equipo de diseño y desarrollo multidisciplinar.

Planificación

Como ya se ha ido comentando en el apartado de *Metodología*, las tareas más pequeñas se han ido **organizando en sprints de unas dos semanas cada uno**. Sin embargo, estas tareas formaban parte de una planificación mayor dividida en **cuatro grandes áreas**: investigación, diseño del juego, desarrollo de la demo y su perfeccionamiento.

Investigación

Durante esta fase, se **recopilaron datos** relacionados con la oncología y su procedimiento, para poder entender cómo funcionaba esta rama de la medicina en niños. También se empleó para **investigar alternativas y/o competidores** para calmar miedos, tratar el dolor o cualquier otra idea relacionada con los videojuegos. Además, esta etapa se usó como puente para el **contacto con los hospitales**.

Diseño del Juego

Entre agosto de 2022 y noviembre de 2022, se decidió avanzar con el diseño del juego. Esta fase consistió en elaborar **ideas atractivas** para un público infantil (7 años a 16) pero **accesibles** para un público mayor de 16 años. También, se fijaron otros elementos del diseño como los personajes o la **historia** del propio juego.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Desarrollo de la Demo

A partir de noviembre de 2022, se comenzó el **desarrollo de la demo**, la introducción de mecánicas, desarrollo de *assets*, implementación de niveles, entre otros.

Pulido de la Demo

En esta etapa final se participó en **distintos eventos**, como *ETSII Jobs Days*, *GameGen 8* o *Meeting AWES - WBI – URJC*, lo que permitió tener una demo más pulida para nuestro público.

Planificación

Investigación

Enero 2022	Febrero 2022	Marzo 2022	Abril 2022	Mayo 2022	Junio 2022	Julio 2022	Agosto 2022	Septiembre 2022	Octubre 2022	Noviembre 2022	Diciembre 2022
------------	--------------	------------	------------	-----------	------------	------------	-------------	-----------------	--------------	----------------	----------------

Diseño del juego

Enero 2022	Febrero 2022	Marzo 2022	Abril 2022	Mayo 2022	Junio 2022	Julio 2022	Agosto 2022	Septiembre 2022	Octubre 2022	Noviembre 2022	Diciembre 2022
------------	--------------	------------	------------	-----------	------------	------------	-------------	-----------------	--------------	----------------	----------------

Desarrollo de la demo

Enero 2022	Febrero 2022	Marzo 2022	Abril 2022	Mayo 2022	Junio 2022	Julio 2022	Agosto 2022	Septiembre 2022	Octubre 2022	Noviembre 2022	Diciembre 2022
------------	--------------	------------	------------	-----------	------------	------------	-------------	-----------------	--------------	----------------	----------------

Enero 2023	Febrero 2023	Marzo 2023	Abril 2023	Mayo 2023	Junio 2023	Julio 2023	Agosto 2023	Septiembre 2023	Octubre 2023	Noviembre 2023	Diciembre 2023
------------	--------------	------------	------------	-----------	------------	------------	-------------	-----------------	--------------	----------------	----------------

Pulido de la demo

Enero 2023	Febrero 2023	Marzo 2023	Abril 2023	Mayo 2023	Junio 2023	Julio 2023	Agosto 2023	Septiembre 2023	Octubre 2023	Noviembre 2023	Diciembre 2023
------------	--------------	------------	------------	-----------	------------	------------	-------------	-----------------	--------------	----------------	----------------

Ilustración 5 - Planificación

Marco Teórico

Este capítulo se establecerán los aspectos teóricos necesarios para el desarrollo del proyecto. En el *Estado del*, se presenta la motivación para la creación del videojuego de realidad virtual que se ha desarrollado para este trabajo: **Jadoraki**.

Descripción del Cáncer y su Tratamiento

Desde la Antigüedad, el cáncer se ha ido documentando gracias a Dioses, literaturas u otros escritos de sus épocas, pero no fue hasta el s. XVIII donde se nombró y comenzó a estudiar como lo conocemos hoy. [7]

Periódicamente, las **células se regeneran** y dividen para reemplazar a las que ya han envejecido o han muerto; de esta forma, mantienen el **correcto funcionamiento** de los órganos y su integridad. Todo este proceso está regulado por los llamados **mecanismos de control** encargados de indicar a las células cuando deben dividirse y cuando deben permanecer estáticas. Sin embargo, este proceso tan complejo puede con llevar una serie de errores, como los daños celulares que, para poder ser reparados, el propio organismo empieza a generar la autodestrucción celular que impide que las células descendientes hereden el daño.

Cuando los **mecanismos de control se alteran** en una célula, ella junto con sus descendientes empiezan una **división incontrolada** que con el tiempo dará lugar a un tumor. Si las células que constituyen ese tumor no tienen la capacidad de invadir y destruir otros órganos, se trata de un **tumor benigno**. En cambio, si estas células sufren nuevas alteraciones y tienen la facultad de invadir tejidos y órganos de su alrededor, se considerará un **tumor maligno o cáncer**. [8]

Debido al descontrol que pueden producir las células de cualquier órgano o tejido, el cáncer puede ser de **diversos tipos**, aunque los que más destacan son el de mama, el de pulmón y bronquios, el de colon y recto, el de próstata o el de piel, también conocido como melanoma.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Gracias a años de investigación, en la actualidad se ha conseguido tener una variedad de tratamientos ajustables al tipo de cáncer y lo desarrollado que esté. Por lo general, los pacientes reciben una **combinación de tratamientos** como la unión entre cirugía con quimioterapia o radioterapia, aunque esto no impide que la cura se pueda tratar con solo uno de ellos. Los **principales tratamientos** [9] son:

- **Cirugía.** Este procedimiento el doctor se encarga de extirpar en el quirófano el cáncer del cuerpo del paciente.
- **Inmunoterapia.** El tratamiento ayuda al sistema inmunitario a combatir el cáncer ya sea gracias a fármacos o a la transfusión de células T, unas células inmunitarias que se encuentran alrededor del tumor.
- **Quimioterapia.** Este proceso se encarga de detener o hacer más lento el crecimiento de las células cancerosas, aunque también reduce el crecimiento de aquellas que son sanas.
- **Radioterapia.** Este tratamiento usa altas dosis de radiación para destruir las células cancerosas y reducir los tumores.

Medicina Centrada en el Paciente [10] [11]

Hasta mediados del siglo XIX, el enfoque de la medicina de la época se centraba únicamente en los **conocimientos y habilidades técnicas** que el médico poseía para el cuidado de sus pacientes, ignorando las preferencias que el propio paciente tuviera en los cuidados y tratamientos de las distintas enfermedades, es decir, se practicaba la conocida *Medicina centrada en la Enfermedad*.

En los años 50, un psicoanalista británico, **Michael Balint** comenzó a preocuparse por ese sistema, creando junto con otros médicos una escuela para impartir clases a los propios doctores sobre **cómo debían relacionarse con sus pacientes**. Poco a poco, este pensamiento fue generalizándose, creando asociaciones como la *Balint Society*, donde se hacía hincapié en la utilización de la **emoción y el entendimiento** como potencial terapéutico. Gracias a promover

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

este tipo de medicina, se consiguió que organizaciones internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), comenzaran a promover la *Medicina centrada en el Paciente* en los años 90.

Actualmente, se conoce como **modelo de atención centrada al paciente** al complemento de la rama sanitaria que ayuda a perfeccionar el servicio ofrecido al usuario, teniendo como objetivo el focalizarse en las necesidades y prioridades que el paciente necesita para mejorar su experiencia. Con este modelo se pretende conseguir, no solo una mayor implicación de los familiares, del médico y del paciente en su enfermedad, sino que también se busca generar un **efecto placebo** creado gracias a la relación médico-paciente; generando así, un procedimiento más sencillo y participativo que el que se practicaba en los siglos anteriores.

Ludificación en el Ámbito Sanitario

El término **ludificación o gamificación** [12] fue utilizado por primera vez en 2002 por el informático y creador de juegos, Nick Pelling, quien definió la ludificación como la aplicación de la interfaz de usuario acelerada similar a la de un juego para hacer que las **transacciones electrónicas sean agradables y rápidas**. Sin embargo, esta **definición ha cambiado** a lo largo de los años, terminando en la siguiente definida por la Real Academia Española: “Aplicación de técnicas o dinámicas propias del juego a actividades o entornos no recreativos para **potenciar la motivación y la participación**, o facilitar el aprendizaje y la consecución de objetivos.” [13]

En resumen, la ludificación es adaptable a todos los ámbitos, pero a lo largo de este apartado se mencionará exclusivamente el ámbito sanitario, enfocándolo a dos sectores diferentes [14]: el personal médico y los pacientes.

Ludificación Dirigida al Personal Médico

Para este grupo, lo más común es encontrar aplicaciones en RV en las que se pueden **practicar casos basados en la realidad** sin tener un paciente delante, es decir, médicos, fisioterapeutas,

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

cirujanos, enfermeros, etc. pueden practicar distintas actividades sin arriesgar la vida de ningún paciente; siendo muy útil para estudiantes o casos muy complejos. De esta forma, son capaces de prepararse para situaciones en las que de otra forma nunca podrían haber practicado.

Gracias a los avances de las tecnologías y de la inteligencia artificial, se han creado algoritmos capaces de detectar **la metástasis prematuramente**. Esto es gracias a **ARM** [15], un microscopio desarrollado por Google con realidad aumentada que, a partir de una muestra, aprende a detectar las células cancerígenas en tiempo real; característica que demoraría más si se realizase por los procedimientos tradicionales.

Ludificación Dirigida a los Pacientes

Sin embargo, la ludificación dirigida a pacientes tiene una gran variedad de ejemplos con diversos objetivos, desde aplicaciones que miden la actividad física del paciente y crean competiciones a partir de clasificaciones entre los participantes por ver quien tiene los hábitos más saludables hasta aplicaciones que realizan seguimiento de enfermedades, como la diabetes, de forma más entretenida.

En cuanto al cáncer, hay numerosos casos donde los pacientes se benefician de la ludificación, a continuación, se mencionarán algunos de los **proyectos más llamativos** que han servido para la creación de *Jadoraki*.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Hospital Clínico San Carlos [16]. El hospital junto con la Asociación Española contra el Cáncer generó experiencias en mundos virtuales para reducir hasta un 84% el dolor en pacientes con tratamientos quimioterápicos.

VR Pain FeelsGood [17]. Un proyecto en RV, desarrollado en Perú en el año 2020, donde se buscaba reducir la sensación de dolor durante los procedimientos médicos ya sea la venopunción o la aplicación de algún medicamento.



Ilustración 6 - VR Pain FeelsGood (Google Play)

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Re-mission [18]. El juego de HopeLab, desarrollado en 2006, surge para ayudar a jóvenes con cáncer en su trayectoria con la enfermedad. El proyecto fue un juego en tercera persona para Windows y posteriormente se sacó una secuela para dispositivos móviles.



Ilustración 7 - Re-mission (2006)

Venu [19]. En el año 2021, varios investigadores de la Pontificia Universidad Javeriana en Colombia prototiparon una experiencia para gafas *Cardboard* la cual buscaba que los niños con miedo a las agujas ignorasen la venopunción durante su procedimiento.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Rocket VR Health [20]. Otra terapia en RV que busca crear entornos inmersivos para ayudar a la salud mental en los usuarios que han sufrido o sufren cáncer, entre otras enfermedades. Este proyecto crea espacios para grupos de apoyo y eventos comunitarios en el mundo virtual, de tal forma que permite la sociabilización y el acompañamiento de sus usuarios.

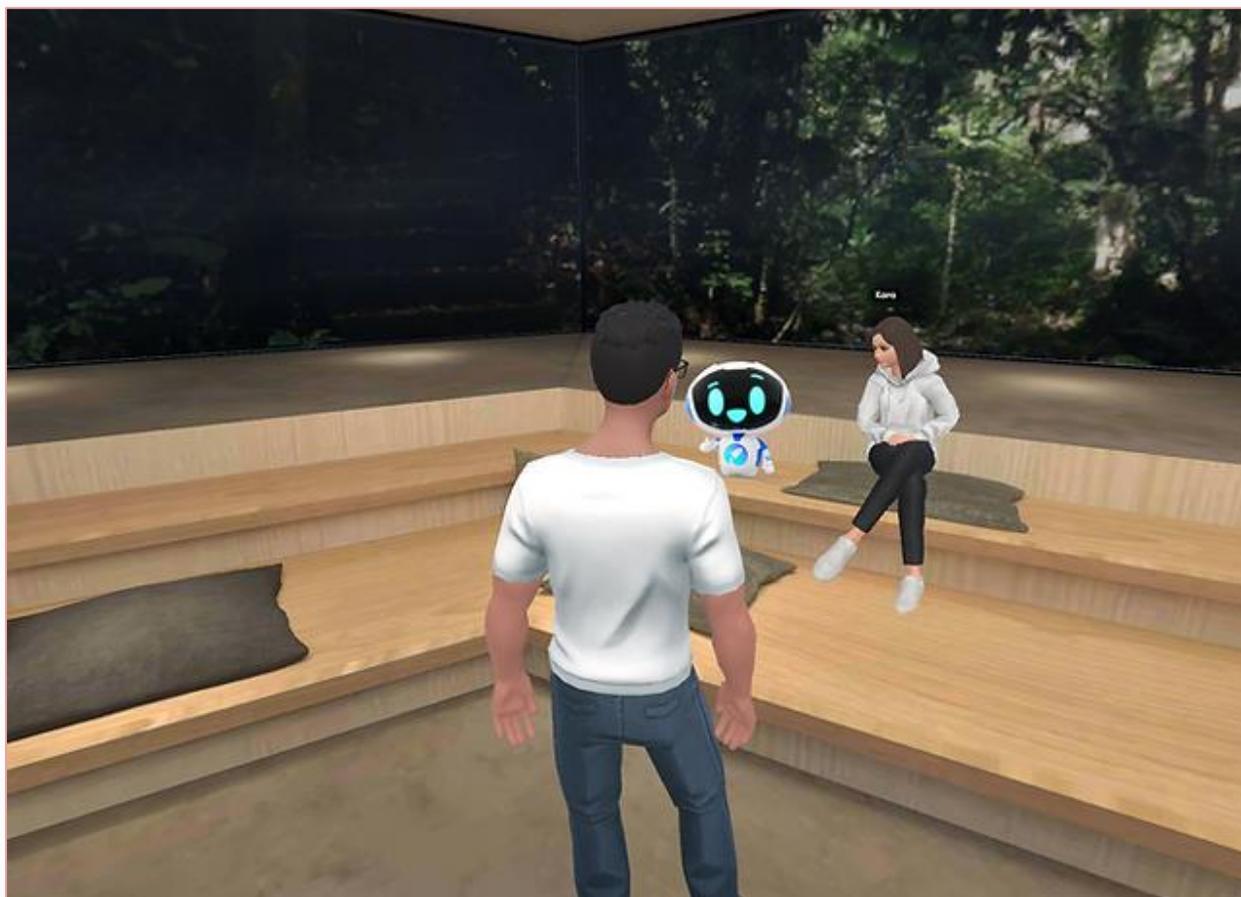


Ilustración 8 - Rocket VR Health

Teoría de la Inmersión y Presencia en la Realidad Virtual [21]

Para poder comprender cómo los usuarios perciben las experiencias en realidad extendida y cómo poder hacer que estos se alejen momentáneamente del mundo real, es vital saber diferenciar los términos inmersión y presencia.

El primero de los dos términos comentados anteriormente, la **inmersión**, está asociada a aquella **tecnología que contiene un sistema** de realidad extendida y es capaz de **desafiar**

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

los sistemas perceptivos y cognitivos del usuario parcialmente. Por tanto, si existe una mayor cantidad de medios tecnológicos para estimular los sentidos sensoriales del usuario, es más evidente que este sea capaz de entrar en el mundo que el desarrollador está imponiendo. Por ende, se podría afirmar que la inmersión en **RV depende directamente de la existencia de un visor y sus periféricos.**

Sin embargo, se entiende como **presencia**, el segundo de los dos términos, al **estado físico y mental del usuario**, cuyo objetivo es transportar y nutrir la percepción de que el entorno virtual y todo lo que lo comprende son reales. Esta característica depende **directamente de factores internos y sociales**, afectando a la sensación de presencia del usuario; además, el involucramiento de este en una narrativa mientras usa las gafas de RV, juega un factor clave con este término.

La presencia es un estado que, comparado con la inmersión en un sistema, no era cuantificable. No fue hasta los años 90, donde se medía la presencia gracias a una serie de cuestionarios que se hacían a los usuarios, cuando los investigadores comprobaron que esta técnica tenía insuficiencias; por lo que surgió un nuevo método de exploración: los **Sistemas de Computación Afectiva (SCA)**. La función principal de un SCA es **analizar las respuestas del sistema nervioso autónomo** gracias a las señales fisiológicas del cuerpo humano, lo que prometía que los resultados fueran tanto cualitativos como cuantitativos.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

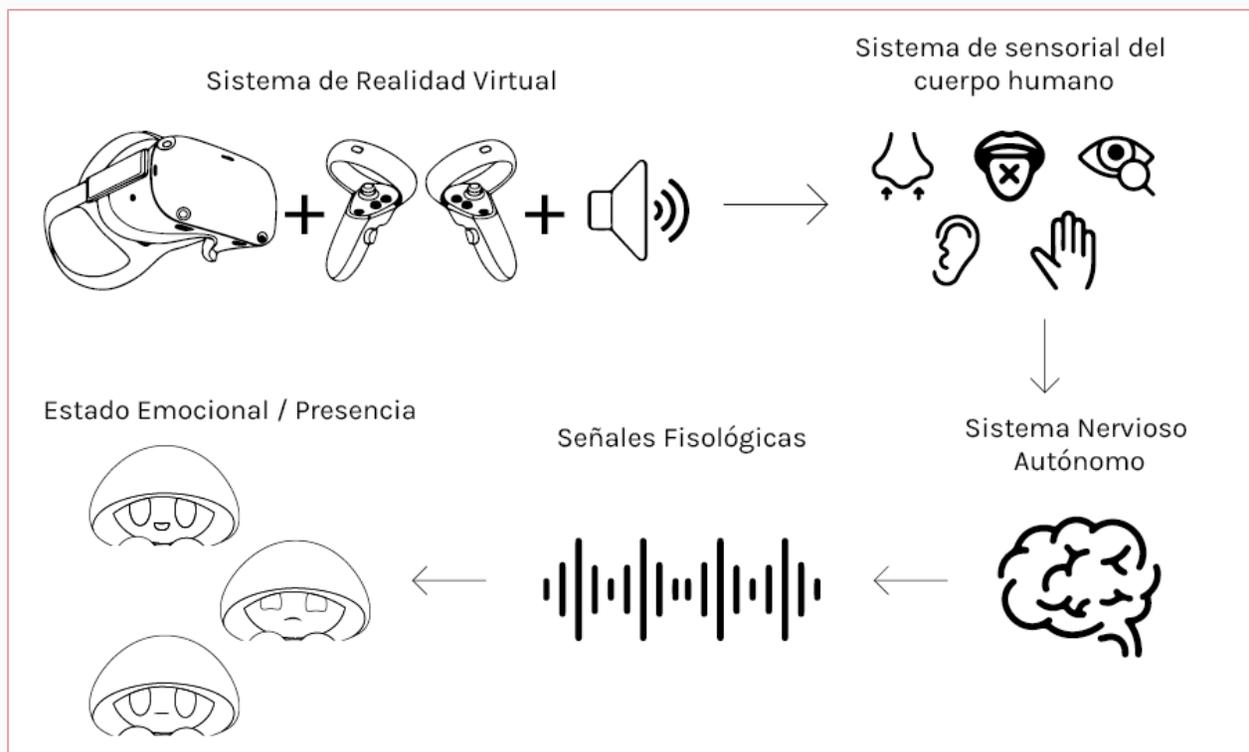


Ilustración 9 - Proceso de experimentación de ambientes artificiales en el usuario

Como se ha comentado en el párrafo anterior, el sistema nervioso usa las señales fisiológicas del cuerpo humano para reflejar sus respuestas y, así, el médico correspondiente es capaz de interpretar el estado emocional del sujeto. A continuación, se exponen las señales más populares:

- La **señal electrocardiográfica** se encarga de medir la actividad eléctrica del corazón.
- La **señal electromiográfica** monitoriza la actividad eléctrica de los músculos y nervios del usuario.
- La **actividad electrodérmica** evalúa los cambios en el calor y la electricidad que transmiten los nervios y la sudoración a través de la piel del paciente.
- La **señal electroencefalográfica** determina la actividad eléctrica del propio cerebro.

Gracias a la interpretación de las señales, si se experimenta que la experiencia en realidad extendida ha evocado una emoción en particular, se concluye que el sujeto está experimentando el estado de presencia.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Realidad Extendida y su Capacidad de Inmersión

La **realidad extendida** [22] es un término que engloba a todas aquellas tecnologías que son capaces de crear de **manera digital entornos y objetos inmersivos**.

En 1994, Paul Milgram y Fumio Kishino introdujeron el llamado **continuo de la virtualidad** [23], un concepto que, gracias a un esquema, enmarca la investigación y el desarrollo de la realidad extendida. Como se puede ver en *Ilustración 10 - Continuo de la virtualidad*, el **mundo real**, dominado por la realidad aumentada, y el mundo virtual, dominado por la **realidad virtual**, son capaces de mezclarse entre sí gracias a la **realidad mixta**.



Ilustración 10 - Continuo de la virtualidad

Realidad Aumentada o RA

La **realidad aumentada** es un conjunto de tecnologías que permiten visualizar parte del mundo real a través de un dispositivo con información gráfica.

Para entender mejor este concepto, hay que hacer referencia a los **sentidos humanos** y el cómo permiten que el ser humano perciba el mundo que le rodea. La realidad aumentada permite **potenciar los sentidos** complementando el mundo real con tecnología, creando un entorno en el que la **información y los objetos virtuales** (imágenes, marcadores o información) **se superponen y ofrecen al usuario una experiencia** que permite que la tecnología forme parte de su realidad.

El primer videojuego con RA fue **ARQuake (2000)** [24], un juego en primera persona que permitía al usuario interactuar con esta tecnología, gracias a un **ordenador colgado en su**

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

espalda. La visión estaba determinada solamente por la posición y orientación del usuario y se desarrollaba al aire libre, permitiendo la libre movilidad.



Ilustración 11 – ARQuake (2000)

Sin embargo, el concepto no se **popularizó hasta 2008** gracias a la película de *Iron Man*, donde el protagonista porta un traje dotado de visores con realidad aumentada.



Ilustración 12 - Iron Man (2008)

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

En el mundo del videojuego, este concepto tardó un poco más en volverse viral ya que no fue hasta el **año 2016, con la salida del *Pokemon Go***, que su uso se volvió más común.



Ilustración 13 - Pokemon Go (2016)

Este modelo puede llegar a resultar útil para distraer a los pacientes con cáncer, sin embargo, al ser formar la tecnología de su entorno diario, la **capacidad de inmersión es muy reducida**.

Realidad Mixta

Como se ha comentado al principio de este apartado, Paul Milgram y Fumio Kishino introdujeron en su artículo, *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, el concepto de continuo de virtualidad y fue en este documento donde se presenta por primera vez la realidad mixta como término.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

La realidad mixta [25] no es una tecnología por sí misma sino que es un **híbrido entre la realidad aumentada y la virtualidad aumentada**, es decir, hace referencia a los objetos virtuales que interactúan con objetos de la vida real en su mundo virtual.

Por ejemplo, las gafas usadas para este proyecto, **Meta Quest 2**, incorporan una herramienta para hacer uso de la realidad mixta. El ***Passthrough*** mezcla el mundo real con el virtual, permitiendo a los desarrolladores crear nuevas experiencias, por ejemplo, pintar, ver otros colores en el mundo real o añadir elementos de la habitación del usuario en la realidad virtual.

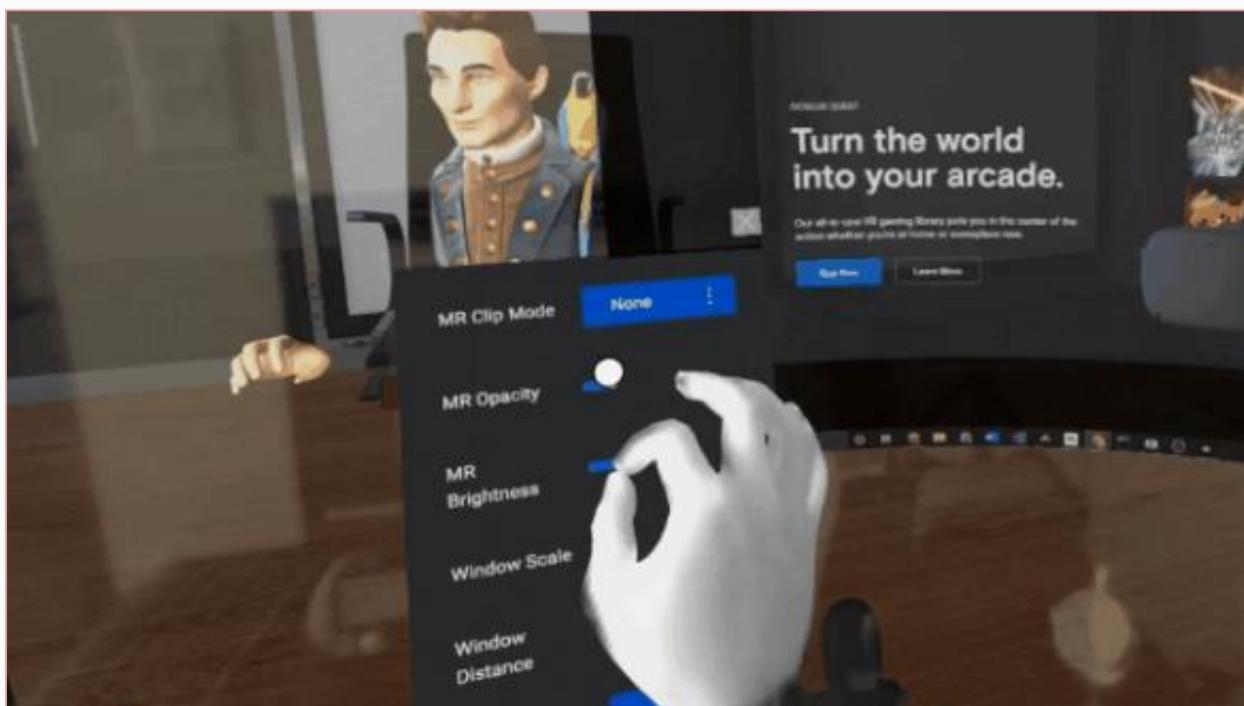


Ilustración 14 - Modificación del Passthrough

Pese a su cantidad de usos beneficiosos para la población **carecen de una capacidad de inmersión suficiente** como para llevar a los usuarios a un estado de presencia, al igual que pasa con la realidad aumentada.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Realidad Virtual

La **realidad virtual**, definida según la RAE [26], es la representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la **sensación de su existencia real**. Para poder vivir esta experiencia es **necesario el uso de gafas** o cascos de realidad virtual junto con sus accesorios y, según el modelo, es **posible crear un nivel de inmersión** u otro.

Uno de los grandes pioneros de esta tecnología fue **Ivan Sutherland**, quien en 1968 creó el primer casco de realidad virtual. Este casco permitía **la visualización de imágenes en 3D** y la interacción con una escena de 360° todo ello proyectado gracias a un ordenador. El dispositivo era tan pesado que necesitaba estar sujeto al techo con un sistema de cables, fue por ello, que el primer casco de realidad virtual fue bautizado bajo el nombre la **Espada de Damocles**.

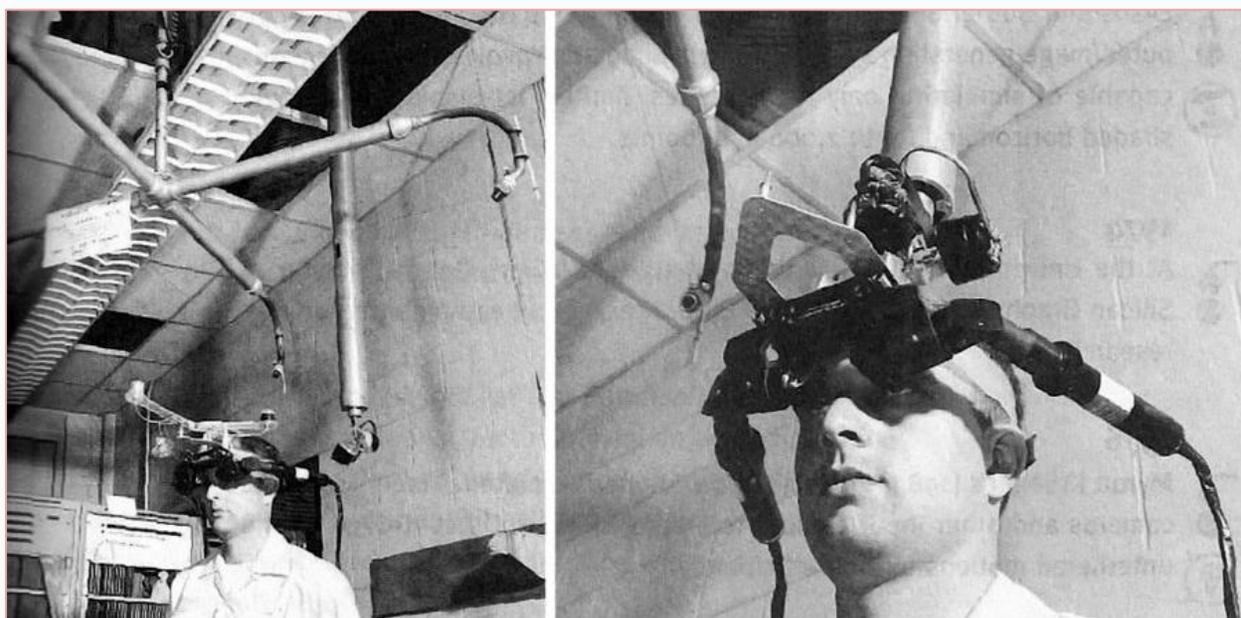


Ilustración 15 - La Espada de Damocles

En cuanto a la **capacidad de inmersión**, este tipo de tecnología supera a las anteriormente mencionadas, ya que permite que los usuarios **lleguen al estado de presencia** de una forma más sencilla y rápida. Gracias a esta cualidad y otras muchas características que posee esta tecnología, se decidió crear el videojuego *Jadoraki* con ella.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Además, según estudios como el de *Realidad Virtual y el manejo del dolor* [27], la **distracción que genera la RV** propician la competencia entre estímulos y cargan la limitada capacidad atencional del usuario siendo un factor clave para que el jugador entre antes en el llamado **estado de flujo**.

Gracias al avance de la tecnología y de los años, algunas empresas como Sony, Oculus, Pico, han desarrollado gafas para todos los públicos y bolsillos, volviendo más accesible el uso de esta tecnología sin necesidad de tener un ordenador.



Ilustración 16 - Meta Quest 2

Análisis, Diseño y Arte

A lo largo de este capítulo, se busca definir una visión general del proyecto, así como los objetivos generales de diseño. Se encuentra dividido en dos apartados: análisis y diseño.

Análisis

El objetivo principal de este apartado es **comprender los principales requisitos** de la realización de un juego en realidad virtual como terapia para el cáncer junto con el **análisis de las herramientas** que se han utilizado para la creación del proyecto.

En los posteriores subapartados: *Requisitos* y *Requisitos no*, se presentan tablas similares a la que se muestra en la *Tabla 1* para la correcta identificación de los requisitos.

Identificador: código para identificar el requisito. Ejemplos: RF-x o RNF-x.	
Título	Nombre descriptivo de los requisitos.
Descripción	Explicación del requisito en cuestión.
Prioridad	Orden de cumplimiento de un requisito. Puede ser alta, media, o clara.
Necesidad	Interés de la fuente en la creación del requisito. Puede ser esencial, deseable u opcional.
Fuente	Origen del requisito

Tabla 1 - Ejemplo tabla de requisitos

Requisitos Funcionales

Estos declaran las **características del software**, es decir, explican los servicios que prestará el propio juego.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Identificador: RF-1	
Título	Juego en Realidad Virtual para las Meta Quest 2
Descripción	El juego debe ser capaz de funcionar en el dispositivo Quest 2.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 2 – Requisito funcional 1

Identificador: RF-2	
Título	Creación de usuario
Descripción	El usuario debe ser capaz de crear su propio usuario para poder entrar en el videojuego.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 3 – Requisito funcional 2

Identificador: RF-3	
Título	Inicio y cierre de sesión
Descripción	Una vez creado el usuario, el jugador debe ser capaz de entrar en su propia partida; así como, una vez cerrada la sesión, el usuario debe ser capaz de volver a entrar
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 4 – Requisito funcional 3

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Identificador: RF-4	
Título	Tutorial
Descripción	El juego debe contener un tutorial para explicar a sus usuarios los controles básicos del videojuego.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 5 – Requisito funcional 4

Identificador: RF-5	
Título	Interacción del usuario
Descripción	El juego, al ser en RV, debe adaptarse a la primera persona. Por tanto, las interacciones usuario-juego deben ser similares a la vida real, o en caso de no serlo, darle una justificación previa.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 6 – Requisito funcional 5

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Identificador: RF-6	
Título	Interacciones entre objetos
Descripción	Los objetos no podrán atravesarse entre ellos, es decir, dos objetos no pueden sobrepasarse a no ser que sea una mecánica especificada anteriormente en el videojuego.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 7 – Requisito funcional 6

Identificador: RF-7	
Título	Retroalimentación por cada pulsación de botón
Descripción	Cada vez que el jugador pulse uno de los botones de su mando, este recibirá una retroalimentación visual sobre lo que está haciendo, para así sumergirle más en el videojuego.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 8 – Requisito funcional 7

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Identificador: RF-8	
Título	Objetos secundarios
Descripción	Para no tener un entorno forzado, el videojuego poseerá distintos elementos para que el jugador interactúe, pudiendo tener funcionalidades adicionales a modo de <i>Easter Egg</i> que premien la interacción con otros elementos del ambiente.
Prioridad	✓ Media
Necesidad	✓ Deseable
Fuente	Desarrolladores

Tabla 9 – Requisito funcional 8

Identificador: RF-9	
Título	Recogida de datos
Descripción	El juego debe ser capaz de recoger distintos datos sobre las acciones que realiza el usuario para poder analizarlas posteriormente.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 10 – Requisito funcional 9

Identificador: RF-10	
Título	Sistema de enemigos
Descripción	El juego debe ser capaz de crear enemigos y generar hordas para poner en práctica algunas mecánicas del videojuego
Prioridad	✓ Media
Necesidad	✓ Deseable
Fuente	Desarrolladores

Tabla 11 – Requisito funcional 10

Identificador: RF-11	
Título	Desplazamiento del jugador
Descripción	A fin de evitar los efectos secundarios de la RV, el videojuego debe ser capaz de permitir el movimiento por el escenario sin necesidad de que su jugador lo haga.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 12 – Requisito funcional 11

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Identificador: RF-12	
Título	Variabilidad de niveles
Descripción	El juego debe contener al menos 2 niveles para permitir que el jugador interactúe con el videojuego.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 13 - Requisito Funcional 12

Identificador: RF-13	
Título	Tiempo de juego
Descripción	El juego debe estar diseñado para que no extienda cada nivel los 20 minutos de juego, tiempo recomendado para uso de RV.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 14 - Requisito funcional 13

Identificador: RF-14	
Título	Retroalimentación sonora
Descripción	El juego debería poseer una retroalimentación sonora al hacer contacto con los objetos
Prioridad	✓ Baja
Necesidad	✓ Deseable
Fuente	Desarrolladores

Tabla 15 - Requisito funcional 14

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Identificador: RF-15	
Título	Personalización del usuario
Descripción	El juego debe poseer algún elemento que permita la diferenciación entre usuarios
Prioridad	✓ Baja
Necesidad	✓ Deseable
Fuente	Desarrolladores

Tabla 16 - Requisito funcional 15

Identificador: RF-16	
Título	Navegación entre niveles
Descripción	El juego debe permitir la navegación entre niveles, teniendo conectados todos los niveles al menos a un menú principal.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 17 - Requisito funcional 16

Identificador: RF-17	
Título	Retroalimentación con vibraciones
Descripción	El juego deberá poseer algún tipo de retroalimentación con los mandos, para generar una mejor experiencia
Prioridad	✓ Media
Necesidad	✓ Deseable
Fuente	Desarrolladores

Tabla 18 - Requisito funcional 17

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Identificador: RF-18	
Título	Evitar los efectos secundarios de la realidad virtual
Descripción	El juego deberá estar diseñado de forma que los efectos de la realidad virtual (la cinetosis, principalmente) no genere problemas en su mayoría de jugadores.
Prioridad	✓ Media
Necesidad	✓ Deseable
Fuente	Desarrolladores

Tabla 19 - Requisito funcional 18

Requisitos no Funcionales

Este tipo de requisitos especifican como el software **debe hacer sus funciones** y que debe cumplir.

Identificador: RNF-1	
Título	Compatibilidad con otros dispositivos
Descripción	El juego deberá ser capaz de funcionar en otras gafas de realidad virtual
Prioridad	✓ Baja
Necesidad	✓ Opcional
Fuente	Desarrolladores

Tabla 20 - Requisito no funcional 1

Identificador: RNF-2	
Título	Mostrar textos legibles
Descripción	El jugador deberá ser capaz de leer los textos sin ninguna dificultad.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 21 - Requisito no funcional 2

Identificador: RNF-3	
Título	Estética original
Descripción	El juego debe tener una estética atractiva y llamativa para un público infantil-joven.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Opcional
Fuente	Desarrolladores

Tabla 22 - Requisito no funcional 3

Identificador: RNF-4	
Título	Elementos interactivos fácilmente reconocibles
Descripción	El juego deberá tener pequeñas adaptaciones para que los jugadores con problemas de reconocimiento de colores puedan diferenciar las mecánicas
Prioridad	✓ Media
Necesidad	✓ Opcional
Fuente	Desarrolladores

Tabla 23 - Requisito no funcional 4

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Identificador: RNF-5	
Título	Controles sencillos
Descripción	El juego debe tener los controles lo más sencillo posible, para que los usuarios que antes no han interactuado con la RV sean capaces de ubicar las acciones.
Prioridad	✓ Alta
Necesidad	✓ Esencial
Fuente	Desarrolladores

Tabla 24 - Requisito no funcional 5

Identificador: RNF-6	
Título	Interfaz de usuario adaptable a la RV
Descripción	La interfaz de usuario debe adaptarse a la realidad virtual, por lo que, es recomendable que se eviten las interfaces estáticas
Prioridad	✓ Media
Necesidad	✓ Opcional
Fuente	Desarrolladores

Tabla 25 - Requisito no funcional 6

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Herramientas de Software

Trello [28]. Esta tecnología es un software de administración de proyectos con interfaz tanto web como para iOS [29] y Android [30]. Utiliza, prioritariamente, el sistema Kanban para el registro de tareas gracias a tarjetas virtuales que permiten colgar ideas, tareas, imágenes o listas.



Ilustración 17 - Logotipo de Trello

Para nuestro proyecto se ha empleado un tablero exclusivo para el videojuego organizado con varias listas importantes:

- **Diseño (IDEAS)**. En esta lista se guardan todas las ideas interesantes que podría necesitar el videojuego, así como los parámetros, referencias o contacto con los hospitales.
- **Backlog**. En esta lista se ponen las tareas que tenemos pendientes por realizar con el videojuego, ordenadas por orden de prioridad gracias a una guía de colores donde el rojo es la prioridad y el verde lo menos prioritario. Además, a cada tarea se le asigna un número de la escala de Fibonacci (1,2,3,4,8,13) para evaluar su dificultad.
- **To do**. Lista que recopila todas las tareas que se realizarán en el *sprint*. Así como eventos importantes dentro del *sprint*.

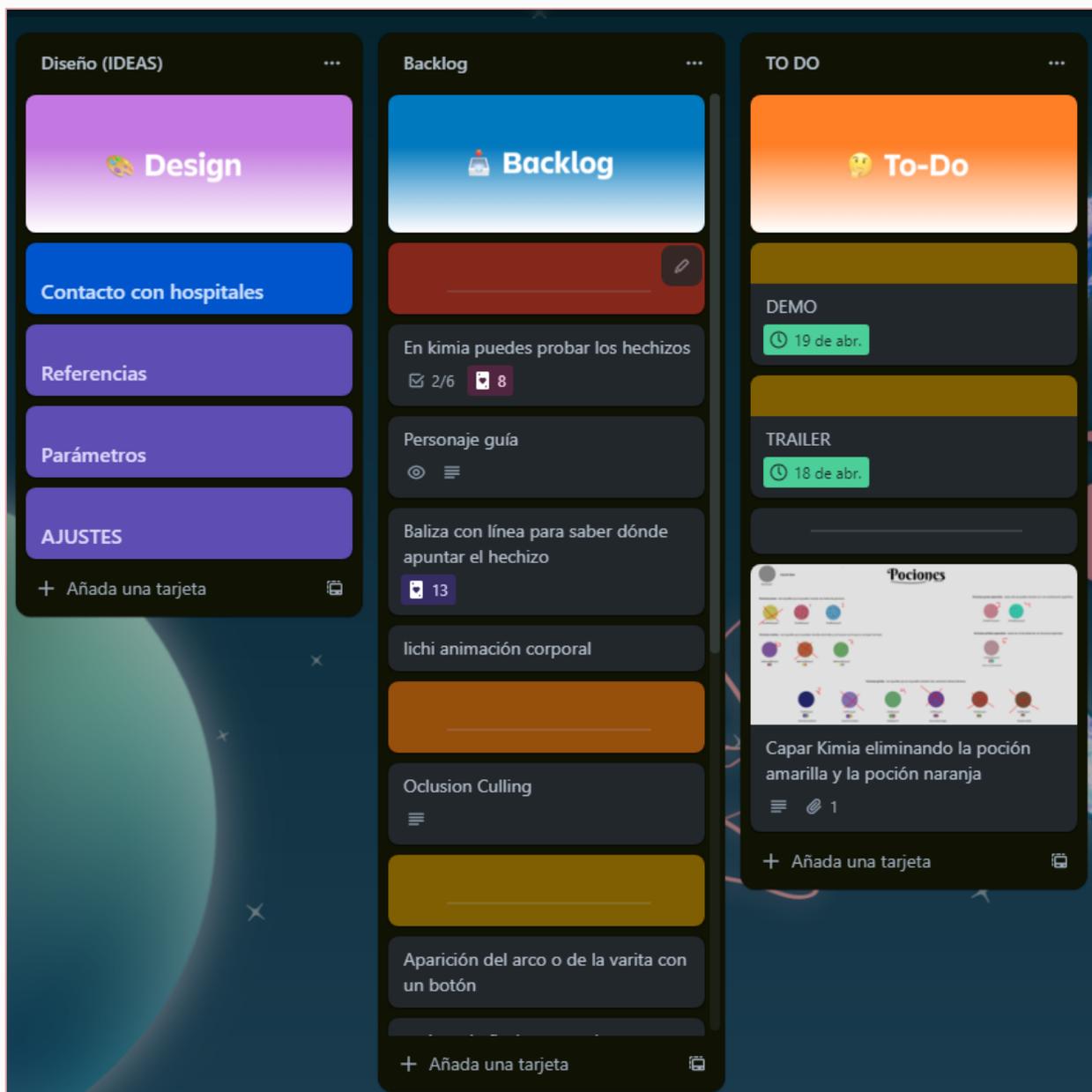


Ilustración 18 - Listas en Trello I (Diseño, backlog y to do)

- **Doing.** Listas encargadas de clasificar las tareas que se están llevando a cabo.
 - **Diseño – UI/3D:** se ocupa de organizar las tareas relacionadas con las tareas de arte o diseño.
 - **Desarrollo – Programación:** se ocupa de albergar las tareas relacionadas con la programación o VFX.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

- **Investigación:** se encarga de albergar todas las tareas relacionadas con la propia investigación o la escritura de este documento.

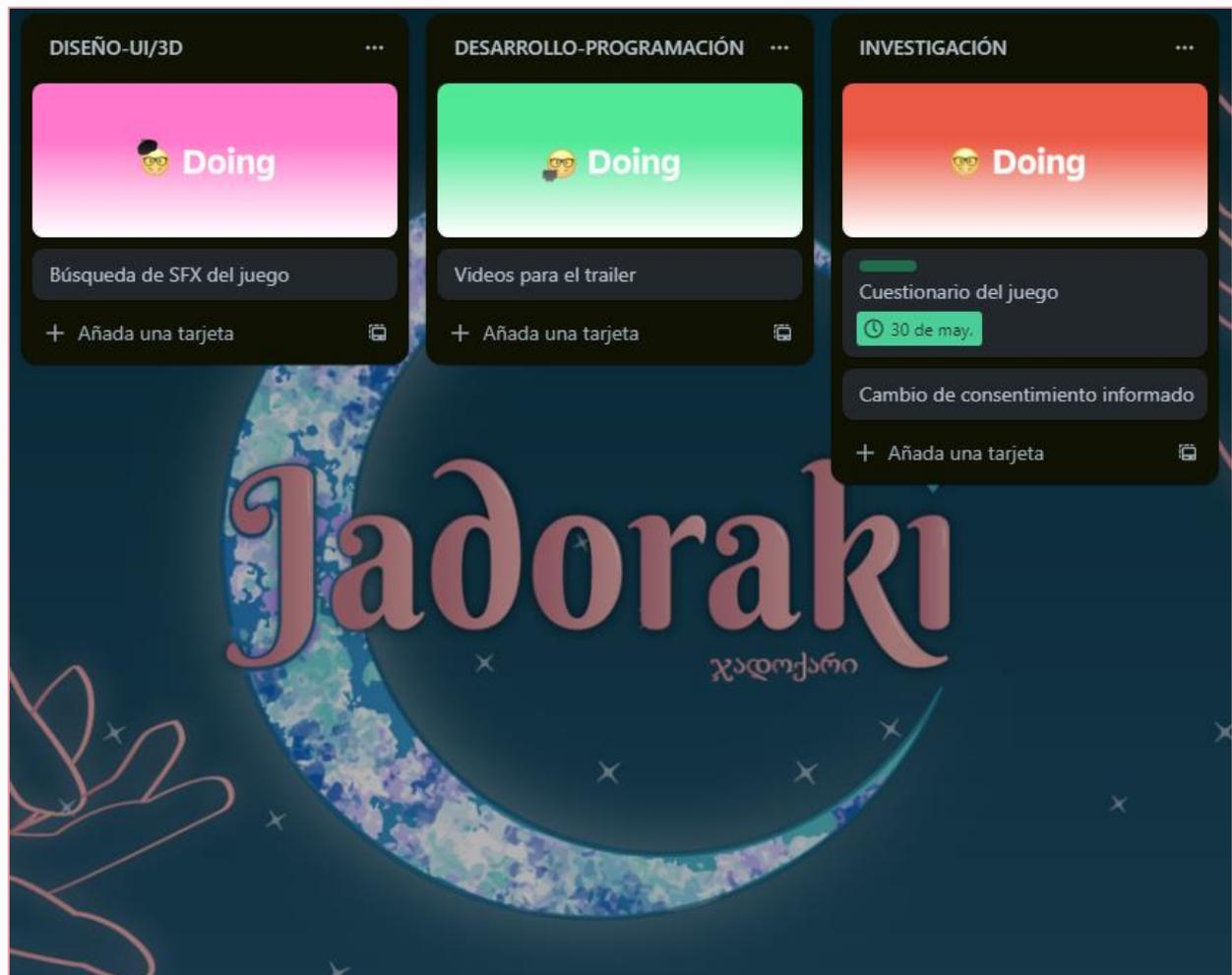


Ilustración 19 - Listas en Trello II (doing)

- **Test – QA.** En esta lista se almacenan las tareas que tienen prioridad para ser probadas y comprobar si están bien realizadas.
- **Done.** Es aquí donde se almacenan las tareas finalizadas en el *sprint*.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

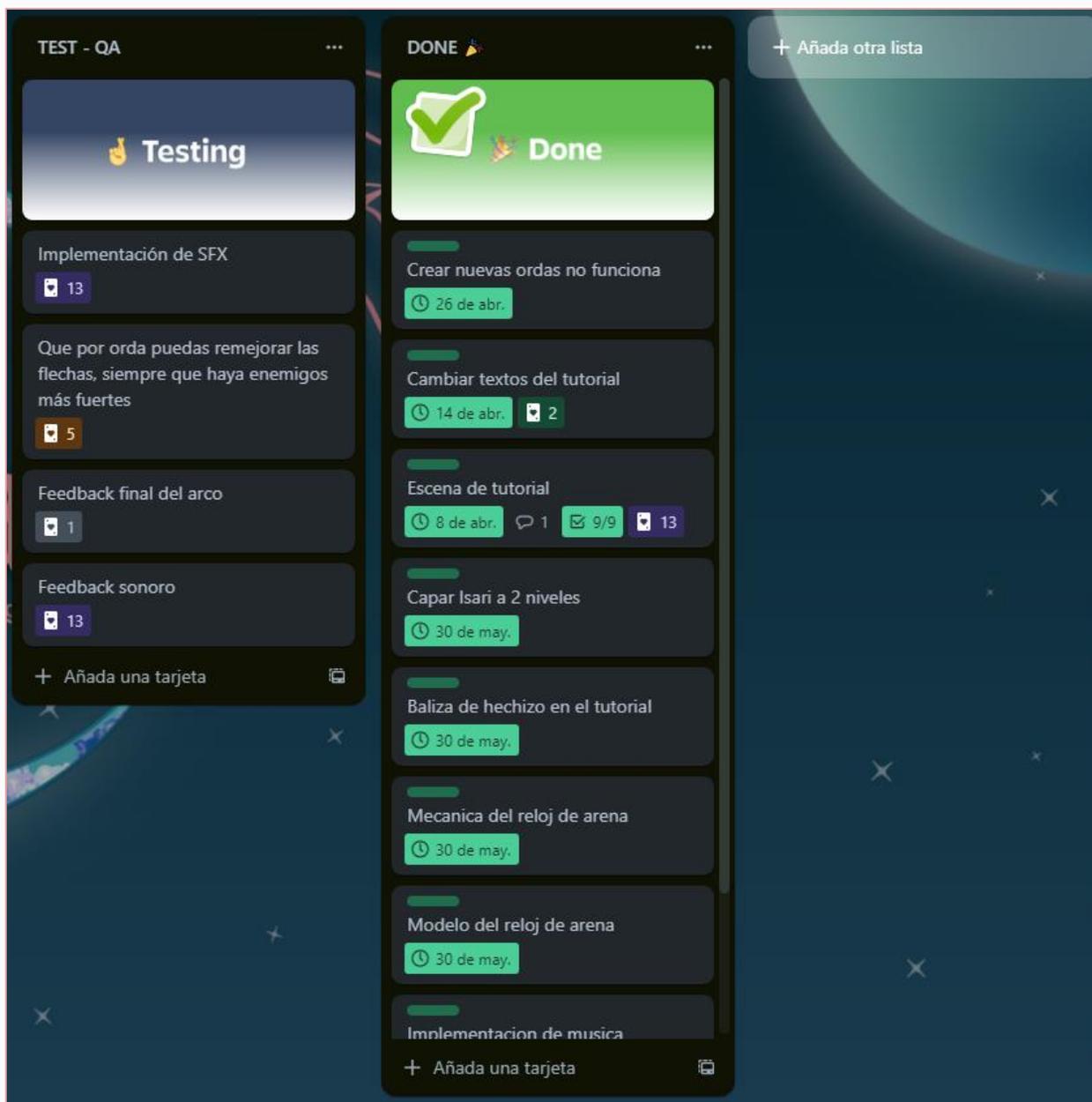


Ilustración 20 - Listas en Trello III (Testing y done)

Notion [31]. Software de gestión de proyectos y escritura de notas. Diseñado para ayudar a coordinar plazos, objetivos y tareas para aumentar la eficiencia y la productividad.

Para este proyecto se ha usado para diversos objetivos como guardar las **imágenes** relacionadas con el videojuego, guardado de **documentos**, ideas futuras para añadir al videojuego o **control de errores**.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.



Conviértete en un mago capaz de salvar a sus compañeros del nuevo mal que ataca tu universo.

Juego en Realidad Virtual enfocado a personas con enfermedades oncológicas.

 [Brand Assets](#)

 [Docs](#)

 [Future ideas](#)

 [Issues](#)

Ilustración 21 – Notion

- **Brand assets.** En esta página se guardan todas las imágenes relacionadas con el juego y otros aspectos relativos a la marca creada alrededor de él. Cada elemento dentro de esta página está clasificado por el tipo de elemento (tipografía, logo, imagen, social, icono, arte conceptual o tráiler) y por el tipo de archivo (.png, .svg, .ttf, .jpg, .ico o .mp4)

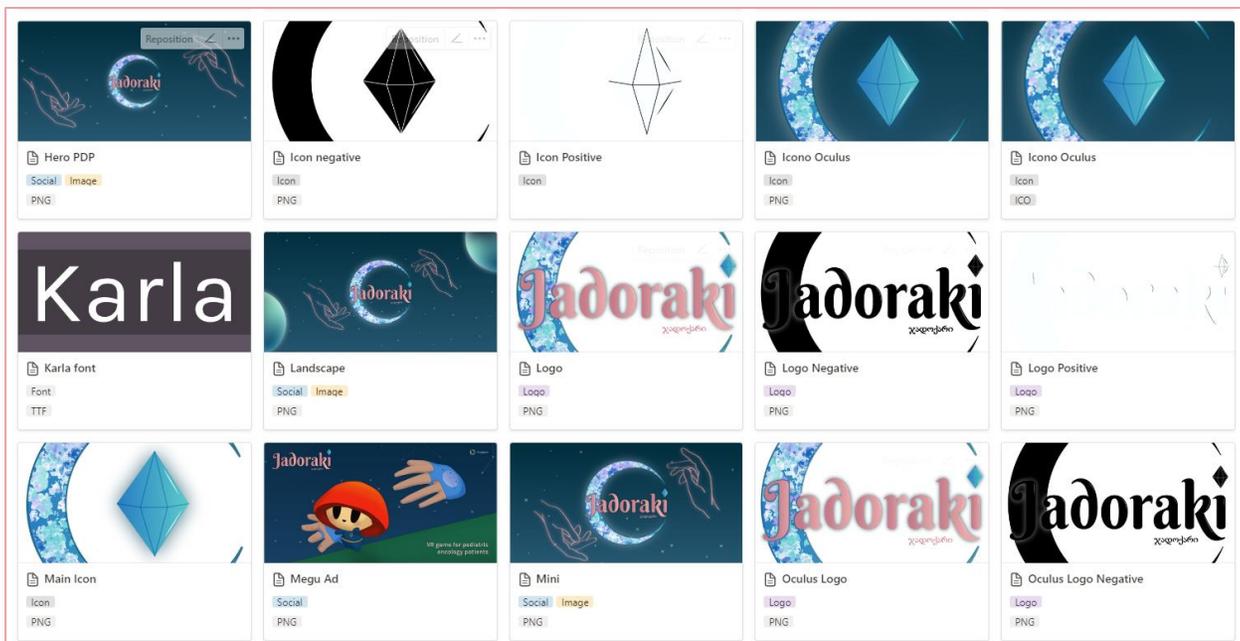
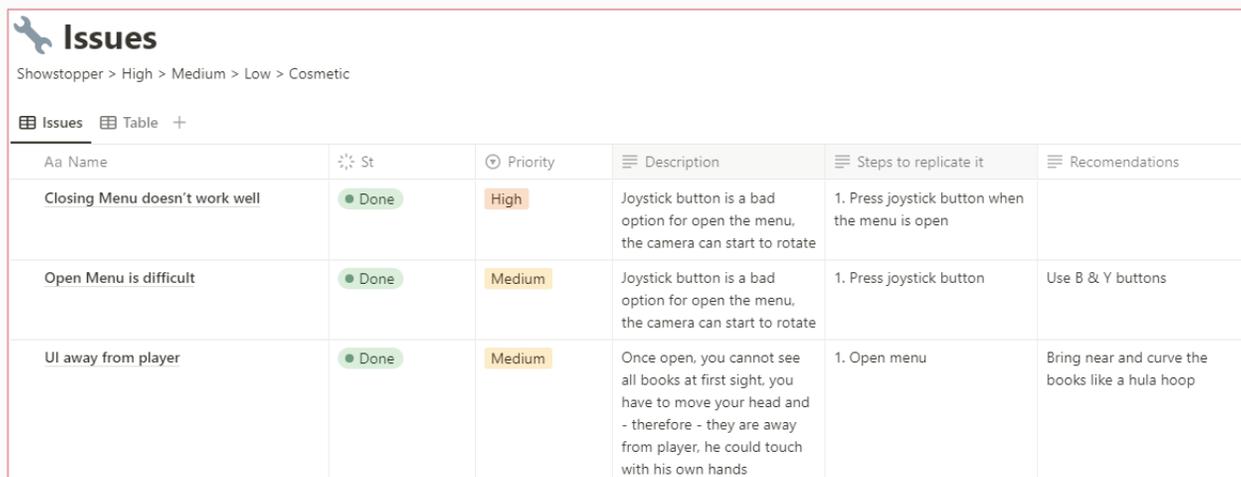


Ilustración 22 - Brand assets Notion

- **Documentos.** Es en este apartado donde se almacenan documentos interesantes para el desarrollo del propio juego como la historia, los textos de los tutoriales y algunos documentos de diseño como el diagrama de flujo o los controles.
- **Ideas de futuro.** Es aquí donde se han almacenado algunas ideas desechadas para la demo.
- **Control de errores.** Esta página del programa se ha usado para clasificar en una tabla todos los errores por estado y orden de prioridad:
 - **Showstopper.** Este tipo de errores son los que mayor prioridad tienen a la hora de solucionarse ya que son los que paran automáticamente la jugabilidad.
 - **High.** Los siguientes en la escala de prioridad, no paran la jugabilidad, pero son importantes de solucionar. Por ejemplo, la interacción con el menú no funciona como debería.
 - **Medium.** Son aquellos que hacen que el juego se comporte de manera diferente a lo esperado, como una confusión en la asignación de animaciones.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

- **Low.** Los errores de baja prioridad son aquellos que no afectan al flujo del usuario dentro del juego, pero deben ser solucionados. Un ejemplo sería un material en un objeto que no se corresponde.
- **Cosmetic.** Estos errores solo afectan a la estética del juego, pero no a su jugabilidad. Por ejemplo, un color que no se ve bien en la escena.



The screenshot shows a Jira 'Issues' page for the project 'Showstopper'. The breadcrumb trail is 'High > Medium > Low > Cosmetic'. The table below lists three issues, all marked as 'Done'.

Aa Name	St	Priority	Description	Steps to replicate it	Recomendations
Closing Menu doesn't work well	Done	High	Joystick button is a bad option for open the menu, the camera can start to rotate	1. Press joystick button when the menu is open	
Open Menu is difficult	Done	Medium	Joystick button is a bad option for open the menu, the camera can start to rotate	1. Press joystick button	Use B & Y buttons
UI away from player	Done	Medium	Once open, you cannot see all books at first sight, you have to move your head and - therefore - they are away from player, he could touch with his own hands	1. Open menu	Bring near and curve the books like a hula hoop

Ilustración 23 - Tabla de errores

Discord [32]. Servicio de mensajería instantánea y chat de voz VoIP gracias a sus servidores o canales de texto y voz. Este programa se encuentra disponible para Microsoft Windows, MacOs, Android, iOS y Linux.

Este software se ha usado para la **comunicación entre alumnos** lo que ha permitido llevar a cabo un correcto desarrollo y mantener una conversación constante.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

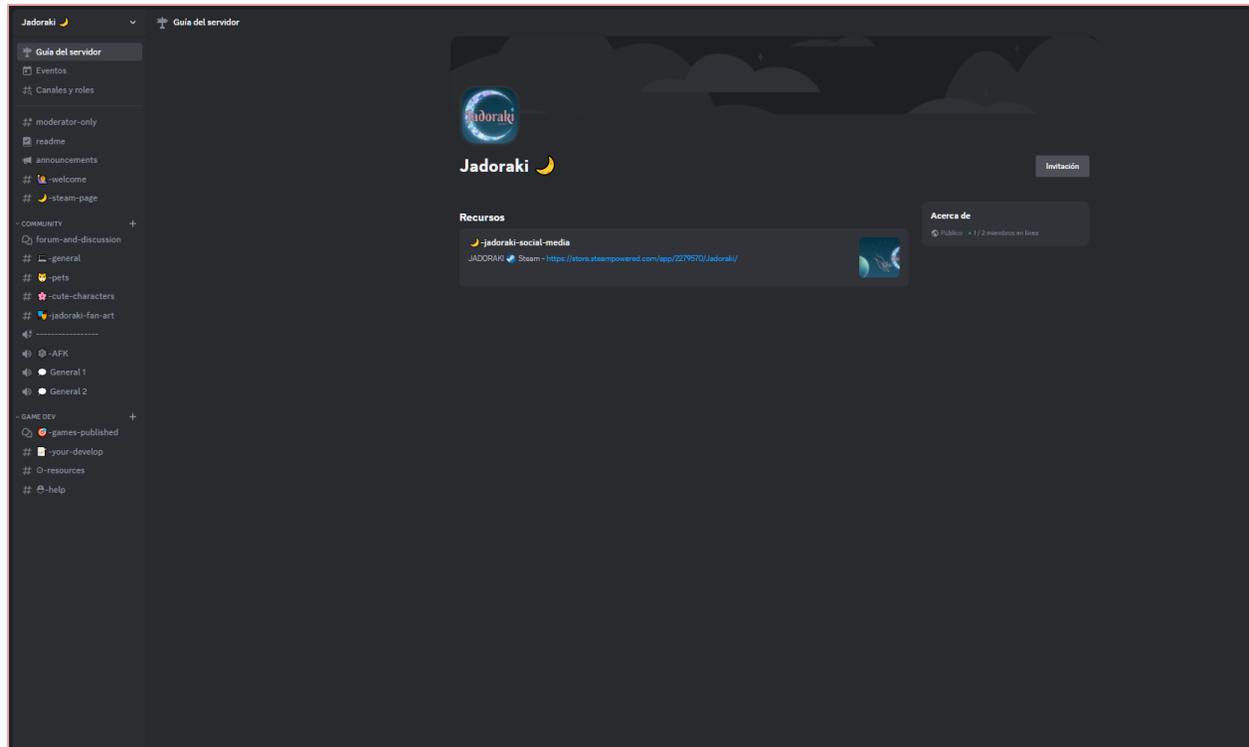


Ilustración 24 - Discord

Microsoft Teams [33]. Esta plataforma encargada de unificar la comunicación y la colaboración entre equipos de trabajo, gracias al uso de chats, reuniones de vídeo, almacenamiento de archivos y la integración de otras aplicaciones, ha sido utilizada para la **comunicación entre alumnos y profesores.**

Además, no se ha utilizado únicamente para la comunicación, sino que también se ha usado para almacenar los documentos de interés relacionados con este documento.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

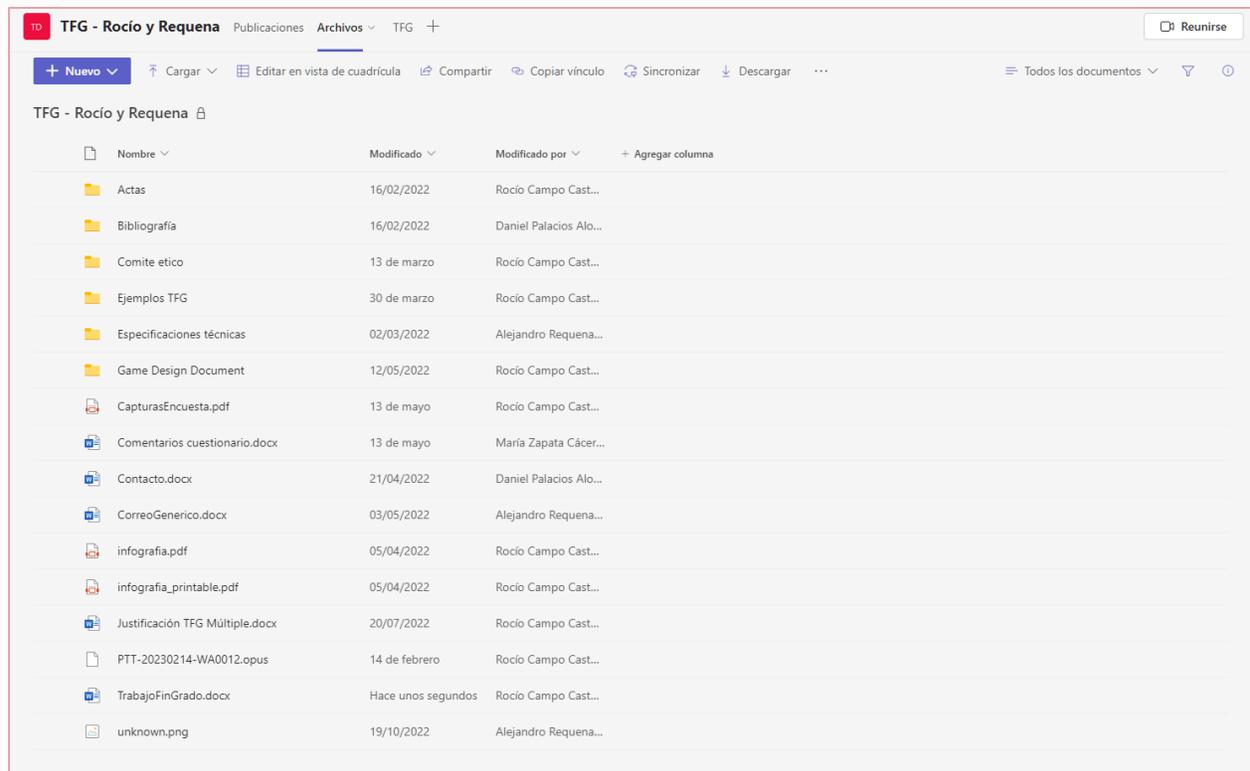


Ilustración 25 - Microsoft Teams

Unity. Motor de videojuegos multiplataforma usado por usuarios y profesionales de todo el mundo para realizar videojuegos o software de distinto índole. Ha sido la herramienta principal del proyecto y gracias a él, se ha podido agrupar todo el trabajo creado en el resto de los programas.

El motor proporciona una **serie de herramientas** que han servido de utilidad a la hora de la crear el videojuego, siendo las siguientes:

- **Universal Render Pipeline (URP).** Es un canal de *renderizado* ampliamente personalizable y escalable, que cuenta con un rendimiento de base mejorado con respecto al canal de *renderizado* por defecto. Este canal permite controlar todo tipo de configuraciones visuales del videojuego, destacando la iluminación, las sombras, los efectos de postproceso, entre otras de configuraciones extra.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

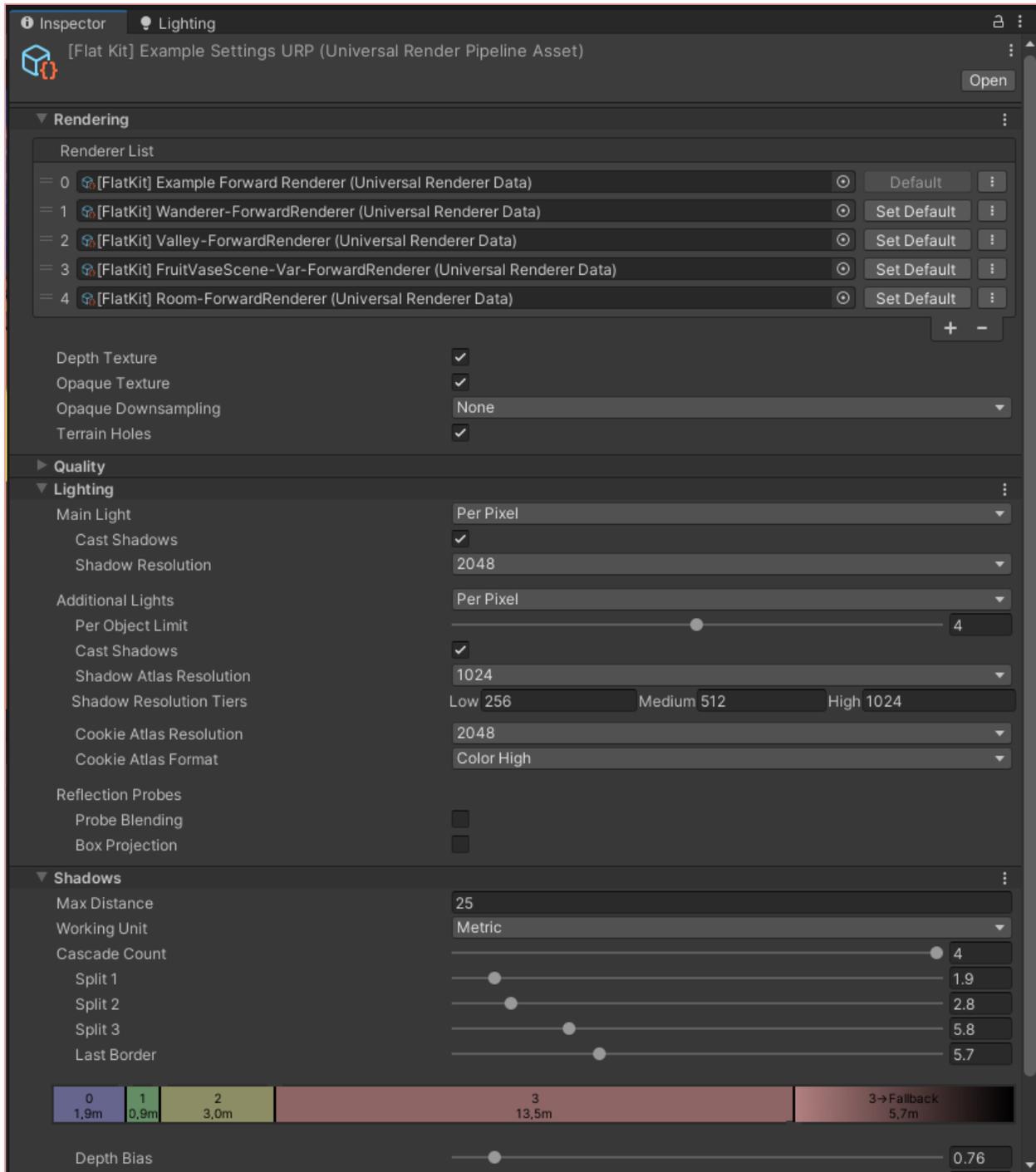


Ilustración 26 - Configuración del URP

- **XR Interaction Toolkit (XR Toolkit).** Es un paquete de alto nivel basado en componentes que proporciona un *framework* en Unity para experiencias en RV o en Realidad Aumentada (RA). Gracias a esta librería, se ha podido diseñar fácilmente un

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

sistema de interacción dentro del juego, sin hacer uso de las librerías que los visores de RV proporcionan.

- **Shader Graph.** Editor visual basado en nodos para la creación de *shaders*. Se ha usado para mejorar la apariencia de algunos VFX y objetos que se encuentran dentro del juego.

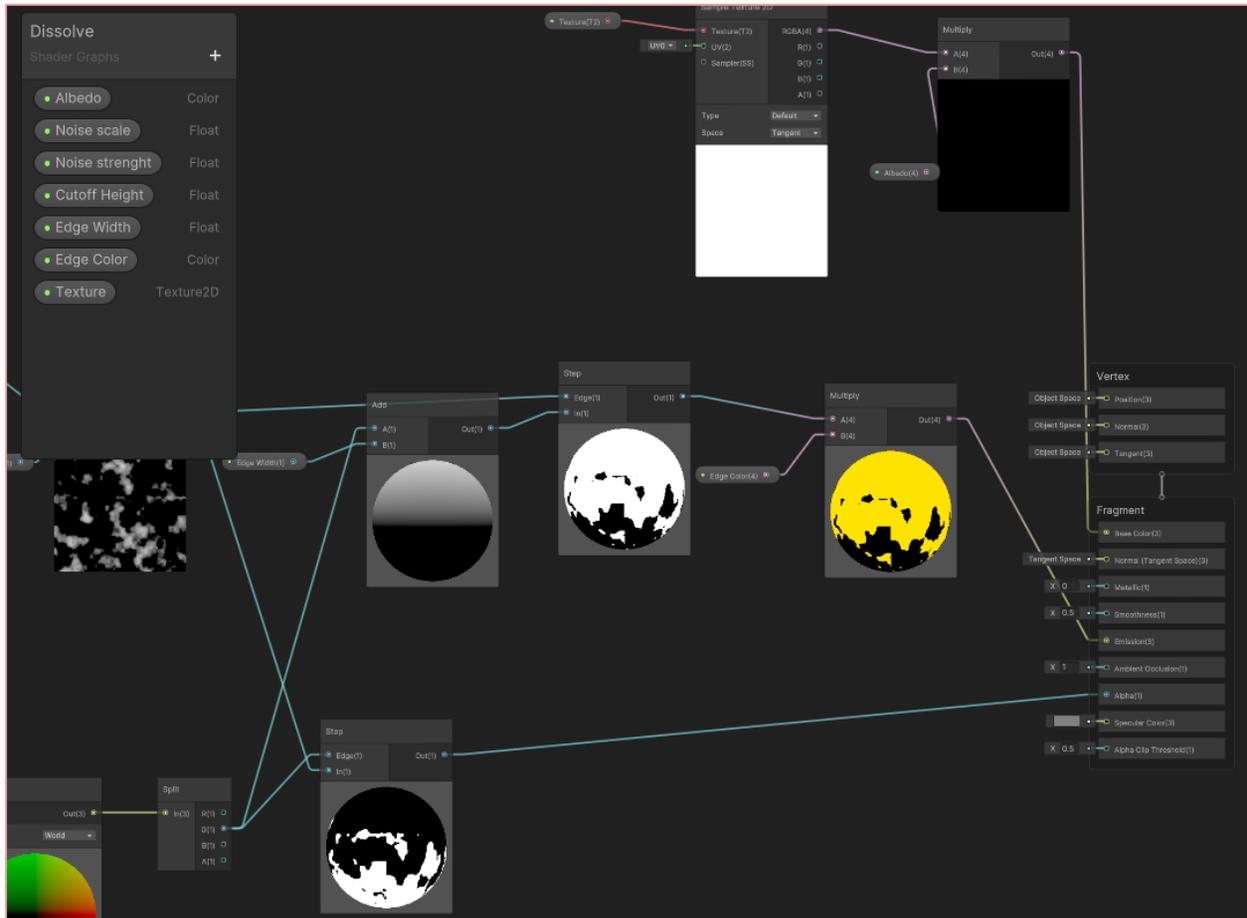


Ilustración 27 - Shader Graph

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

- **Animator.** Herramienta incluida dentro de Unity encargada de organizar las animaciones de los objetos y gestionar los eventos que producen los cambios entre animaciones.

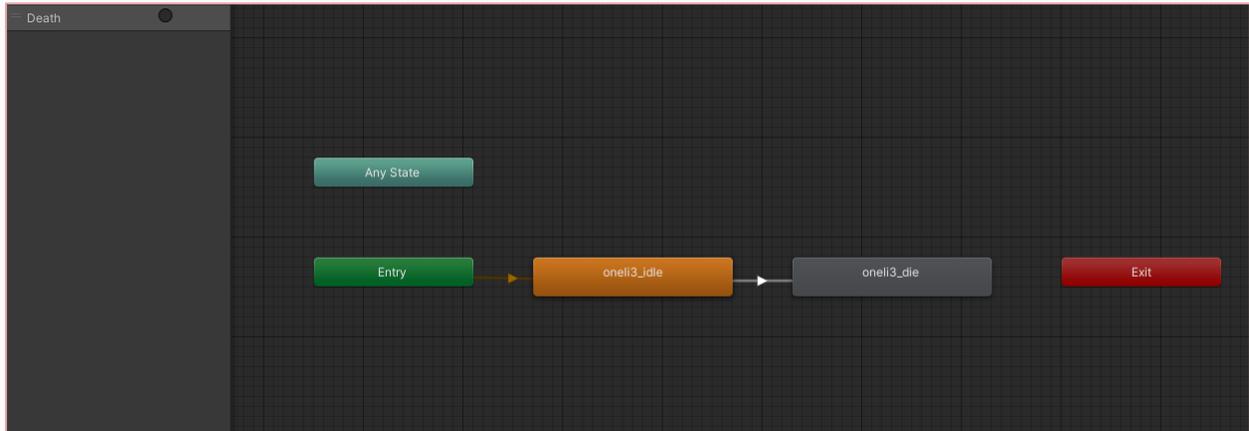


Ilustración 28 - Animator de los enemigos

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

- **Blend Tree.** Esta herramienta permite mezclar animaciones entre sí; es una forma avanzada de animar objetos, útil para animaciones orgánicas.

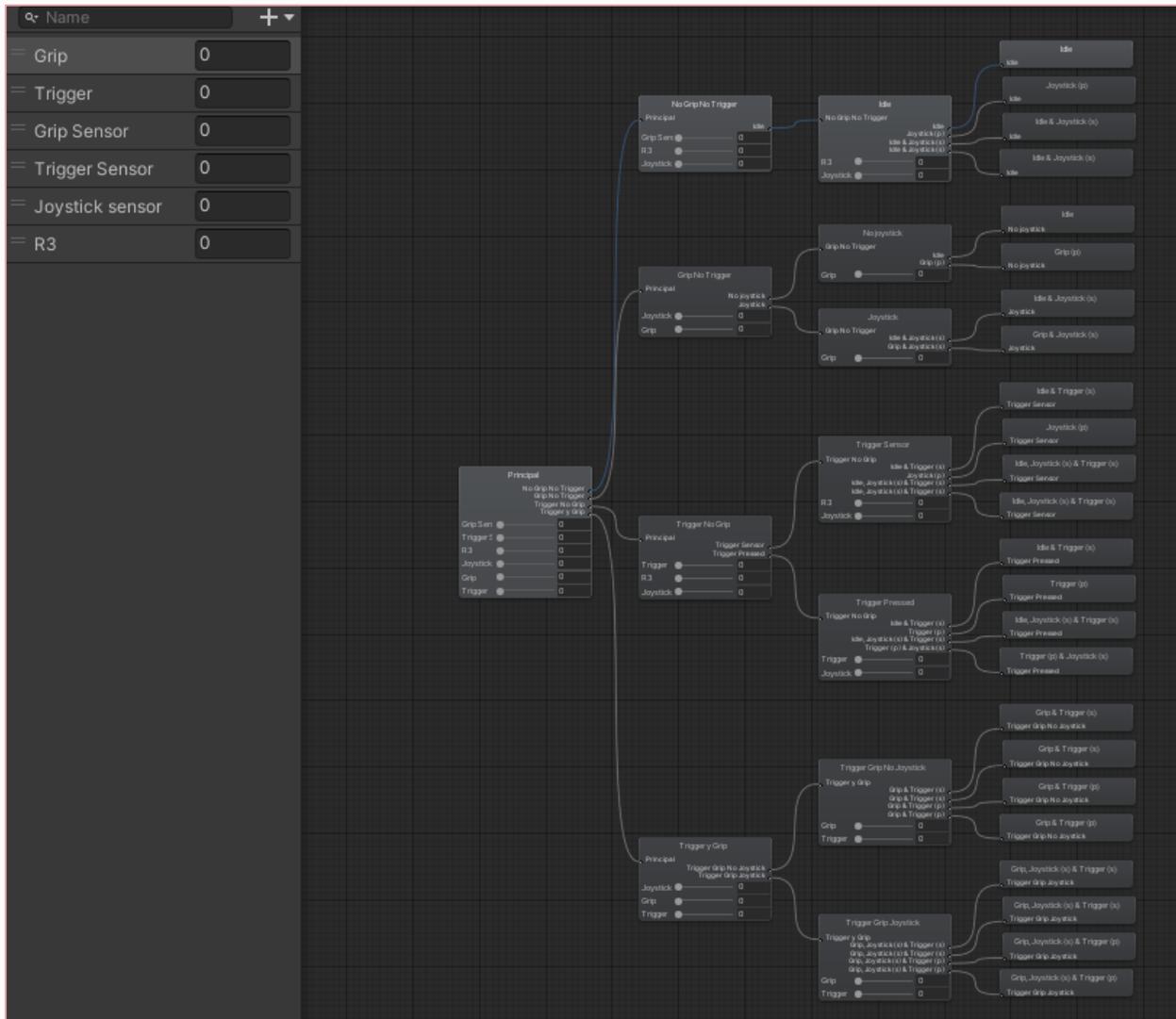


Ilustración 29 - Blend Tree de las animaciones de las manos

- **Unity Input System.** Herramienta propia de Unity que permite estandarizar la forma en la que se implementan los controles y, también, proporciona una funcionalidad avanzada sin precedentes en las soluciones centrales. Su principal utilidad es poder crear controles para todo tipo de plataformas ágilmente y sin la necesidad de modificar el código con cada nueva acción.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

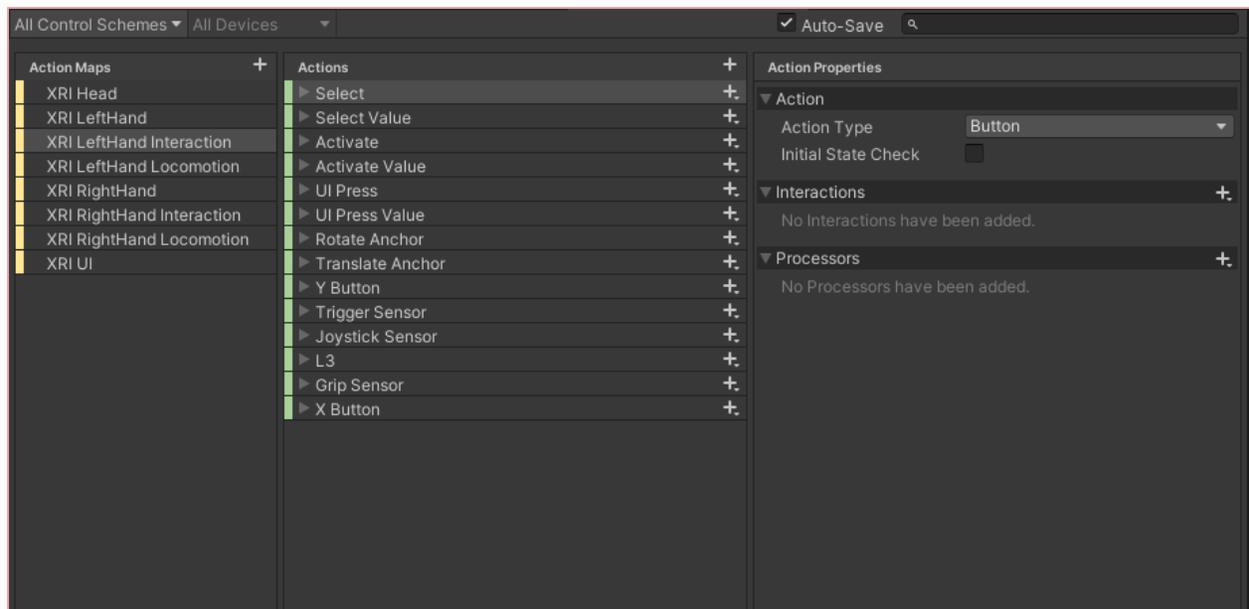


Ilustración 30 - Unity Input System

- **Unity Particle System.** Sistema creado por Unity para la generación de VFX de forma rápida y sencilla desde el editor. Esta herramienta se ha utilizado para la creación de diferentes efectos dentro del juego.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.



Ilustración 31 - Unity Particle System

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

- **Unity Recorder.** Herramienta creada por Unity para poder grabar elementos del motor a gran calidad, sin necesidad de software de terceros.
- **TextMeshPro (TMP).** Librería creada por Unity para mejorar el sistema de *renderizado* de texto clásico, permitiendo el texto nítido. En RV, utilizar esta librería es esencial.

Playfab [34]. La plataforma *back-end* con servicios para videojuegos en línea como analíticas en tiempo real, autenticación de usuarios, gestión de datos del jugador, *matchmaking*, servidores multijugador, torneos y clasificaciones globales.

El servicio ofrecido por esta plataforma ha sido utilizado para la **creación de un sistema de guardado en la nube**. Este tipo de sistema ha sido necesario ya que permite que los usuarios puedan acceder desde cualquier visor a su cuenta.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

 F857203BC7190A8B jadoraki	May 28, 2023 7:22 PM	5 days ago	Spain	\$0.00
 27678EA40226D600 lichi009	May 26, 2023 6:49 PM	7 days ago	Spain	\$0.00
 D16093F9236BA751 lichi008	May 26, 2023 6:16 PM	7 days ago	Spain	\$0.00
 CDD80EB01EB10F10 lichi007	May 20, 2023 11:38 AM	14 days ago	Spain	\$0.00
 77F40BFA53500E9E zarebi006	May 20, 2023 11:27 AM	14 days ago	Spain	\$0.00
 86077EC1E8073849 zarebi005	May 20, 2023 11:18 AM	14 days ago	Spain	\$0.00
 EBE30B5761E82A5E lichi006	May 20, 2023 11:16 AM	14 days ago	Spain	\$0.00
 1280B98EC72E6324 lichi005	May 20, 2023 10:53 AM	14 days ago	Spain	\$0.00
 7CB24CC1F3334D90 zarebi004	May 20, 2023 10:33 AM	14 days ago	Spain	\$0.00
 B2B295FA479601AC lichi004	May 20, 2023 10:32 AM	14 days ago	Spain	\$0.00
 CD26E5BCD7B8721E zarebi003	May 20, 2023 10:09 AM	14 days ago	Spain	\$0.00
 DB818ED56DAACDD1 lichi003	May 20, 2023 10:01 AM	14 days ago	Spain	\$0.00
 26F11570EBCB66FD lichi002	May 20, 2023 9:37 AM	14 days ago	Spain	\$0.00
 4E75E3D6C6300338 zarebi002	May 20, 2023 9:36 AM	14 days ago	Spain	\$0.00

Ilustración 32 - Listado de usuarios tras la prueba.

Dentro de cada usuario se guardan una serie de datos como: el color de piel dentro del juego, si ha completado el tutorial, el número de niveles completados y, para la prueba, se decidió recopilar el número de botones rojos pulsados junto con el segundo en que se pulsó, lo que permite llevar un registro de su actividad durante el tiempo de juego.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Player data			
Key	Value		Permissions
CardSprite	0	{}	Private
SkinColor	0	{}	Private
TFGButtons	, 444 , 455	{}	Private
TimePlayed	1344	{}	Private
Tutorial	yes	{}	Private

+ Add

Ilustración 33 - Captura de los datos recopilados dentro de un usuario.

GitHub. Este servicio es una forja para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones *Git*. El software ha sido uno de los principales pilares para crear el videojuego ya que, gracias a él, se han podido **unificar las versiones de los dos alumnos**.



Ilustración 34 - Logotipo Github

Jetbrains Rider [35] . En Unity, hay una gran variedad de IDEs disponibles para la programación de scripts. La elección de este IDE es gracias a la cantidad de herramientas extras que ofrece en comparación con el resto.

Rider incluye una herramienta, llamada **Intellisense**, cuya función es ayudar a los programadores para **facilitar la escritura de código**. Como se puede ver en la *Ilustración 35*

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

- *Intellisense de Rider*, se le da al programador una serie de opciones para poder completar la línea de código, incluyendo opciones internas de Unity, algo que otros editores no consiguen.

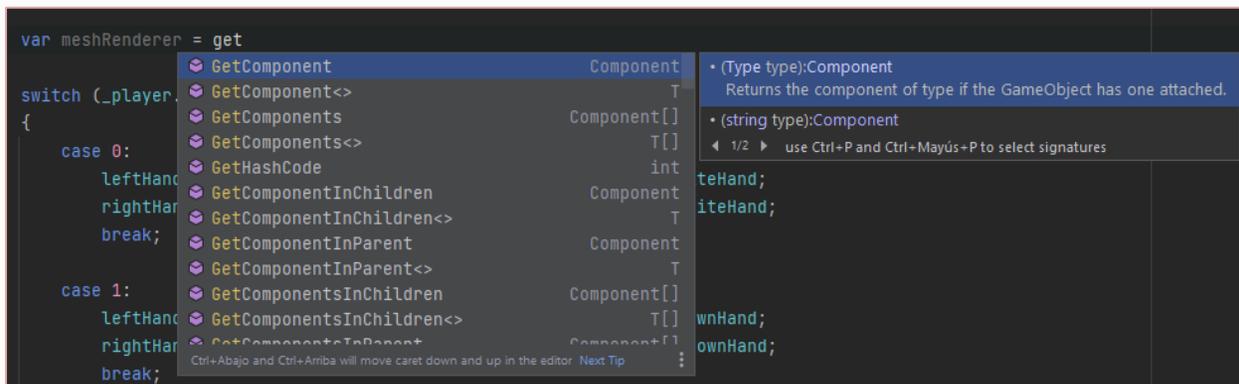


Ilustración 35 - Intellisense de Rider

Autodesk 3Ds Max [36]. Dentro de la amplia gama de **creación de assets 3D**, el software de la familia Autodesk es el que se ha utilizado en este proyecto. Además, 3Ds Max ofrece una versión gratuita para todos sus usuarios estudiantes.

Todos los elementos del videojuego en 3D se han sometido a una reducción de polígonos para no saturar Unity, ya que la optimización es uno de los aspectos más importantes para tener en cuenta, sobre todo a nivel realidad virtual.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

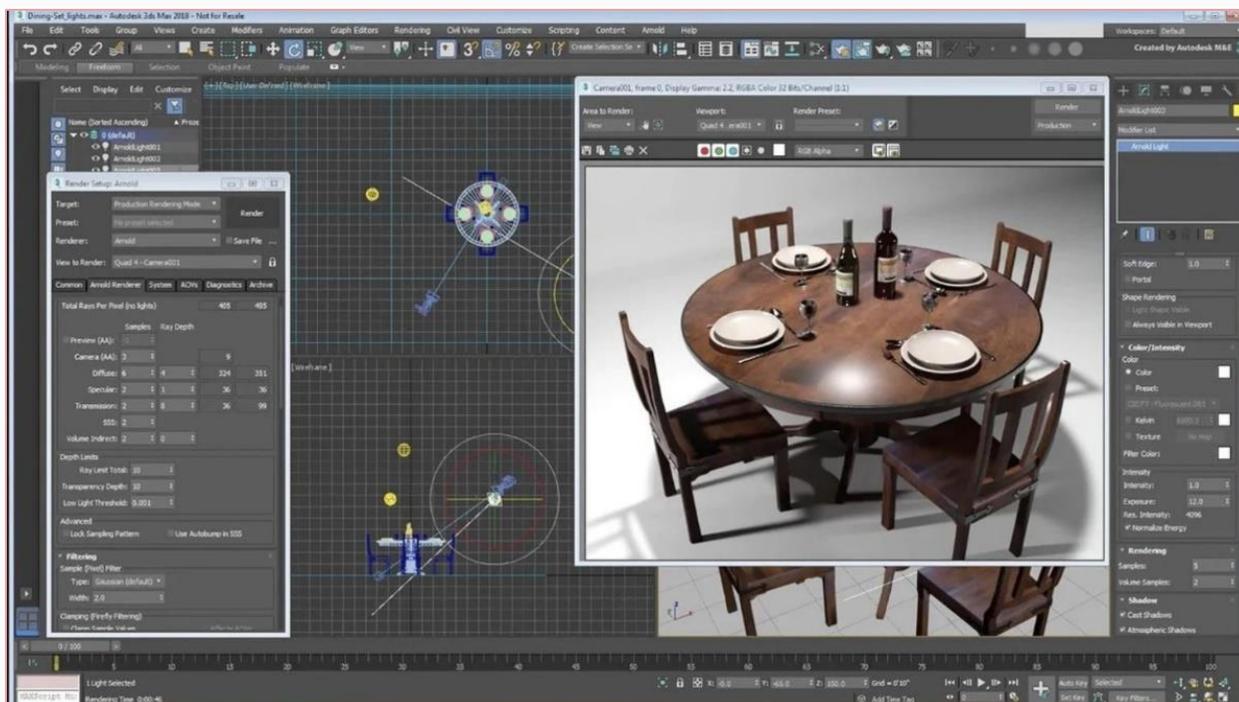


Ilustración 36 - Ejemplo de modelo en 3Ds Max

Adobe Illustrator [37]. Editor de gráficos vectoriales que se utiliza para la ilustración, entre otras muchas cosas, dentro de la rama de arte digital, técnica o diseño gráfico.

A pesar de que Unity ofrece herramientas para gráficos 2D, como botones o texto, el proyecto seguía necesitando de gráficos más precisos en 2D. Por tanto, este software junto con *Autodesk 3Ds Max*, han supuesto los pilares más importantes para el diseño del juego *Jadoraki*, ya que Illustrator se ha usado para **crear y adaptar todos los gráficos 2D** que se ven en el videojuego.

Procreate [38]. El programa de la familia iOS es uno de los más destacables en cuanto a edición de gráficos rasterizados para pintura digital.

Procreate se ha utilizado para las **texturas 3D** de todos los *assets* del proyecto, así como los artes conceptuales de los juegos.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.



Ilustración 37 - Procreate

Diseño

En la fase de diseño, presentada a continuación, se **modelan los requisitos** buscando una solución para la creación del videojuego. Con este apartado se buscan validar los requerimientos y justificar el porqué de las decisiones de diseño.

Jadoraki: Narrativa, Concepto y Objetivo

Siglos atrás, los habitantes del universo *Jadoraki* sufrieron una **invasión de unas criaturas** a las que bautizaron bajo el nombre de *onelis*. Aquellas entidades se dedicaban a poseer a los habitantes y eliminar lo más importante que tenían: su **fuerza vital**.

Después de este desastre, indignados con el caos que se había formado, un grupo con los mejores magos del universo se unieron para formar la organización a la que llamaron: *Trappist*.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Ellos eran los únicos capaces de **crear y lanzar hechizos** tan potentes como para expulsar los onelis y proteger grandes ciudades.

Gracias a la historia detrás del juego, el jugador se pondrá en la piel de un **aprendiz de mago** de la organización, muchos años después del desastre cuando el caos está más controlado. Es ahí donde el jugador tendrá que proteger su propio planeta y probar sus dotes como **magos de guerra o magos alquimistas**; presentados ambos como diferentes niveles del juego.



Ilustración 38 - Planetas de entrenamiento

Personajes

Para dar sentido a la historia mencionada en el subapartado anterior: *Jadoraki: Narrativa, Concepto y Objetivo*, los personajes toman una importancia especial. Ellos son los que **dan sentido a la historia** y evitan que sea un juego solo con interacciones de objetos. A continuación, se desarrollarán los personajes más importantes para la creación de esta demo.

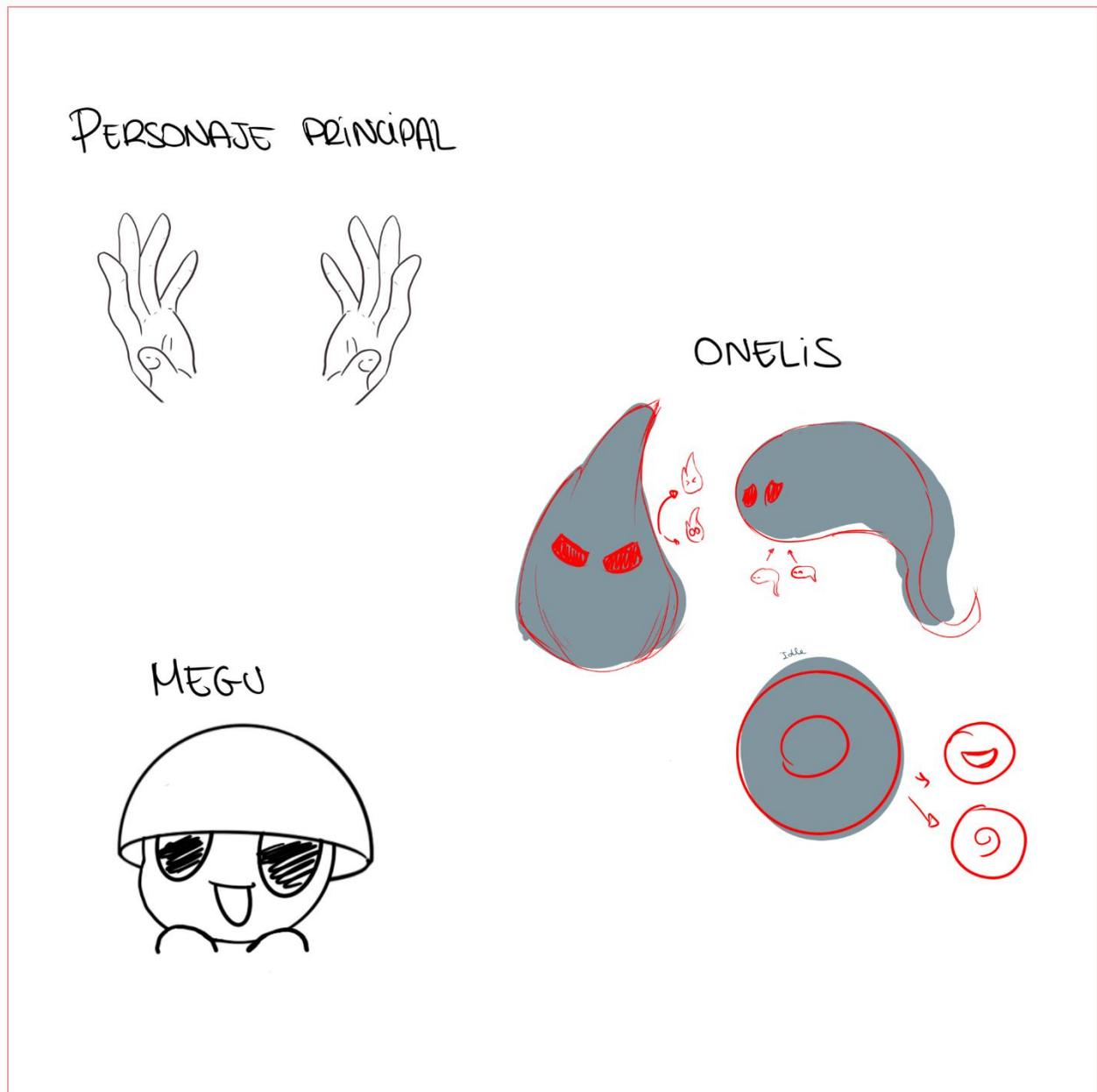


Ilustración 39 - Bocetos de los personajes de la demo

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Personaje Principal. En el caso de un videojuego en RV, el jugador maneja al personaje como si de él se tratase. Esto genera una **gran dificultad a la hora del diseño** ya que no se quería hacer que el protagonista tuviera unas características específicas que rompiesen o **dificultasen la inmersión** dentro del propio juego. En consecuencia, se propone al jugador como miembro de la asociación de magos para tener un contexto dentro del juego, pero se le permite **la personalización** su personaje gracias a la **modificación de la tarjeta** de mago similar a la carta de la *Ilustración 40* y de la **modificación del color de su piel**, ya que el personaje carece de cara o cuerpo visibles.



Ilustración 40 - Ejemplo de carta de personaje

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Onelis. Los enemigos de este juego se encargan de poner a **prueba las habilidades del jugador** con la realidad virtual. Estos personajes tienen personalidades diferentes según la fuerza y el estatus que tengan en el juego. Hay 3 tipos de sombras:

- **Nivel 1.** Es el nivel más potente del juego, son los jefes de nivel superior y los más difíciles para acabar con ellos.
- **Nivel 2.** Son los esbirros del nivel 1, su personalidad es cansada y son un poco más sencillos que sus superiores.
- **Nivel 3.** Estos onelis son los que crea el jugador para practicar sus habilidades en el juego. Son calmados y solo le persiguen; aunque según evolucionan las habilidades del usuario, estos mejoran y se vuelven más difíciles de eliminar.

Megu. Este personaje es uno de los miembros de la asociación y el **compañero de viaje** del jugador. En cuanto a su personalidad, presenta una **infantil y alocada** lo que permite que el jugador centre la atención en sus órdenes ya que es Megu quien **irá guiando al jugador con las misiones** del juego. Para la demo desarrollada para este proyecto, el personaje solo está a **modo decorativo**.

Lichi. Ella es el primer personaje de la asociación **que tiene que ser salvado de los onelis**. Su personalidad es extrovertida y calmada; sin embargo, al ser poseída por los enemigos **carece de personalidad hasta que sea salvada**. Este personaje **no está incluido** en los niveles de la demo probada en el estudio.

Diagrama de Flujo y Niveles

A lo largo de este apartado, se presentará el **diagrama de flujo que el usuario debe seguir** durante el desarrollo de una partida. Así mismo se explicarán los **distintos niveles, sus objetivos** y se dará a conocer su entorno. En la *Ilustración 41*, se puede ver el diagrama de flujo que seguirá el usuario que pruebe la demo del juego.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

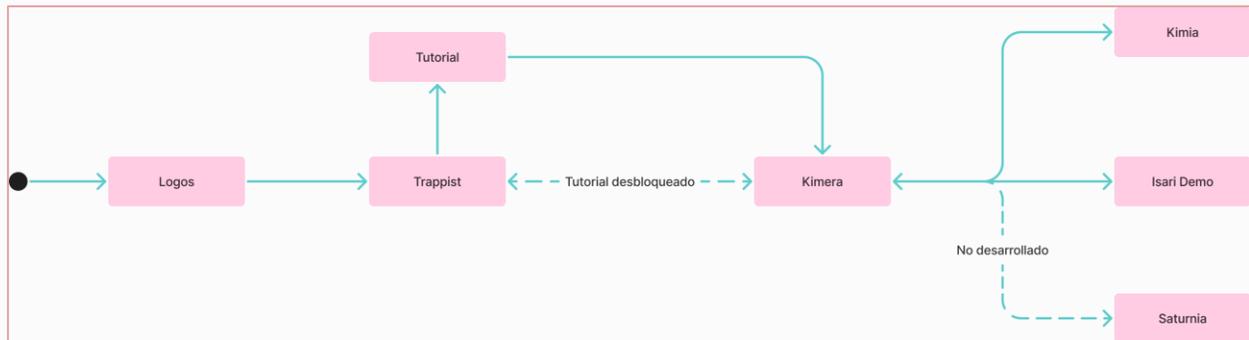


Ilustración 41 - Diagrama de flujo

Logos. Este bloque contiene el logo del equipo de desarrollo, sirviendo como introducción a la RV; además, **carece de importancia narrativa.**



Ilustración 42 - Logo del desarrollador



Ilustración 43 - Visión del logo dentro de la RV

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Trappist. Este mundo es el **campamento de los magos de la asociación**, contiene tiendas de campaña y fogatas, entre otros elementos decorativos, para pretender ser un asentamiento. Es aquí donde se le da la bienvenida al jugador y se le permite **crear un usuario** o, en caso de que ya lo tenga, **iniciar sesión**. Para interactuar con el teclado y poder escribir los distintos caracteres para la contraseña y el nombre de usuario, se ha creado un pequeño libro que funciona como si fuera un portátil.



Ilustración 44 – Trappist

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Tutorial. Este nivel sirve como introducción a los **controles del juego**, los cuales serán explicados en el apartado *Controles*. En las manos del jugador aparecen mensajes que indican las **acciones que el jugador debe seguir** y, hasta que no se haya realizado la correspondiente, el juego no cambiará de mensaje. La escena es muy parecida a Kimera, mundo que se verá más adelante, pero con menos objetos para reducir la interacción del jugador con el universo lo máximo posible y así se consiga concentrar en los mensajes de los controles.



Ilustración 45 - Mensajes del tutorial

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Kimera. Este es el planeta que al jugador **se le asigna para proteger**. Kimera contiene distintos objetos con los que el jugador puede interactuar, haciendo que el nivel tenga entretenimiento propio; algunos objetos permiten la personalización de sus manos y su tarjeta de mago. Este nivel funciona a modo de **menú principal** ya que es desde aquí donde el jugador tiene que acceder a los demás niveles: Kimia, Isari, Saturnia y Trappist, usado para cerrar sesión. El movimiento entre planetas se realiza gracias al colocación de planetas en la base astral.



Ilustración 46 - Kimera

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Kimia. Este nivel permite el entrenamiento del jugador como **mago alquimista**. El planeta consta de un caldero y pociones disponibles para mezclarse, así mismo, contiene una pizarra donde se indica las pociones que ha conseguido desbloquear.



Ilustración 47 - Kimia

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Isari. Este es el planeta donde el usuario practica sus dotes de **magos de ataque**; aquí deberá crear enemigos y eliminarlos. Como se usa a modo de campo de tiro, el entorno es un mundo abierto con múltiples plataformas de teletransporte y carcajes.

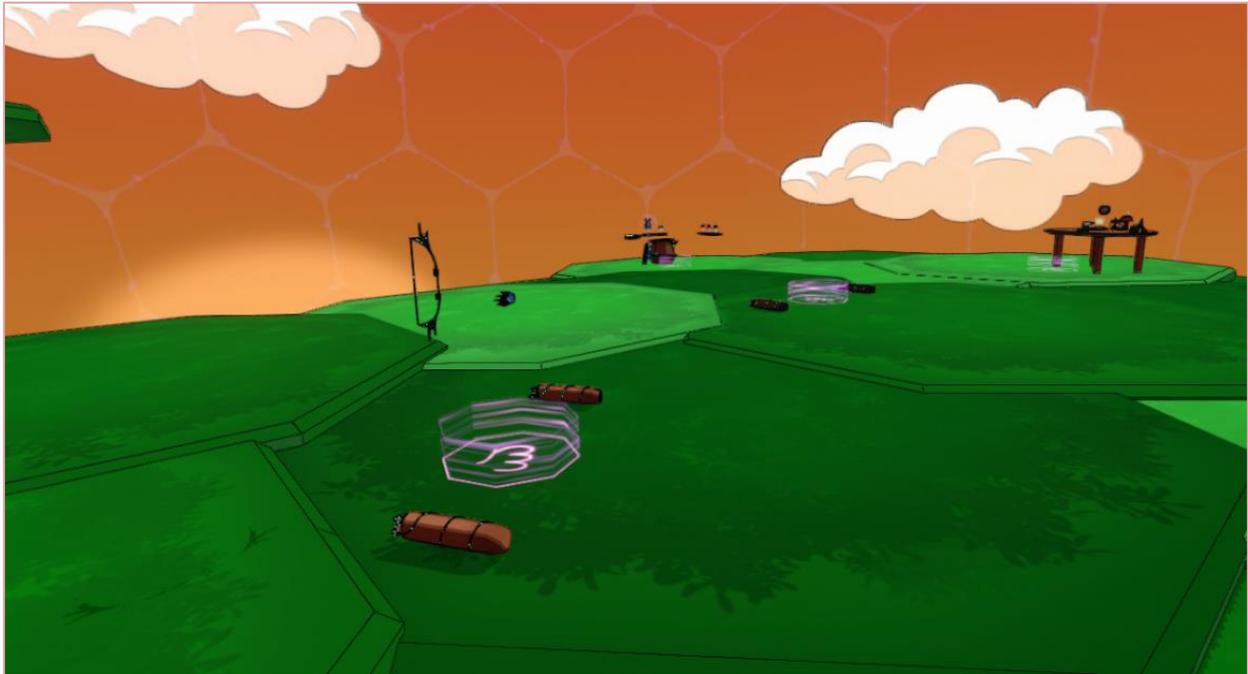


Ilustración 48 - Isari

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Saturnia. El último de los niveles diseñados es el planeta que protege Lichi. Este sirve como el primer planeta donde el jugador conocerá los efectos de los enemigos. En él, el usuario pondrá en práctica los dos niveles jugados anteriormente: *Isari*. Este es el planeta donde el usuario practica sus dotes de **magos de ataque**; aquí deberá crear enemigos y eliminarlos. Como se usa a modo de campo de tiro, el entorno es un mundo abierto con múltiples plataformas de teletransporte y carcajes. y *Kimia*. Este nivel permite el entrenamiento del jugador como **magos alquimista**. El planeta consta de un caldero y pociones disponibles para mezclarse, así mismo, contiene una pizarra donde se indica las pociones que ha conseguido desbloquear. En la demo de este juego, el usuario todavía no puede ver los efectos de los onelis pero puede visitar el planeta para observarlo.

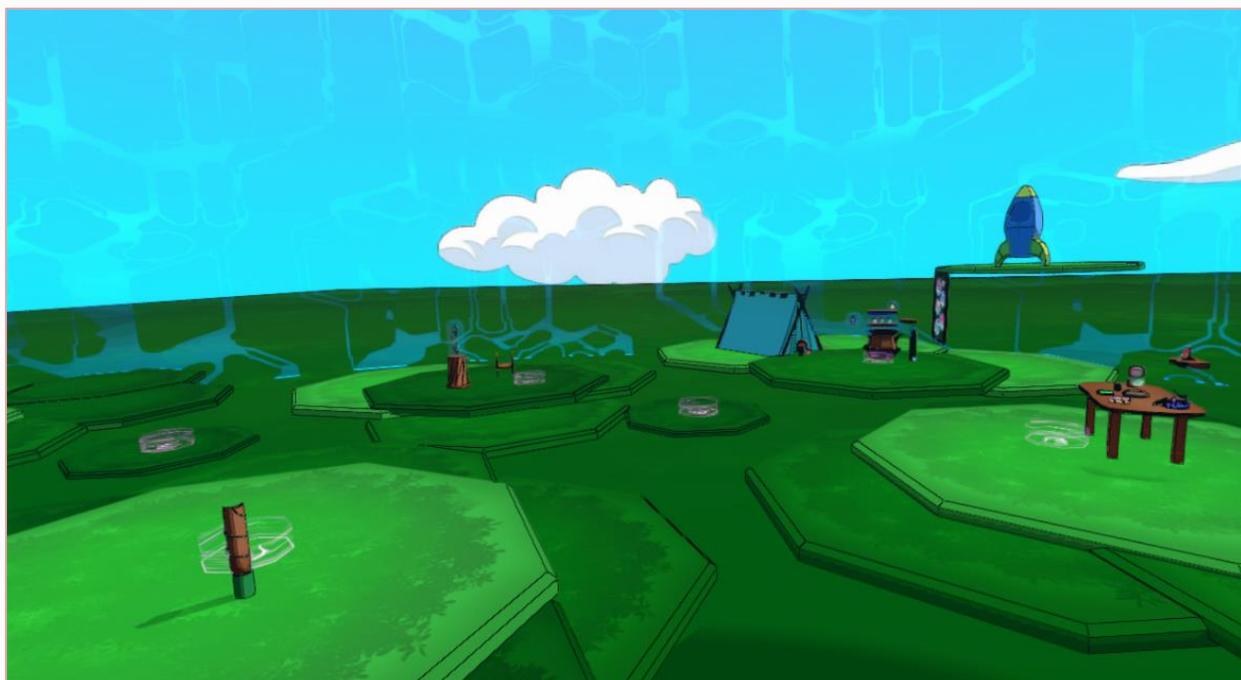


Ilustración 49 – Saturnia

Interfaz de Usuario

La interfaz de usuario en juegos de realidad virtual es un reto dentro del ámbito del diseño ya que el concepto de interfaz tradicional con pantallas estáticas no suele funcionar en entornos

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

360°. Para este proyecto se han desarrollado varias interfaces que se han intentado integrar lo máximo posible al contexto del juego.

Interfaz Principal. Este es el elemento **más complejo de contextualizar** en el juego ya que la interfaz está encargada de albergar los ajustes generales y modificaciones o consultas que necesite el usuario. Aunque para esta demo **no se ha desarrollado por completo**, se puede ver la funcionalidad. En la *Ilustración 50*, se puede observar un primer boceto de lo que es la interfaz.

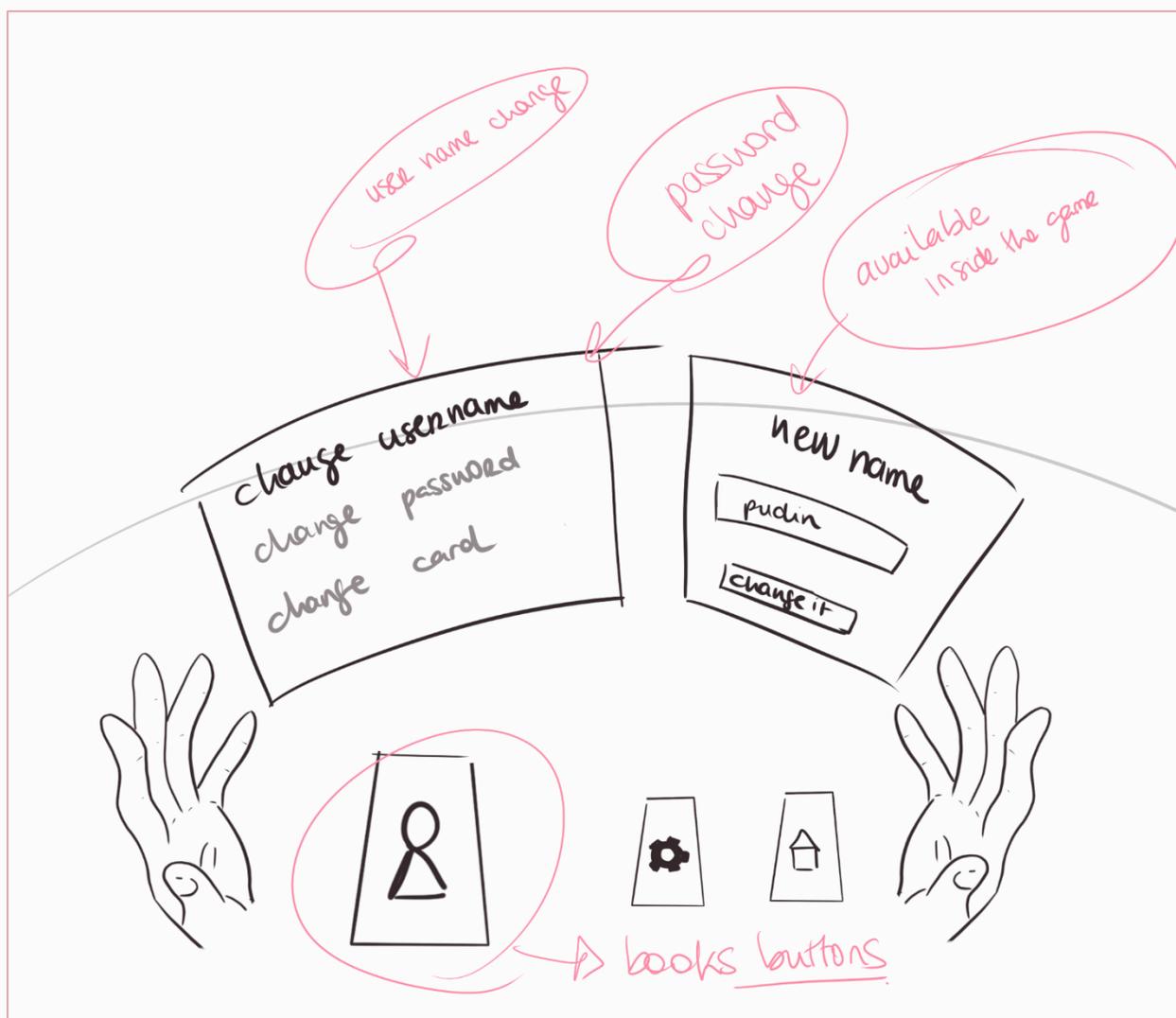


Ilustración 50 - Boceto interfaz principal

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

El usuario, al ser mago, posee la capacidad de **invocar con sus manos una serie de libros** que le permitan interactuar con los ajustes del entorno. Cada libro posee una funcionalidad y un tema diferente, siendo estos:

- **Jadoraki.** Es el libro de personalización de mago, en él se pueden ajustar tanto la tarjeta del jugador como la piel del personaje.
- **Kimiuri.** Es el recetario de pociones del juego; en este libro podrá observar las pociones que tiene desbloqueadas y el cómo se consiguen, además de una breve explicación sobre los compuestos.
- **Kontroli.** Es el libro de los controles, gracias a él, el jugador podrá volver a jugar la escena de tutorial y repasar todos los controles.
- **Morgeba.** Es el libro de ajustes generales, en el se permite la modificación de los sonidos.
- **Saki.** Este libro permite el cerrado de sesión sin necesidad de estar en el planeta Kimera, por tanto, deriva directamente a Trappist.

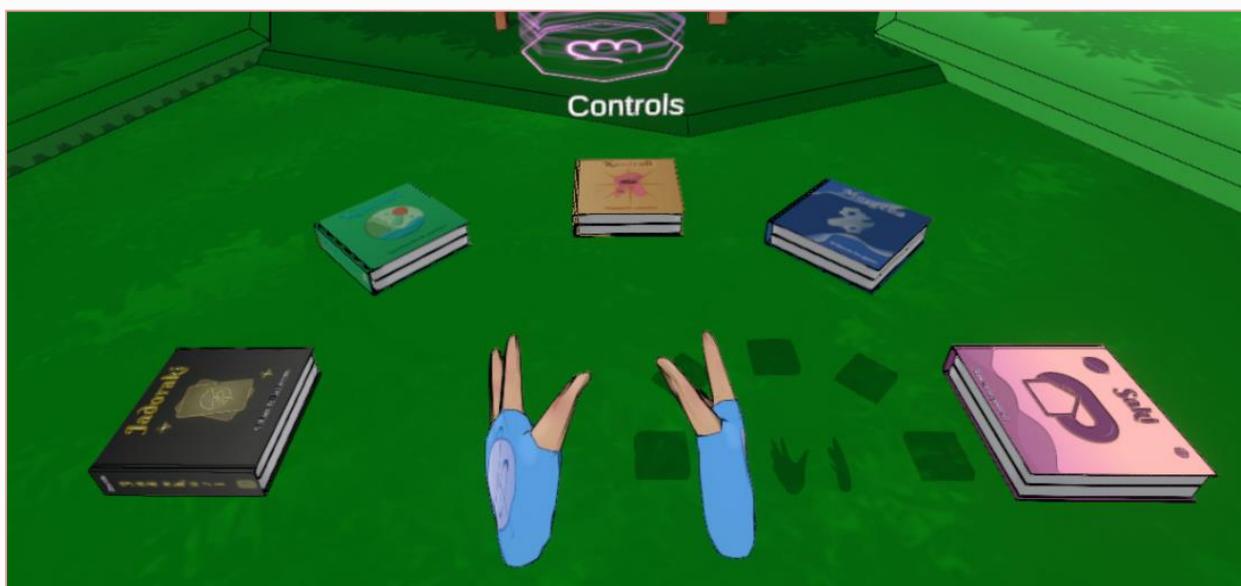


Ilustración 51 - Interfaz final

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Tutoriales. Comúnmente, en multitud de videojuegos se presentan los tutoriales como elementos interactivos o como diapositivas dentro de una interfaz. Para este juego, un tutorial con **diapositivas era una mala decisión** por culpa de la realidad virtual, por lo que se han usado **elementos interactivos** para crear una interfaz más amigable y adaptada. Dentro de las manos del jugador se irán alternando una **serie de carteles** que indican lo que el usuario debe hacer si quiere desbloquear el **cómo hacer la siguiente mecánica**. Estos carteles contienen una imagen o GIF para guiar visualmente al objeto o control que tiene que referenciarse y un breve texto explicativo. Además, esta **interfaz no se elimina hasta que no termine todos los controles**.



Ilustración 52 - Bocetos de las posibles interfaces

Barra de Vida de los Enemigos. Después de hacer las primeras pruebas con gente externa al videojuego, se pudo apreciar que no sabían cuántos golpes faltaban para acabar con la vida de los enemigos; por ello, se decidió hacer **una barra** que indicase el **porcentaje restante de vida** de cada enemigo. Para no saturar la escena con tantas barras de vida, esta solo aparece **si el enemigo ha sido atacado**. Cada oneli tiene su propio modelo de barra, pero en esta demo solo se puede observar la del oneli de nivel 3.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

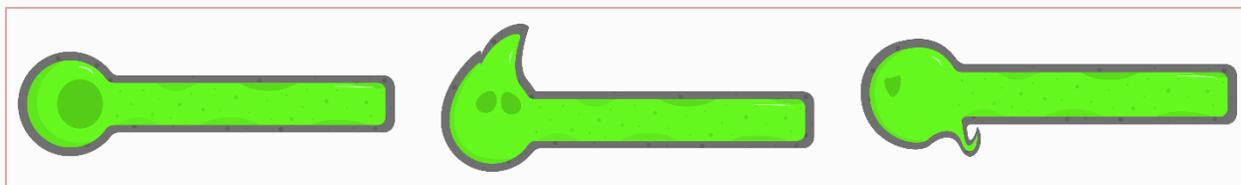


Ilustración 53 - Barras de vida

Pizarra de Pociones. En el nivel de Kimia, se ha colocado una pizarra donde se indican las **pociones desbloqueadas**. Originalmente, este menú no se iba a diseñar ya que estaba pensado para ser parte de la interfaz principal, pero, tras hacer pruebas con usuarios, se vio que era necesario tener un concepto más a la vista. Por tanto, se decidió crear una pizarra contextualizada en la narrativa del juego para que no resaltase y se viese fuera de lugar. Esta pizarra clasifica las pociones en base a los **tres grandes grupos que hay y las desbloquea según han sido creadas**, para finalmente tener la pizarra a modo de recetario.

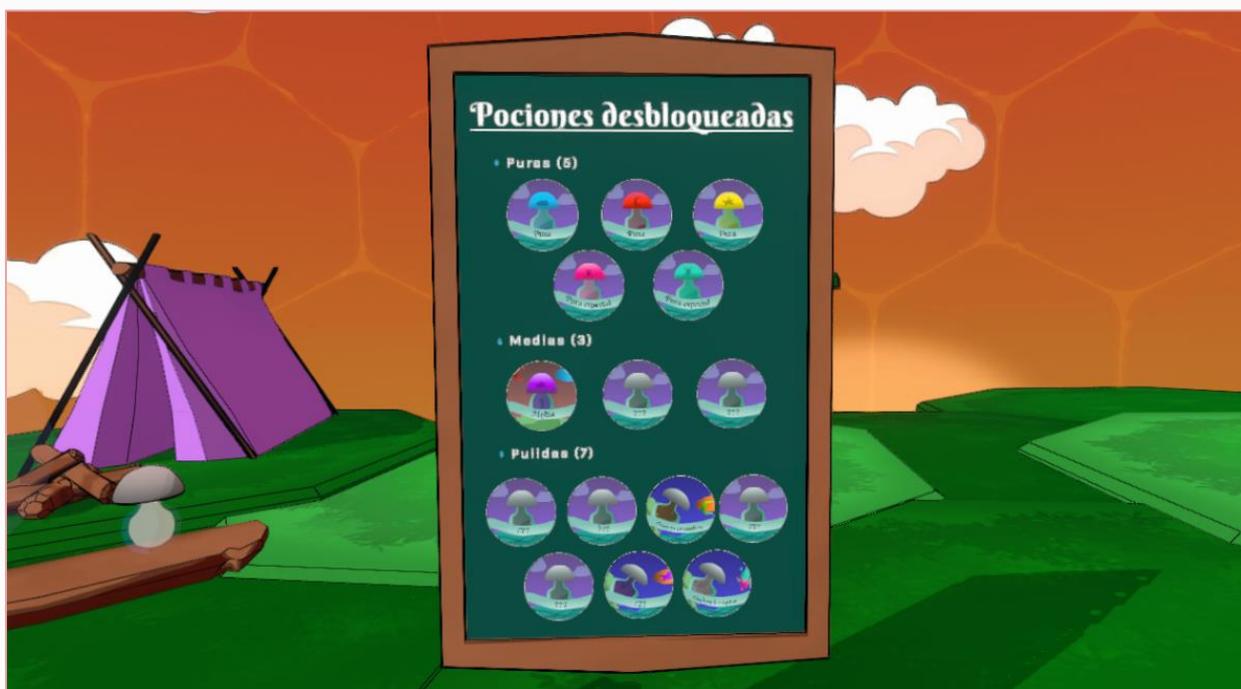


Ilustración 54 - Pizarra

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Registro de Usuario. Al igual que el resto de las interfaces comentadas anteriormente, el registro de usuarios supuso un gran reto de diseño, se necesitaba contextualizarlo sin que fuese un problema para la realidad virtual. Por ello, se decidió crear un portátil para introducir los datos; sin embargo, un portátil moderno sería contraproducente ya que lo descontextualizaría del juego, así que se diseñó un **libro-portátil donde el usuario pudiese crear su cuenta.**



Ilustración 55 - Portátil de usuario

Controles

Como se ha comentado a lo largo de este documento, el dispositivo que se ha usado para diseñar el juego han sido las gafas Meta Quest 2, por tanto, los controles de esta versión se han adaptado solo a sus mandos. Cada uno de los periféricos, perfectamente simétricos, está compuesto de cinco botones con interacción propia:

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

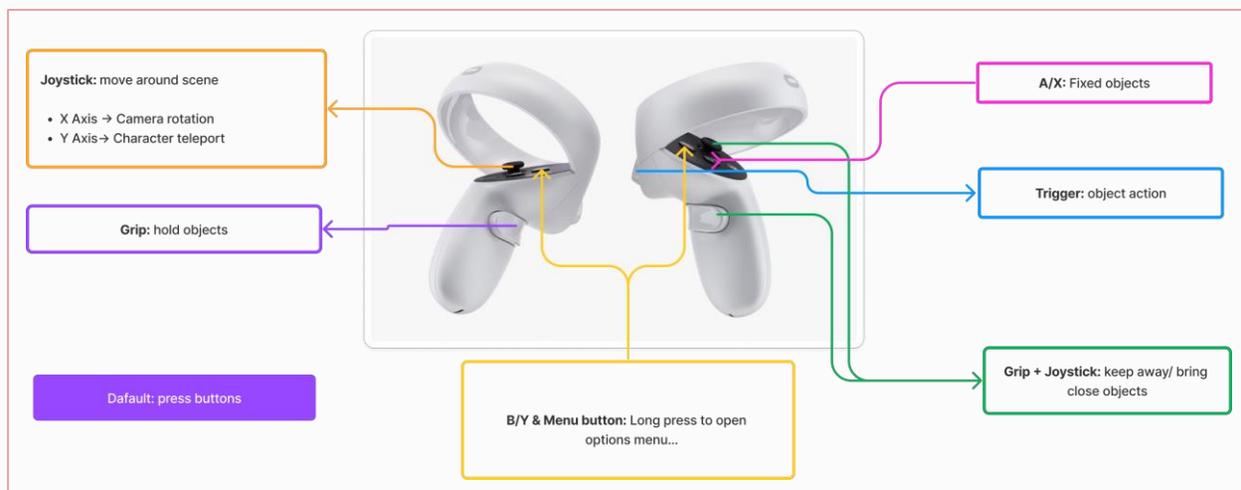


Ilustración 56 – Controles

Botón Grip. Este botón se utiliza para **agarrar objetos**.

Botón Trigger. Este botón tiene un sensor que amplía las funcionalidades que es capaz de realizar.

- **Presionar el botón con un objeto en la mano.** Si el **objeto tiene acciones predeterminadas**, este botón las activará.
- **Dedo índice levantado del botón.** Si no se pulsa el botón, el juego **activa un rayo** con el que se puede interactuar con objetos lejanos.



Ilustración 57 – Rayo

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Joystick. Para esta palanca, se han puesto varias funcionalidades dependientes del eje que el jugador utilice:

- **Eje X.** Si el jugador mueve de izquierda a derecha cualquiera de los dos joysticks, podrá **rotar la cámara** para ver su entorno.
- **Eje Y.** En caso de que decida mover el joystick de arriba-abajo señalando con el rayo una plataforma de teletransporte, el juego **permite moverse** al jugador a dicha plataforma.
- **Eje Y si tiene un objeto en su rayo.** Esta función permite **acercar o alejar objetos** del jugador.

Botón A/X. Estos botones se usan para **congelar objetos en el aire**. El jugador deberá pulsar cualquiera de los dos botones con algo en su mano para eliminar la gravedad del objeto. En caso de volver a coger el objeto y pulsar el botón otra vez, **vuelve a su estado inicial**.

Botón B/Y. Al mantener pulsados ambos botones a la vez con los mandos juntos y separarlos en el eje X se **activará el menú principal**. Para cerrarlo será necesario hacer la acción contraria, es decir, si se mantienen los botones pulsados con los mandos separados, al juntar las manos en el eje X, se cerrará el menú.

Diseño de Mecánicas

Las mecánicas un juego [39] son cualquier acción realizada por el jugador que permite la modificación del estado del juego en un preciso momento del juego. En este subapartado se analizará el diseño de todas las mecánicas que posee la demo de *Jadoraki* que han sido desarrolladas en el capítulo de *Descripción Informática*.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Rayo. Es la **mecánica principal** del juego ya que es la que permite la interacción con los objetos de los entornos. Esta consiste en un rayo capaz sostener, acercar, alejar y realizar acciones de objetos, así como permitir el teletransporte del jugador.

Tiro con Arco. Mecánica principal del nivel Isari. Esta consiste en el **uso de arco y flechas** para acabar con los enemigos de la escena o realizar otras acciones; es muy similar al uso de un arco en la realidad. Además, disparar flechas a distintos objetos puede desbloquear pequeños huevos de pascua como el encender una hoguera.

Pociones. Esta es la mecánica principal del nivel de Kimia y una de las **más complejas** de diseñar del juego. Cada vez que se quiera crear una nueva poción, se **deberá introducir en el caldero** con otra, siempre de tipo distinto a la ya introducida. Se han diseñado tres tipos de pociones cada una con unas **características específicas**:

- **Pociones puras.** Estas pociones son las originales, es decir, son la materia prima de las pociones y es gracias a ellas, que se pueden **obtener las pociones medias**. Dentro de este tipo de pociones hay un modelo único llamado ***pura especial*** que es capaz de crear **pociones pulidas** sin necesidad de tener que pasar por las pociones medias.
- **Pociones medias.** Estas pociones se originan únicamente con la mezcla de puras. Se permite la mezcla entre **dos de tipo medio** o entre una de **tipo medio y una pura** que no haya creado la media que se va a mezclar; es decir, si la poción media AB se ha creado con las pociones puras A y B, solo se podrá juntar con la poción pura C y no con las pociones A o B.
- **Pociones pulidas.** Estas son las pociones finales del juego, lo que quiere decir que **no se pueden mezclar con otras**. Se obtienen gracias a las puras especiales o las pociones medias.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Además, esta mecánica no solo se encuentra en Kimia sino que aparece en otros niveles del juego ya que la creación de pociones permite **lanzar hechizos con la varita**, desbloqueando una nueva mecánica. Los hechizos disponibles en esta versión son:

- **Creación de enemigos.** En Isari, aparece un caldero con el que el jugador deberá resolver un puzle y desbloquear la receta para crear los enemigos del nivel.
- **Mejora de flechas.** Este hechizo también se encuentra dentro de Isari. Las flechas siempre hacen -1 de daño; sin embargo, al desbloquear esta poción, permite que las flechas hagan -1 de daño más del daño original. Por cada horda de enemigos, el jugador podrá elegir si mejorar la flecha o continuar con la flecha actual, por lo que, el daño que hace una flecha depende de esta **fórmula**: $\text{Daño flecha} = 1 + (n \text{ mejoras} * 1)$. En la demo, solo se puede mejorar la flecha un total de 2 veces.

Teletransporte. Para poner en práctica esta mecánica es necesario el uso del rayo. Esta mecánica permite el **movimiento del jugador** a cualquier parte del mapa sin necesidad de moverse del sitio, siempre y cuando se apunte a una de las plataformas de teletransporte.



Ilustración 58 - Plataforma de teletransporte

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Movimiento entre Niveles. Para accionar esta mecánica son necesarios dos objetos: el **planeta y la base astral**. El jugador deberá colocar uno de los planetas disponibles en la base astral y pulsar el botón verde para **cambiar al nivel seleccionado**. Para dar retroalimentación de que el planeta está en la posición correcta, véase *Ilustración 60*, se ha decidido colocar el planeta flotando encima de la plataforma con su nombre encima de él.



Ilustración 59 - Base astral



Ilustración 60 - Planeta bien colocado

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Arte

Una vez concebida la idea y desarrollado el diseño, el arte comienza a tener la importancia que necesita en un juego de realidad virtual. A lo largo de todo el apartado, se comentará el proceso que se ha tenido para diseñar el arte del videojuego; así mismo, se podrá ver la evolución por periodos de algunos elementos del juego.

Para la **estética del juego**, se ha decidido usar una estética de dibujo animado similar a las series japonesas para crear la sensación infantil y amigable que necesita el proyecto enfocado al público al que va dirigido.

Arte Conceptual

El arte conceptual supone el **punto de inicio** para el resto de los elementos artísticos del videojuego ya que es donde el diseño y las ideas del diseñador se unen sobre el papel. Para realizar esta fase se ha usado el software **Procreate**. **El programa de la familia iOS es uno de los más destacables** en cuanto a edición de gráficos rasterizados para pintura digital., pues el uso de la pantalla del iPad [40] es de mayor comodidad respecto al uso de una tableta gráfica de bajo coste sin pantalla y las características de ambos dispositivos son muy similares. Los bocetos en los que más se ha trabajado son los de la varita, el caldero, Megu, Lichi, los onelis y algunos bocetos de las escenas; todos ellos desarrollados a continuación.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Varita. Para la imagen de este *asset* se ha decidido seguir con el icono principal del juego: la luna y el diamante; ambos elementos se encuentran en la parte superior de la varita. Mientras, en la parte inferior se puede ver una liana que rodea el resto del mango.

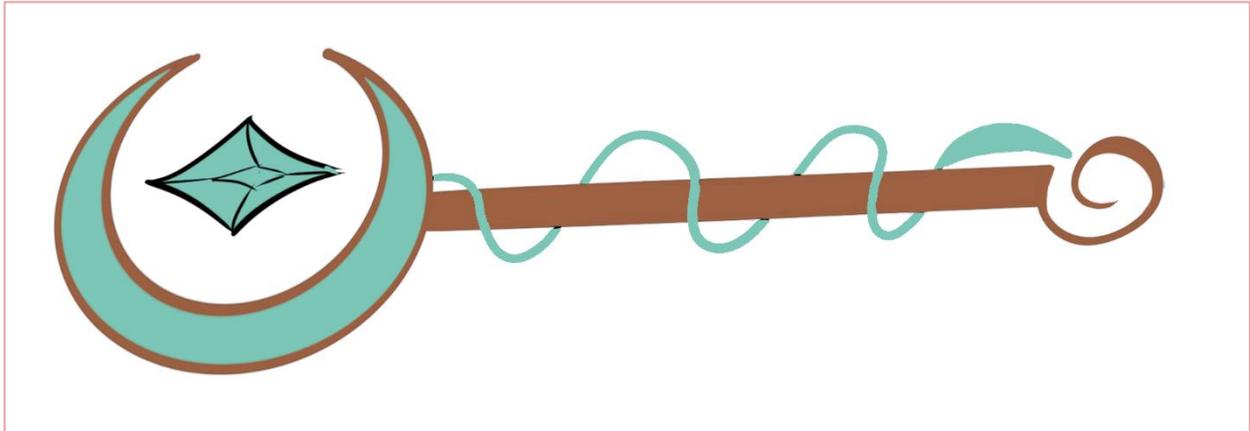


Ilustración 61 – Varita, arte conceptual

Caldero. El caldero posee un aro de luz a su alrededor y una serie de elementos decorativos.



Ilustración 62 - Caldero, arte conceptual

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Megu. El compañero de viaje del jugador se ha diseñado para que cumpla con la estética general del juego: las setas. Similar a *Toad* [41], uno de los personajes de la franquicia de *Nintendo* [42], el personaje está compuesto por una cabeza de champiñón y un cuerpo redondo que viste el uniforme de la asociación de magos.



Ilustración 63 - Megu, arte conceptual

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Lichi. Este personaje ha sido diseñado como una extraterrestre que, al igual que Megu, viste el uniforme de la asociación. Entre las decisiones de diseño, se ha concluido que el personaje debía tener una forma humanoide para familiarizar al público con un ser humano común; pero, para que no pareciese completamente humana, se ha decidido cambiar su tono de piel y añadir doble iris junto con orejas de animal.

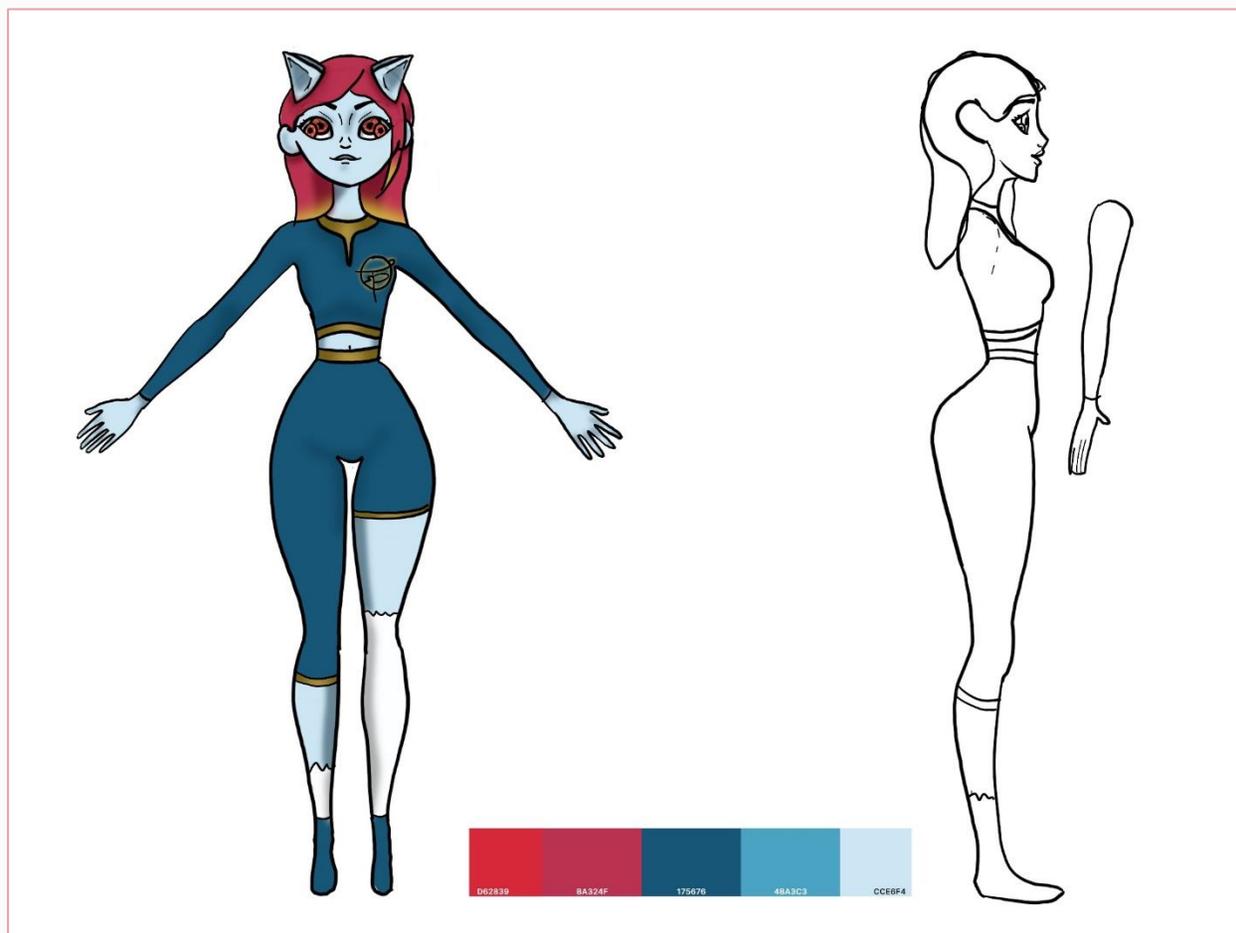


Ilustración 64 - Lichi, arte conceptual

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Onelis. El Para la concepción de la idea de los onelis, se trazaron una serie de sombras con diferentes formas. Tras estudiar todas las sugeridas, se llegó a la conclusión de que cada oneli debe llevar una silueta diferente, todas ellas dependiendo del nivel y peligrosidad que este suponga. Finalmente, siguiendo la teoría de las formas geométricas para la creación de personajes, se decidió que el más redondo sería el de menor fuerza y el más triangular ser el más peligroso de ellos.

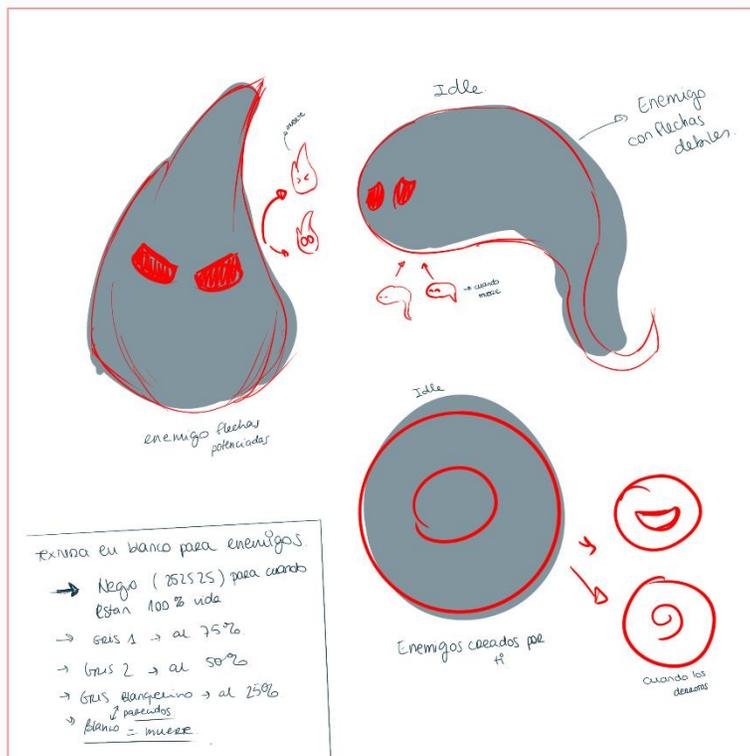


Ilustración 65 - Onelis, arte conceptual

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Escenarios. Estos bocetos han intentado seguir las características óptimas para casar con los niveles y sus mecánicas.

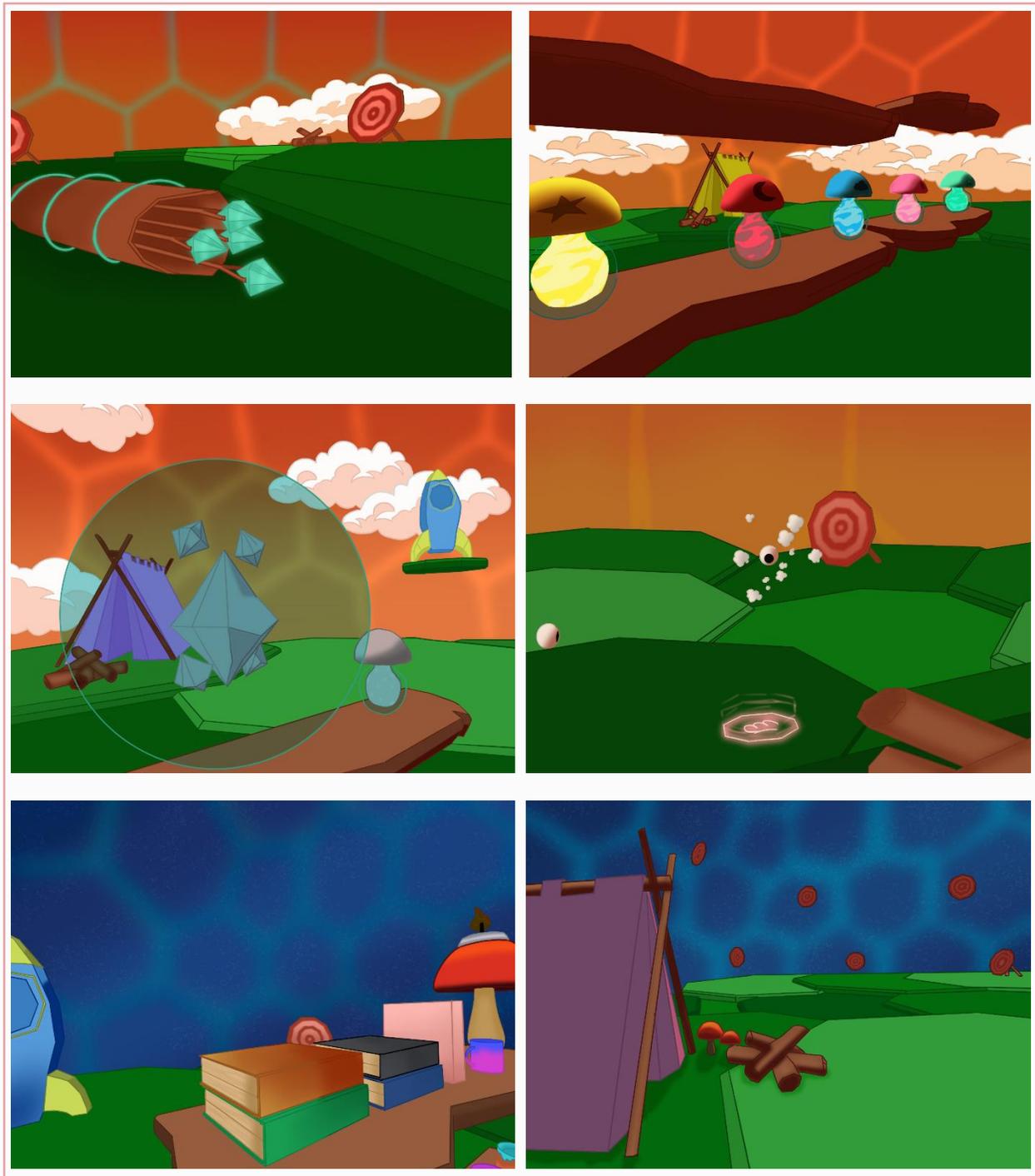


Ilustración 66 - Escenarios, bocetos

Arte 3D

Tras concluir el apartado de *Arte Conceptual* y haber diseñado los distintos elementos en dos dimensiones, se pueden comenzar a modelar los elementos para el entorno tridimensional que se verán dentro del juego. Cada elemento ha seguido dos o tres fases, dependientes de las características del objeto, siendo estas:

1. **Modelado del objeto.** Todos los objetos de este proyecto han seguido la misma técnica, el *box modeling*. Esta técnica consiste en el modelado de una forma a partir de una primitiva, en el caso los elementos que se comentarán más adelante, un cubo.
2. **Texturizado.** Esta fase es en la que los objetos buscan asemejarse a la realidad a través del color. Generalmente, en este proceso se añaden normales y otros mapas de texturas que permitan asemejar el objeto a la realidad; sin embargo, para cumplir con la estética de este proyecto se ha decidido **no crear texturas complejas** que saturen el rendimiento del juego ni que rompan con el ambiente buscado en la narrativa.
3. **Animación.** Esta fase es opcional ya que todos los objetos no tienen necesariamente una animación. Para animarlos y dar vida a los objetos se ha usado la función de animación de 3D Max y el editor de Unity.

Antes de comenzar a comentar los objetos más destacados, es importante mencionar el **cielo del videojuego**. A pesar de que el cielo se puede pensar que es un elemento en tres dimensiones porque se ve esférico, para su creación se necesita la **proyección de una esfera** en el entorno bidimensional. Para esta demo se pueden ver tres versiones del mismo cielo (mediodía, atardecer y noche) creadas con el software de *Photoshop* [43] que permite pintar elementos dentro de la esfera gracias a la proyección que se ha comentado anteriormente.

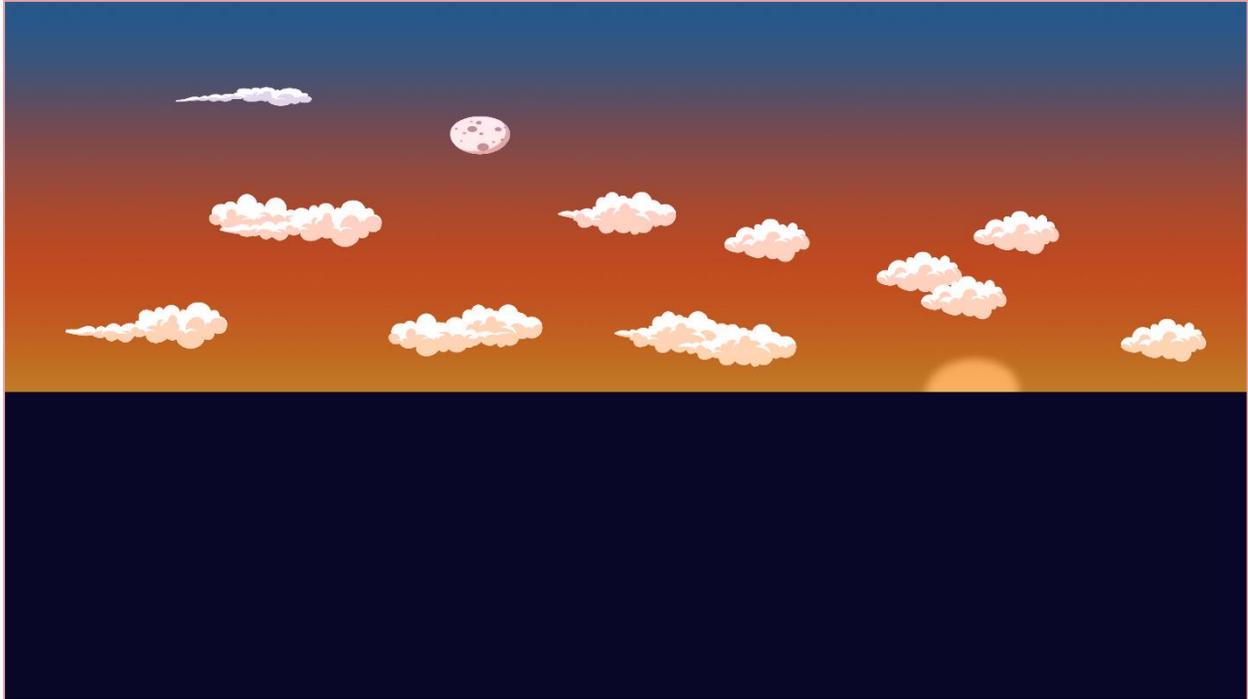


Ilustración 67 - Ejemplo de uno de los cielos del videojuego

Las siguientes páginas de este documento están dedicadas al desarrollo de los elementos que se han considerado **más importantes de comentar**. No obstante, esto no indica que sean los únicos desarrollados para la demo, sino que no tienen la importancia suficiente como para ser desarrollados ya que **todo el arte del videojuego está creado desde el inicio** por uno de los autores de este documento y su extensión sería excesiva.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Manos. Estos objetos han sido los más complejos de realizar de todo el juego, ya sea por su dificultad, buscan ser semejantes a una **mano humana real** pero dentro del contexto del juego, como por las **animaciones** que estas necesitan. Primero de todo, comenzó el **modelado del objeto a partir de un cubo**, técnica comentada anteriormente, dando como resultado una mano más cuadrada que las reales, véase *Ilustración 68*.



Ilustración 68 – Mano primera versión

Tras este resultado, se aplicó el modificador *turbosmooth* dando como resultado una mano más redonda. Además, se pensó que dejar una mano desnuda podría dar la sensación al usuario de que el personaje que controla tampoco tiene ningún tipo de ropa, por lo que se decidió añadir unos **guantes a modo de complemento**.

La siguiente fase por la que este objeto debía pasar era la del **texturizado**, por tanto, se texturizaron las manos en 4 versiones diferentes, todas ellas para permitir que el usuario pudiese

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

elegir el tipo de piel que le gustaría tener. En las siguientes ilustraciones se pueden ver tanto el resultado final en la piel como los distintos mapas de texturas tanto de la mano como del guante.



Ilustración 69 - Colores de piel

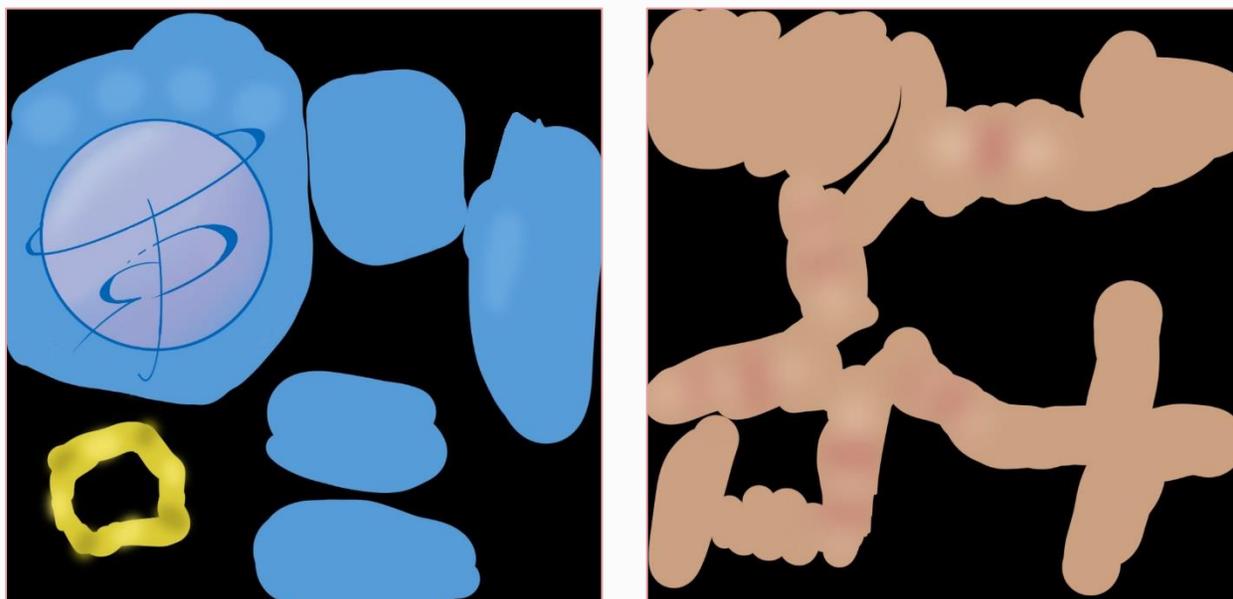


Ilustración 70 - Mapas de texturas de las manos

Para finalizar este modelo, se tenían que crear las animaciones para su futura exportación a Unity, por lo que se crearon **trece animaciones diferentes** cada una pensada para cada pulsación de **cada botón del mando y sus combinaciones**, siendo estas:

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

- *Idle (sensor).*
- *Inactivo y joystick (sensor).*
- *Inactivo y trigger (sensor).*
- *Inactivo, joystick y trigger (sensor).*
- *Grip (pulsado).*
- *Grip y trigger (sensor).*
- *Grip y joystick (sensor).*
- *Grip y trigger (pulsado).*
- *Grip, trigger (sensor) y joystick (sensor).*
- *Grip, trigger (pulsado) y joystick (sensor).*
- *Trigger (pulsado).*
- *Trigger (pulsado) y joystick (sensor).*
- *Joystick (pulsado).*

Libro. Este elemento se utiliza como básico para el menú. Aunque el desarrollo de su modelado no es destacable, es de valor importancia comentar tanto sus animaciones como la creación de distintas texturas. En cuanto a las texturas, se ha creado una **textura específica** que indique **la función de cada libro** con unos colores e iconos que los diferencien entre sí.



Ilustración 71 - Texturas de los libros

La animación de este objeto generó **numerosos problemas** ya que, al realizar la exportación de 3Ds Max a Unity, la animación del libro no funcionaba como debería: sus hojas no se doblaban como un libro real. Esta animación estaba creada a través de la captura de fotogramas de una

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

primitiva modificada, por lo que se decidió hacer una **combinación de versiones del libro en distintos fotogramas**; dando una solución que sí funcionaba.



Ilustración 72 - Comparación de libros

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Pociones. Este objeto ha sufrido varias modificaciones en el transcurso de la creación del videojuego; además, carece de animaciones. En las primeras etapas del videojuego, la poción estaba diseñada como una **seta igual para todos los tipos** donde solo cambiaba el líquido de su interior; no obstante, tras hacer las pruebas del videojuego en jugadores reales se observó que **no eran capaces de identificar cuál era la jerarquía de pociones.**

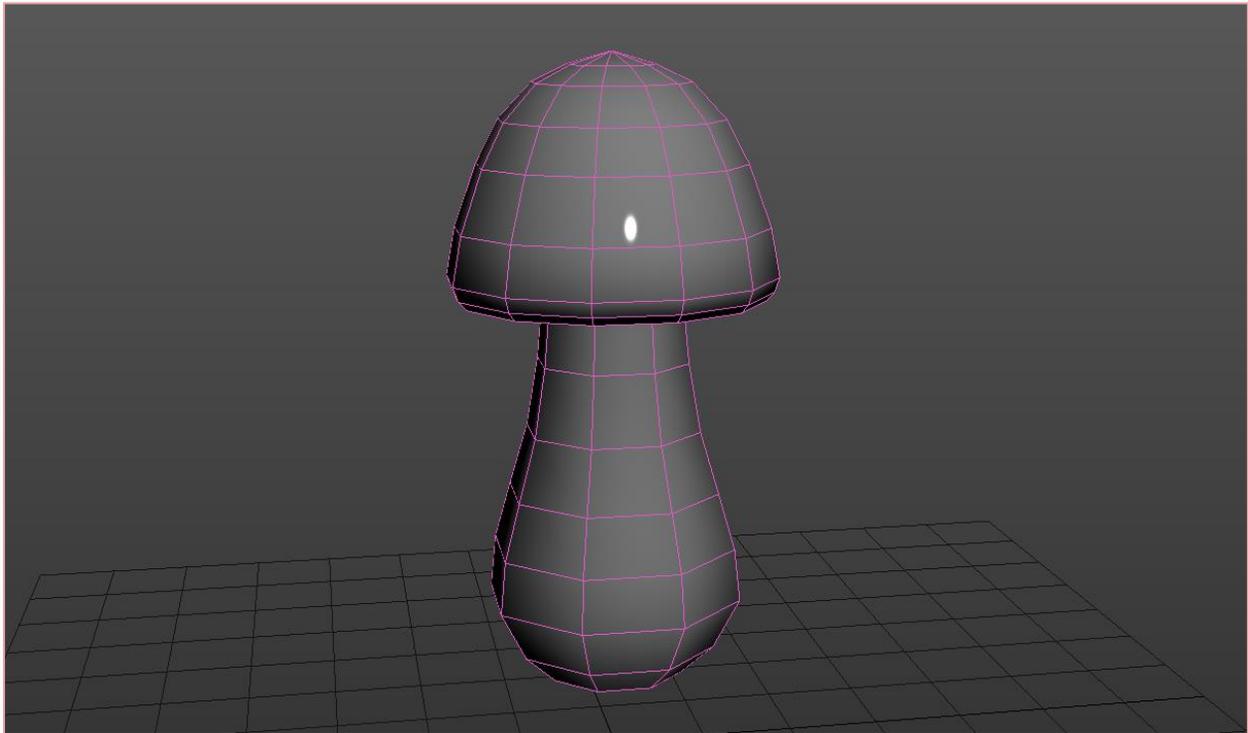


Ilustración 73 - Poción inicial

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Por ello, se decidieron crear **formas por cada tipo de poción: pura, media y pulida**. Ya en los últimos ensayos se decidió que eran necesarias **formas a modo de guía** para ayudar a saber que debe mezclarse con qué.



Ilustración 74 - Versión 2 de la poción

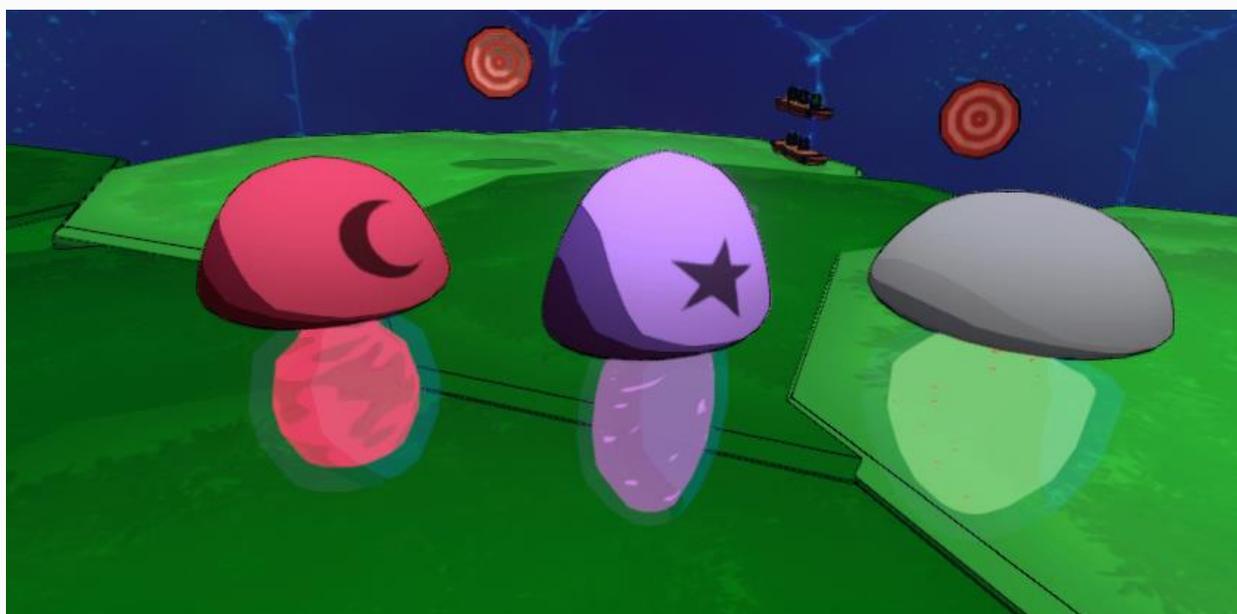


Ilustración 75 - Versión final de la poción

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Onelis. A lo largo de episodios anteriores, se han comentado distintos datos de los onelis. Para esta versión, el oneli 3 es el único jugable dentro del juego, por lo que sus animaciones son las únicas apreciables. Las tres animaciones que se han creado son:

- **Parpadeo.** El oneli parpadeará cada cierto tiempo.
- **Muerte.** El oneli cambiará su ojo a un remolino para indicar que está derrotado.
- **Inactivo.** El enemigo se balanceará de arriba abajo combinando la animación de parpadeo.

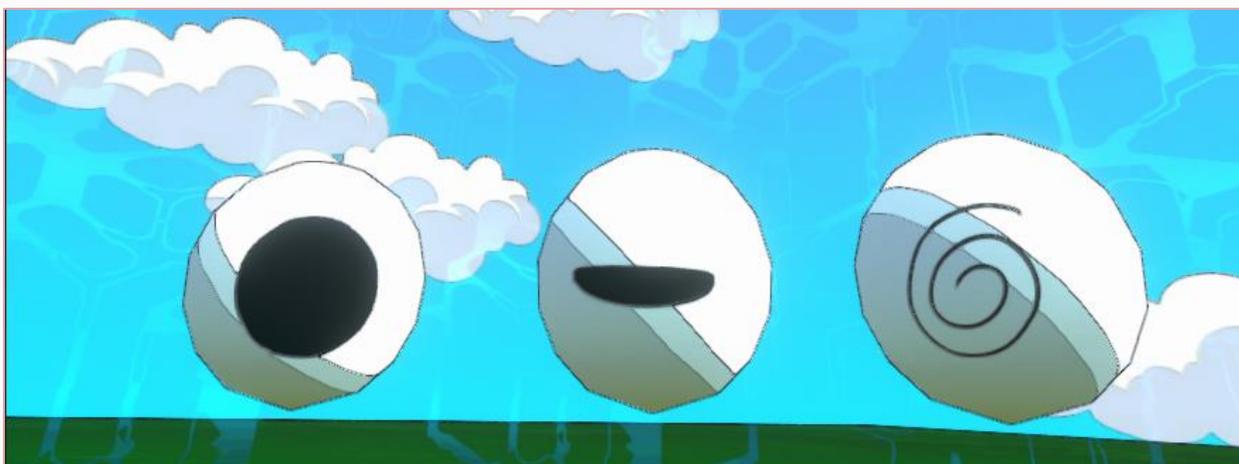


Ilustración 76 - Fotogramas del oneli 3

Megu, Para finalizar los elementos más destacados del juego, se hablará sobre Megu. Para este personaje se ha modelado la **cabeza de un champiñón** como accesorio de su cabeza mientras que para el cuerpo se ha modelado una caja, siendo fiel al arte conceptual. Las texturas del personaje están **pintadas a mano** y contienen los colores característicos de Trappist junto con el logo de la asociación de magos, muy similar al que aparece en las manos del jugador.

Además, se han creado **trece animaciones** diferentes para darle vida, pero no pueden verse dentro del juego ya que carece de personalidad para esta versión. En el resultado de la demo, al menos se puede ver la animación del personaje sentado en una silla.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.



Ilustración 77 - Megu sentado

Interfaz de Usuario

Para acompañar a los gráficos 3D del juego y que el jugador sea consciente de lo que tiene que hacer, es necesario diseñar una serie de elementos que **acompañen a su experiencia**. Los más destacados en la demo son:

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Barra de Vida de los Enemigos. Cada enemigo posee una barra de vida que disminuirá según se le vaya haciendo daño. Cada barra está pensada para asimilar a una **probeta con líquido** donde su base es la silueta del oneli en cuestión. En el caso de esta versión, solo se puede ver la barra de vida del oneli de nivel 3.

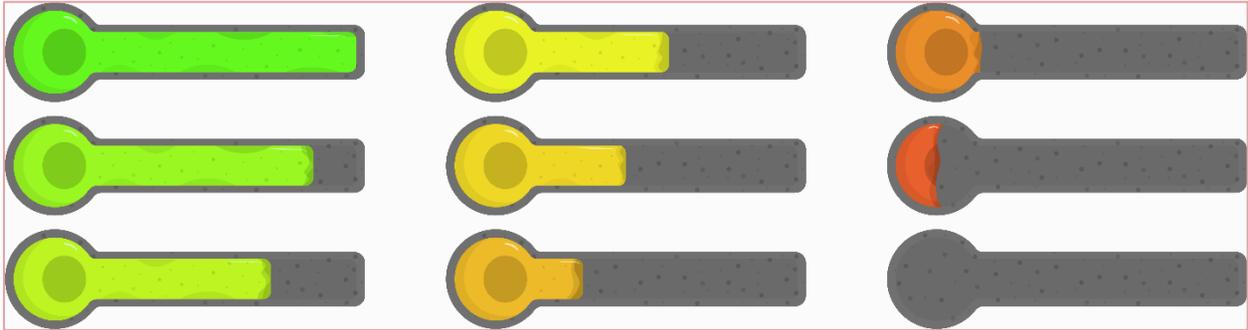


Ilustración 78 - Barra del oneli nivel 3

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Mensajes del Tutorial. Como ya se ha comentado a lo largo de otros capítulos del documento, el tutorial posee un pequeño texto y una serie de iconos para indicar la acción que debe seguir el jugador. Los **iconos diseñados** se pueden ver en la ilustración - *Iconos de los tutoriales*.

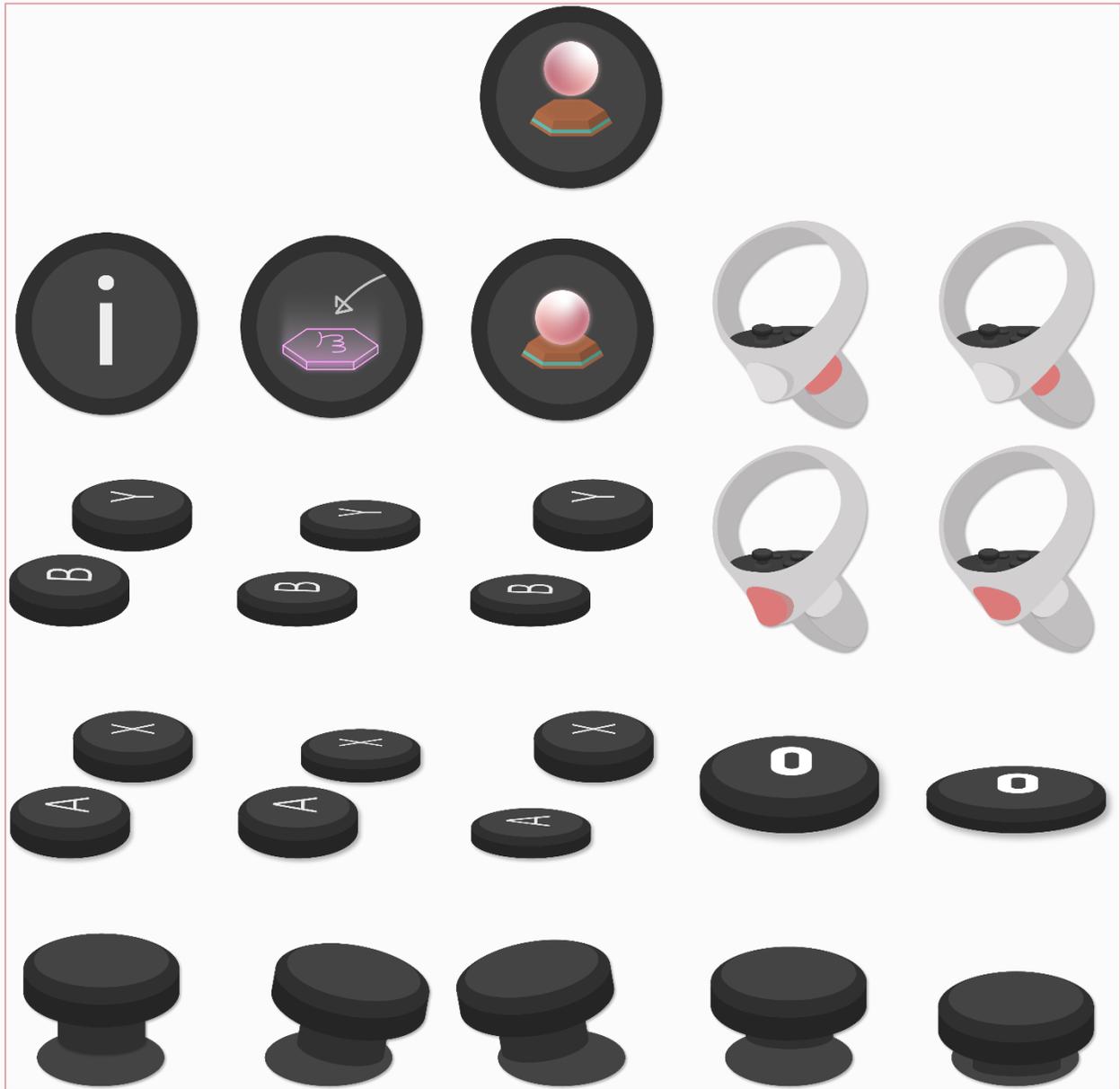


Ilustración 79 - Iconos de los tutoriales

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Pociones. Cada poción del juego tiene su referente en imagen 2D. Para diseñarlo se han seguido las pautas comentadas anteriormente para el diseño de pociones al cual se le añade un pequeño texto que indica **el tipo de poción o la función principal** de ésta. Además, cada poción tiene un símbolo diferente que ayuda a las personas con dificultad de visión, para que no se dependa única y exclusivamente de la identificación de pociones por colores.



Ilustración 80 - Pociones 2D

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Pistas. Para cada nivel del juego en el que la creación de pociones genere una acción específica, se han diseñado unas pistas específicas que ayuden al jugador. Las ayudas se encuentran compuestas por iconos: uno con distintos **tipos de hongos** para definir la poción y otro con **un logo** que haga referencia a la función de la poción; los diseños son los siguientes:



Ilustración 81 - Pistas del juego

Descripción Informática

Implementación en RV

Las **experiencias de realidad virtual** dentro de Unity se suelen crear a partir de soluciones de terceros o bien, las creadas por los desarrolladores del motor. Las diversas empresas de gafas que hay en el mercado suelen **sacar sus propias librerías** para crear experiencias en sus visores; esto genera ciertas limitaciones a la hora de adaptar el proyecto a otros dispositivos ya que el uso de sus librerías **es exclusivo para cada visor**.

En el caso de *Jadoraki*, se ha optado por utilizar una librería creada por los desarrolladores de Unity, el mencionado anteriormente ***XR Interaction Toolkit***, gracias a que permite **crear y adaptar el juego a todos los visores disponibles** en la actualidad. Para su instalación dentro del proyecto es necesario el uso de la ventana de control de paquetes de Unity, lugar en el que se instalan todos los *assets* que no se encuentran dentro del proyecto.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

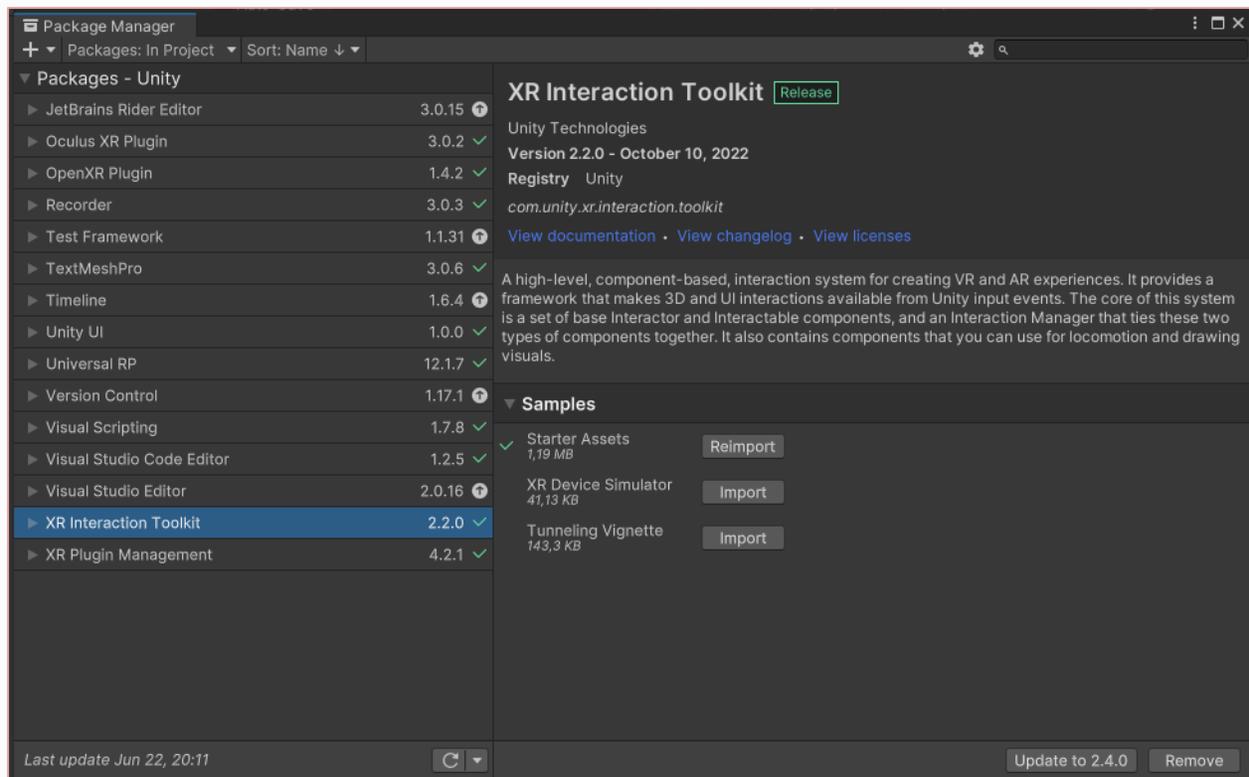


Ilustración 82 - Instalación de XR Interaction Toolkit.

Cuando todos los paquetes necesarios se encuentran instalados, es necesario **configurar el proyecto** para poder crear las versiones correctas del juego en cada plataforma. En el caso de **ordenador**, se configura para usar **OpenXR**, y en el caso de **Android**, se configura para utilizar la biblioteca de **Oculus** [44]. La versión de Android solo podrá ser jugada por los dispositivos autónomos de Meta, siendo estos: Meta Quest 1 y Meta Quest 2.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

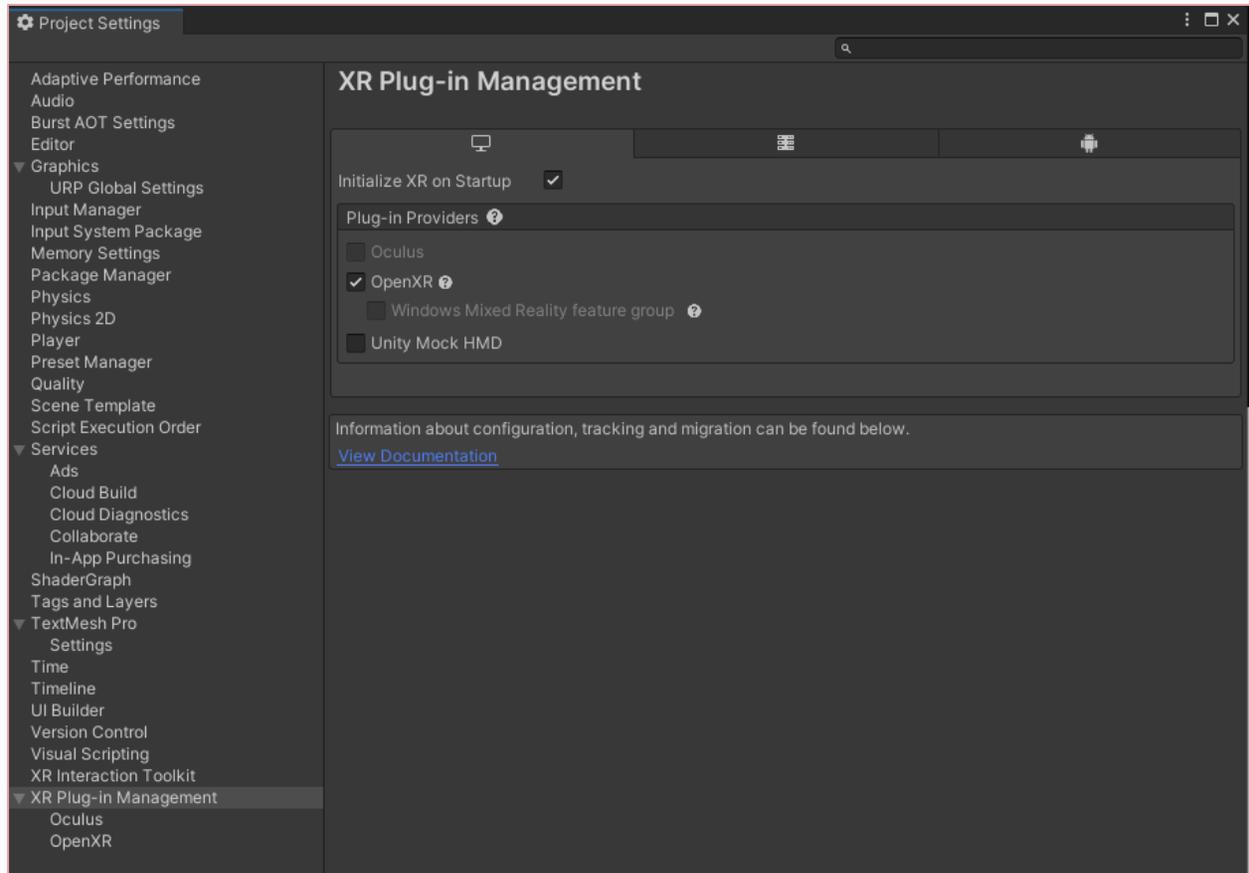


Ilustración 83 - Configuración de XR Toolkit para PC.

Interacciones

La instalación de **XR Toolkit** contiene por defecto un paquete de acciones para el uso de los mandos y el visor de Meta Quest; esto ha servido como **base a modificar** según las necesidades juego. Los mandos de Meta Quest 2 contienen **sensores en algunos botones** que se activan al detectar la presencia del dedo. Esos sensores han sido configurados para poder crear un sistema de animaciones fidedigno a la vida real, como se verá en el próximo apartado, *Animaciones*.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

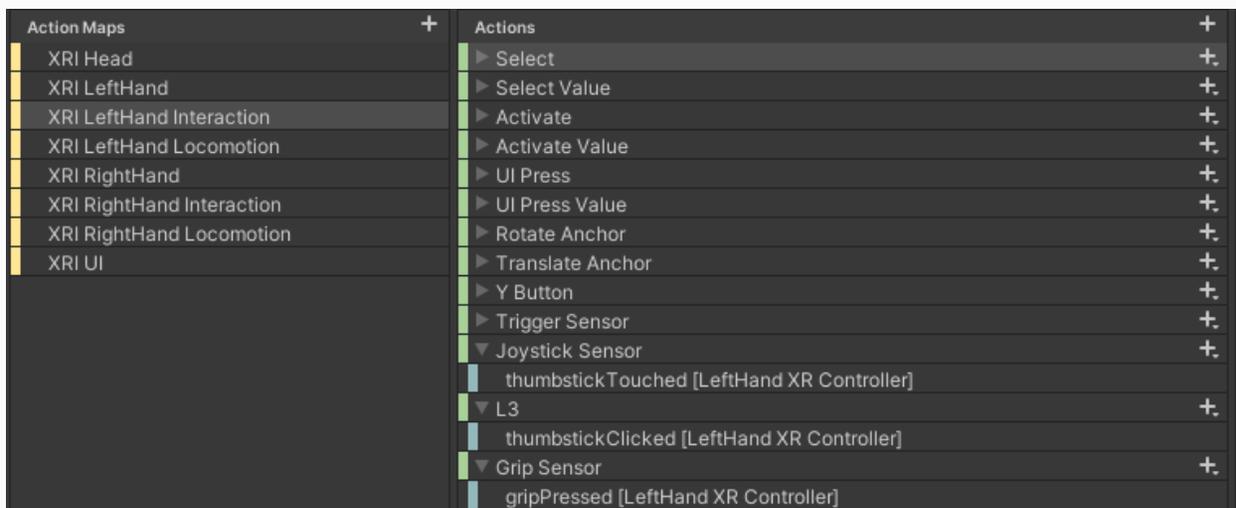


Ilustración 84 - Sensor del botón Grip.

Animaciones

Dentro de *Jadoraki* hay una gran variedad de animaciones. Hay objetos que tienen solo **dos animaciones** que se van turnando según la acción del usuario, como los libros y la varita. Gracias a estas animaciones simples, el usuario recibe **una pequeña realimentación** de sus acciones visibles, por ejemplo, al lanzar un hechizo o abrir un libro.

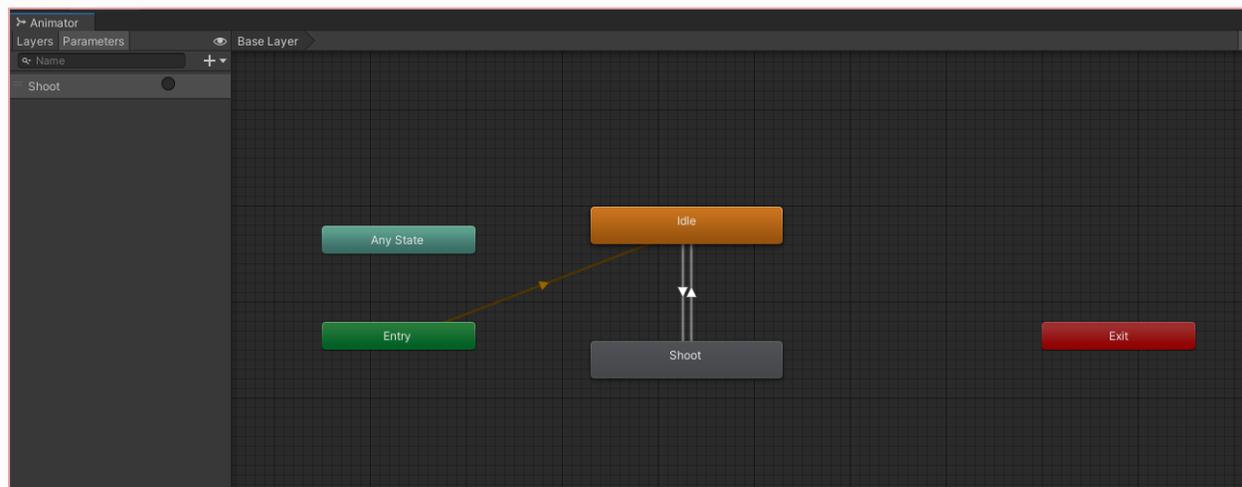


Ilustración 85 - Animación de la varita.

El caso de las **animaciones de las manos es más complejo** que las anteriores ya que se busca tener el máximo realismo posible para poder plasmar la posición de los dedos del jugador

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

en cada instante dentro del juego. Bajo esta justificación, se ha creado un **árbol de animaciones** capaz de controlar todas las variables posibles del mando, incluyendo **sensores y botones**, como se puede observar en la anterior *Ilustración 29*. Se recogen en **tiempo real** los siguientes **datos** de cada mando:

- Sensor del botón *grip*.
- Sensor del botón *trigger*.
- Sensor del *joystick*.
- Valor numérico del botón *grip*.
- Valor numérico del botón *trigger*.
- Pulsación del *joystick*.

Dentro del árbol, se establecen **cuatro estados base** de la animación que regulan las funciones de los botones *grip* y *trigger*, y están divididos a su vez en nuevos *Blend Tree* que gestionan el resto de las **posiciones de las manos**. El árbol se irá recorriendo hasta encontrar los requisitos de la animación actual mostrando una mano con más o menos dedos levantados, todo dependiente de los sensores y valores que tenga el mando en ese momento.

Implementación de las Escenas

Las **escenas** son *asset* que contienen todo o parte del juego, incluyendo en su interior los diferentes modelos 3D, interfaces, cámaras y luces. En el caso de esta demo, se ha optado por crear una **escena para cada nivel**, reduciendo así la carga poligonal y mejorando el rendimiento comparado con una única escena que albergase todos los niveles del proyecto. A continuación, se comentarán todas las escenas.

Trappist

Es el primer entorno que ve el jugador. En ella, se ha creado un sistema de registro de usuarios mediante la plataforma Playfab, detallada más atrás. Para que los usuarios puedan registrarse, se ha implementado un teclado que puede escribir al pulsar con el dedo índice o con el rayo.



Ilustración 86 - Teclado para el registro de usuarios

Una vez el usuario ha rellenado sus datos y ha pulsado el botón de confirmar, se lanza una llamada a la **API de Playfab** para registrar al jugador. En caso de ser un usuario ya registrado con anterioridad, se **accede a su cuenta** y el jugador obtendrá la última información guardada en la nube. En el caso contrario, se registra al jugador dentro de Playfab y se **crea la cuenta** en donde la información se almacenará posteriormente. A través de una serie de mensajes creados con folios 3D, el **usuario es informado de lo que está pasando**, pero adaptado a su lenguaje. Estos textos se pueden observar en la *Ilustración 87*. Después se cambiará a la siguiente escena, dependiendo de si ya ha jugado al nivel de tutorial o no.



Ilustración 87 - Información sobre el registro

Kimera

Este planeta es el **menú principal del juego** y permite acceder al resto de planetas en cualquier momento. El **sistema de cambio de planetas** consta de un pedestal, en el cual se puede dejar el planeta al que se desea ir, y de un botón que al activarlo teletransporta al jugador al dicho planeta. Al realizar el teletransporte, se activa **un sistema de fundido a negro**, que se encarga de realizar una transición suave en la visión del jugador, explicado en detenimiento en *Sistema de fundido a negro*.



Ilustración 88 - Selector de planetas en Kimera.

Kimera es un nivel pensado para recibir a los jugadores y que puedan **familiarizarse con los controles** rápidamente, por ese motivo, el jugador dispone de **diversos objetos que agarrar y tirar** o **personalizarse**. Con la idea de que los jugadores aprendan a lanzar objetos dentro del juego, se ha creado un **minijuego** en el que los usuarios pueden lanzar una serie de tazas a dianas, que al ser impactadas generan efectos visuales dependiendo de distancia de la diana al jugador.



Ilustración 89 - Minijuego de lanzamiento de tazas.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Tutorial

Este planeta está basado en *Kimera* pero con ligeras modificaciones, ya que simplifica la escena con la intención de no distraer al usuario. El tutorial se basa en una **serie de carteles**, los cuales son desplegados desde las manos del jugador. Este sistema se ha creado mediante una **máquina de estados**, visible en la *Ilustración 90 - Máquina de estados*, la cual está controlada por eventos y/o acciones del jugador. Cada estado despliega un cartel diferente, que explica los controles.

```
private enum TutorialStates {  
    NOSTATE,  
    TURNCAMERA,  
    ACTIVERAY,  
    GRABOBJECTS,  
    ZOOMINGOBJECTS,  
    FIXOBJECTS,  
    ACTIVEOBJECTS,  
    TP,  
    SPELLMAKING,  
    PLANETPLATFORM  
}
```

Ilustración 90 - Máquina de estados

Kimia

Este planeta tiene la misión de enseñar a los jugadores los **diferentes hechizos presentes dentro del juego** y cómo mezclar las pociones para crear los hechizos. Una vez creadas las pociones finales, el jugador puede introducir la varita en el caldero y probar la magia. Actualmente el juego tiene dos hechizos que pueden ser probados en este mundo: la mejora de flechas y la invocación de los enemigos.



Ilustración 91 - Kimia.

El sistema de pociones se ha creado aprovechando el **sistema de colisiones** de Unity. Se ha programado un *script* que gestiona las colisiones dentro del caldero que, en caso de recibir la colisión de una poción, obtiene un valor en forma de letra indicando que **tipo de poción ha sido introducida**. En el caso de que el objeto introducido dentro del caldero no se trate de una poción, el objeto será **devuelto a la posición inicial**. Los hechizos se forman con la mezcla de dos pociones distintas las cuales ya están controladas por una **lista con todas las combinaciones posibles**. Una vez se ha introducido una poción al caldero, el valor recibido se almacena para conocer la mezcla de pociones actual, lo que produce los siguientes **casos**:

- **Única poción dentro del caldero.** Es la primera poción que se añade a la mezcla y deja el líquido del caldero tintado de su color. Al ser la primera poción dentro de la mezcla, no se realiza la comprobación y se espera a la siguiente.
- **Segunda poción introducida.** Una vez se introducida la segunda poción, se comprueba si la mezcla se encuentra en la lista de pociones correctas. Si se encuentra dentro de la lista, se crea la nueva poción basada en la mezcla, se muestran efectos visuales y el líquido

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

del caldero se limpia. Si no se encuentra dentro de la lista, solo se limpia el líquido del caldero.

- **Poción de limpieza.** En el caso de que la poción introducida sea el limpiador, el líquido será renovado, dando igual el estado en el que se encontrase en ese momento.

Isari

Dentro de este mundo el jugador **tiene la posibilidad** de crear rondas de enemigos, mejorar las flechas para aumentar su daño y usar el arco para acabar con ellos. Para poder crear enemigos o mejorar las flechas, el usuario debe buscar la forma de crear y lanzar dichos hechizos. En la zona del caldero se **dispone de un libro**, que al ser abierto deja caer las recetas para crear los hechizos ya mencionados.



Ilustración 92 - Libro de recetas en Isari.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Una vez el jugador ha lanzado el hechizo que **activa a los enemigos**, se inicia la corrutina encargada de crear enemigos. Los enemigos son creados en una **serie de sitios seleccionados aleatoriamente** en el editor y gracias a la corrutina no existe la posibilidad de repetir el punto de aparición del último enemigo. Una vez se ha elegido un punto válido, se selecciona que enemigo va a ser creado, ya que en este modo se dispone de **cuatro enemigos distintos**. Los enemigos se diferencian en tamaño y la cantidad de puntos de vida que tienen, existiendo una correlación entre **vida y tamaño**, mientras más salud tenga un enemigo, mayor será su tamaño como se puede observar en la *Ilustración 93*.

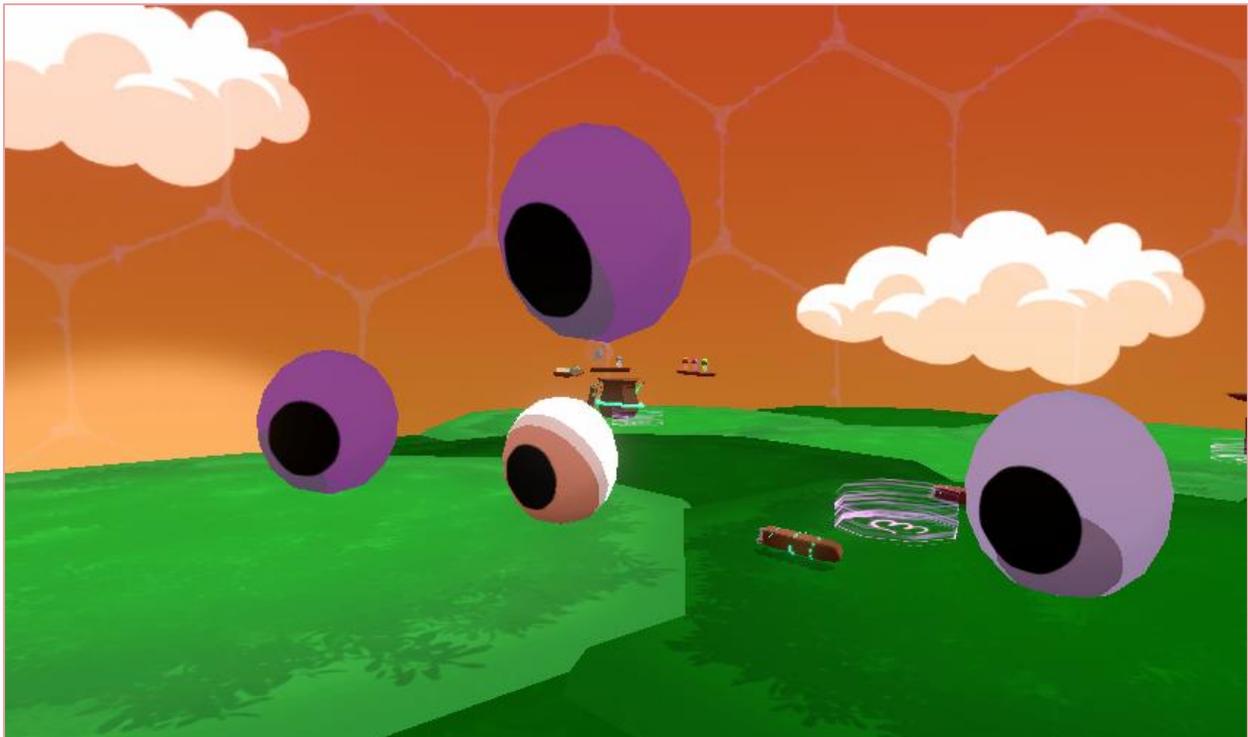


Ilustración 93 - Enemigos en el planeta Isari.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Implementación de los Enemigos. Se ha buscado que el comportamiento de los enemigos sea simple y no dañen al jugador ya que se trata de un **planeta orientado al aprendizaje**. Teniendo en cuenta esta razón, los enemigos están programados mediante una máquina de estados simple, teniendo dos estados, **persiguiendo y orbitando**. Los onelis comprueban en cada fotograma del videojuego **la distancia que les separa del jugador**, en caso de ser mayor que la distancia de órbita, se le añade una fuerza en dirección al jugador para que pueda alcanzar dicha distancia. En cambio, si se encuentra dentro de la distancia de órbita, los onelis se quedarán en el sitio moviéndose únicamente en el eje y. Se ha implementado un **sistema de salud**, veáse *Ilustración 94*, que funciona mediante eventos, activando la barra de vida una vez reciben daño.

```
Frequently called 1 usage Requena21
public void UpdateHealthBar(int maxHealth, int currentHealth)
{
    if (!barUI.activeSelf)
    {
        barUI.SetActive(true);
    }

    if (currentHealth <= 0)
    {
        _hpBar.sprite = sprites[0];
        StartCoroutine(routine: DeactivateUI());
        return;
    }

    _hpBar.sprite = sprites[currentHealth];
}

Frequently called 1 usage Requena21
IEnumerator DeactivateUI()
{
    yield return new WaitForSecondsRealtime(timeToDeactivateUI);

    barUI.SetActive(false);
}
```

Ilustración 94 - Sistema de salud

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Cámara

XR Toolkit incorpora por defecto una cámara, unida a la posición del visor y su comportamiento, permitiendo al **usuario mover la cámara** al desplazar y/o rotar su posición de la cabeza. Además, dentro de ella, se ha incluido un *Audio Listener*, componente que simula el **sentido del oído**, encargándose de escuchar los diferentes sonidos que se emiten dentro del juego calculando la distancia a ellos.



Ilustración 95 - Audio Listener

Sistema de fundido a negro

Con la intención de **reducir la cinetosis** en los jugadores se ha implementado un sistema encargado de realizar un fundido a negro en los cambios de escenas y movimiento entre lugares de una misma escena. Para su creación se ha hecho uso de un volumen de postprocesado, en concreto, el efecto viñeta que viene incluido por Unity.

Cuando el jugador va a realizar un teletransporte, la **visión empezará a oscurecerse** con la intención de focalizar su visión en el centro de la pantalla, haciendo que el cambio de entorno entre una posición y otra no resulte tan abrupto. El efecto se puede apreciar en la *Ilustración 96*.



Ilustración 96 - Comparación del efecto viñeta durante el teletransporte.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

En cambio, durante el viaje entre planetas se ha buscado realizar un efecto de desvanecimiento total, realizando un **fundido a negro en toda la pantalla**. El jugador al pulsar el botón de viaje interplanetario verá en sus ojos como la pantalla se va tornando a negro, terminando con la visión totalmente oscura. En el momento que el nuevo planeta ha cargado, se procede a realizar el proceso inverso, dejando ver el nuevo planeta de forma gradual como se puede ver en la Ilustración 97.



Ilustración 97 - Ejemplo del efecto viñeta entre escenas.

Shaders

Para poder conseguir la estética deseada en el juego se han hecho una **serie de pruebas** con distintos tipos de *shaders*, hasta que al resultado actual. Al principio se crearon una colección de

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

shaders que funcionaban correctamente en la versión para PC, pero al exportar el proyecto a la versión para Android, muchos presentaban defectos con la iluminación.



Ilustración 98 - Primeras pruebas de shaders.

Con la finalidad de buscar un resultado perfecto para la versión de Android, se optó por hacer uso del *asset* externo *Flat Kit* [45].

Flat Kit

Esta **herramienta**, desarrollada por un estudio ucraniano, permite capacidad de crear de manera más simple materiales para los terrenos. Del mismo modo, se incluye una herramienta para crear **materiales que simulan líquidos**, que ha sido de gran valor a la hora de la implementación del caldero en todos los mundos.

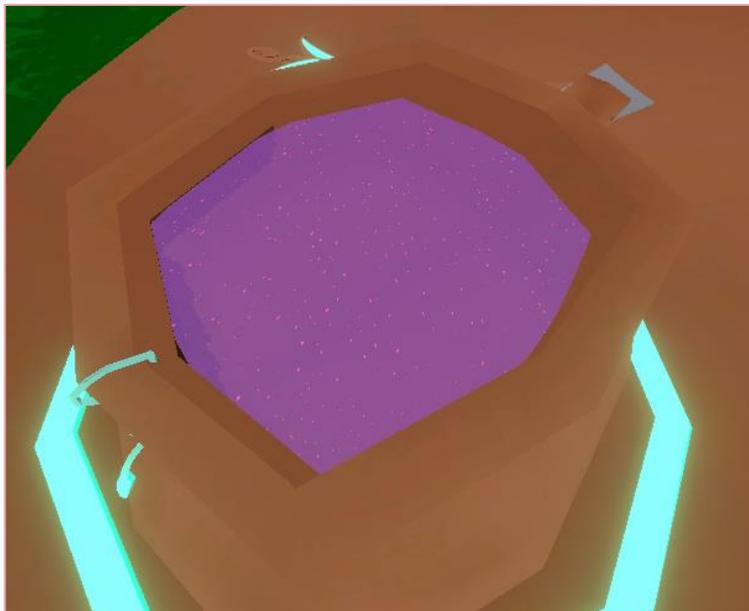


Ilustración 99 - Ejemplo del resultado de los líquidos.

Postprocesado

El **postprocesado** es la última parte del renderizado, donde se aplican filtros y efectos de pantalla a la imagen final que se muestra por pantalla. Dentro de Unity se ofrecen una serie de efectos ya programados que están listos para usar desde el principio, de los cuales, se han usado los siguientes.

- **Viñeta:** Como se ha comentado anteriormente en *Sistema de fundido a negro*, este efecto ha sido clave para el desarrollo del juego. El efecto permite crear círculos y elipses de colores personalizados en la imagen final, como se puede ver en la Ilustración 96.
- **Resplandecimiento (*Bloom*):** Efecto que produce artefactos de luz alrededor de las zonas más brillantes de la escena, simulando las cámaras de la vida real. Se ha usado sobre todo para enaltecer el aspecto visual de los hechizos y artículos mágicos.

El último efecto de postprocesado que se ha incluido dentro del videojuego es el renderizado de contornos. Este tipo de técnica, común en las series japonesas, permite el resultado estético que se buscaba desde el principio. Consiste en pintar del color deseado, en este caso negro, las

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

líneas que componen los modelos 3D. En la Ilustración 100, se muestra el efecto cambiando el color original a blanco con la intención de que se pueda apreciar mejor su funcionamiento.



Ilustración 100 - Renderizado de contornos. Ejemplo ilustrativo en otro color.

VFX

La parte de **efectos visuales** dentro de los videojuegos es **vital** para conseguir un resultado final que atraiga a los jugadores y conecten mejor con el propio juego, además de añadir una pequeña retroalimentación a las acciones de los usuarios. Estos efectos han sido creados mediante la herramienta que proporciona Unity para la **creación de partículas.**, donde cada efecto está

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

compuesto por un conjunto de partículas creadas y controladas por esta herramienta, como se puede ver en la *Ilustración 31*.

Con la idea de poder crear estos efectos rápidamente, se ha hecho uso del *asset All In 1 VFX Toolkit* [46]. Esta herramienta proporciona una serie de *scripts* que cambian la forma de modificar las partículas **brindando una ayuda visual al desarrollador** para agilizar la creación de los efectos. Además, se incluye un **material editable** que permite el uso de hasta tres texturas a la vez, dando la posibilidad de editar su movimiento, velocidad, opacidad, color y diversos efectos como se puede ver en la *Ilustración 101*.

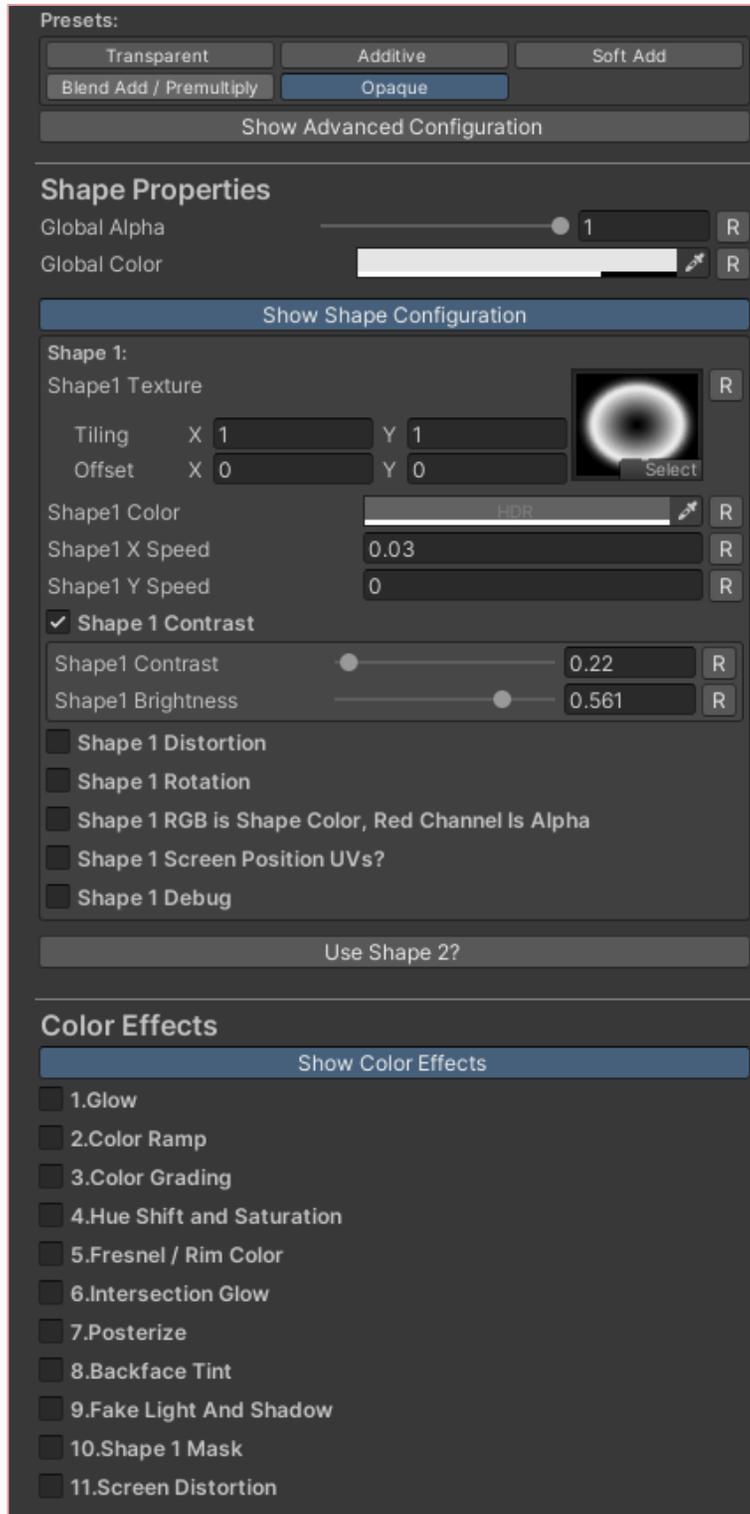


Ilustración 101 - Material editable de All In 1 VFX Toolkit.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

El proceso de creación de las partículas es variado, pero suele seguir **una serie de pasos**.

- **Identificación de las necesidades.** Se necesita saber desde el primer momento si el sistema de partículas que se va a crear necesita nuevos modelos 3D o imágenes 2D.
- **Creación del objeto principal.** Se crea un objeto que va a ser el padre del resto de partículas. Este objeto es el encargado de activar todas las partículas y es la base principal del efecto, esto se puede observar en la *Ilustración 102*, siendo el objeto resaltado el objeto principal.
- **Creación del resto de partículas.** Una vez creado el objeto principal, se crean tantos efectos de partículas en objetos aparte como sean necesarias.

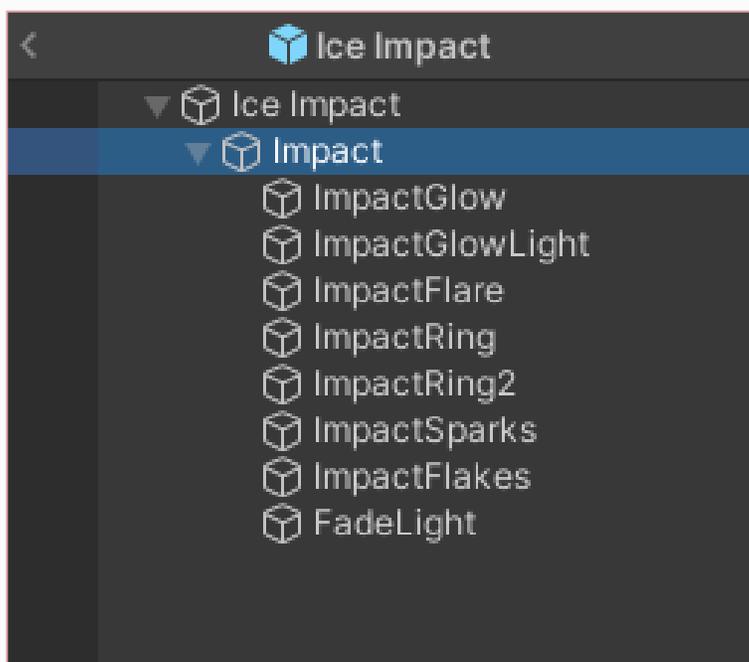


Ilustración 102 - Ejemplo de la jerarquía de un VFX.

Sistema de sonido

El **sistema de sonido** dentro de experiencias en realidad virtual es clave para mejorar la **inmersión**. Por esta razón, se ha decidido implementar un sistema que genera sonidos según los materiales de los objetos que colisionan, dejando una gran versatilidad de cara al futuro para añadir nuevos materiales.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Los objetos que se encuentran en la escena reciben un *script* que les asigna un valor con su tipo de material de construcción. En caso de una **colisión**, se comprueban los valores de los objetos y se genera un sonido basado en la relación de los dos materiales. Actualmente, el sistema consta de **tres valores posibles**:

- Cristal.
- Madera.
- Metal.

En caso de que los objetos tengan el mismo material, sonará el sonido que produce ese material. Si los objetos tienen valores diferentes, se pasa a realizar una comprobación en la que los valores de metal y cristal predominan sobre la madera.

```
// Comparar un material con otro
private void CompareMaterial(SFXMaterial otherMat)
{
    // Mismo material
    if (otherMat.GetObjectMaterial() == _sfxMaterial.GetObjectMaterial())
    {
        switch (_sfxMaterial.GetObjectMaterial())
        {
            case SFXMaterial.Material.WOOD:
                PlayWoodSound();
                break;
            case SFXMaterial.Material.METAL:
                PlayMetalSound();
                break;
            case SFXMaterial.Material.CRYSTAL:
                PlayCrystalSound();
                break;
        }
        return;
    }

    // Material distinto
    switch (otherMat.GetObjectMaterial())
    {
        case SFXMaterial.Material.WOOD:
            if (_sfxMaterial.GetObjectMaterial() == SFXMaterial.Material.METAL)
            {
                PlayMetalSound();
            }
            else if (_sfxMaterial.GetObjectMaterial() == SFXMaterial.Material.CRYSTAL)
            {
                PlayCrystalSound();
            }
        }
        break;
    }
}
```

Ilustración 103 - Sistema de sonido

Validación

En este apartado, se explicará **cuál es el método que se ha empleado** para evaluar los resultados del proyecto y, posteriormente, se analizarán dichos resultados con la intención de comprobar **la veracidad de la hipótesis**.

Se ha optado por hacer una prueba con jugadores de **distintas edades** donde todos deben probar la misma versión del juego. En esta versión se han colocado una serie de **botones rojos** en todas las escenas y posibles posiciones del juego que miden la concentración del jugador. **Antes de empezar a jugar**, se les realiza **una prueba** para saber cómo se sienten y si han probado con anterioridad la realidad virtual. Además, se da la **instrucción de pulsar el botón rojo** cada vez que piensen que han pasado cinco minutos. La idea de tener a los jugadores entretenidos en el juego y que deban a su vez recordar la tarea de los botones, nos permite saber si han llegado a entrar en el **estado de flujo** al perder la noción del tiempo. **Al finalizar de jugar**, los jugadores deben realizar **continuar con prueba**, cuya finalidad es conocer cómo se sienten tras jugar, si han experimentado cinetosis o algún efecto secundario de RV y, además, de saber si el juego les ha gustado. Al **comparar los resultados** de la primera y segunda prueba podemos obtener métricas sobre el **estado de presencia de los usuarios** y así determinar la validez del experimento. Las pruebas se pueden observar en el capítulo *Anexos*.

Debido a la salud de los pacientes oncopediátricos, se debe saber con certeza que el videojuego **no produce cinetosis**, ya que generar malestar a los pacientes podría hacer que su situación empeorase gravemente. Por este motivo, se ha decidido **hacer pruebas del juego con varios grupos sociales** y determinar la viabilidad final del juego.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Testing

Para poder llegar a hacer una prueba final con personas menores de edad y preparar una futura prueba con pacientes oncopediátricos, se han superado una serie de fases con diferentes pruebas de usuarios.

Alpha

Primera fase del desarrollo del videojuego. Durante esta fase se desarrollaron las **mecánicas principales** del juego actual, sin tomar en cuenta el refinamiento visual ni sonoro. Con las mecánicas principales ya desarrolladas, se optó por realizar una **prueba con los tutores del trabajo** con la intención de recopilar nuevas ideas para el videojuego y, por otra parte, para comprobar las sensaciones que experimentaba alguien externo al desarrollo cuando probaba el juego por primera vez.

Beta

Segunda fase del desarrollo del videojuego. En esta etapa se **perfeccionaron las mecánicas principales**, se desarrollaron **nuevos sistemas y acciones** realizables por los jugadores en el juego, como el minijuego de lanzar tazas, y se crearon **los primeros VFX** del juego. Esta fase fue más extensa que otras ya que hubo pruebas con **más de 200 usuarios** que ayudasen al perfeccionamiento del juego para la siguiente etapa.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

ETSII Job Days. Evento organizado por la Escuela Superior de Ingeniería Informática de la Universidad Rey Juan Carlos [47], donde se reunieron más de medio centenar de empresas y el público podía contactar con ellas y probar sus productos. **Jadoraki fue invitado a participar** el último día de la feria y el juego fue probado por más de 25 personas. Con los comentarios recibidos por los usuarios, se procedió a **implementar mejoras y solucionar errores.**

GameGen 8. Feria de videojuegos que organiza anualmente Virtual Soul [48], donde desarrolladores y estudiantes se reúnen en el campus de Móstoles de la Universidad Rey Juan Carlos. Los anfitriones invitan a una gran variedad de desarrolladores a dar charlas, a mostrar sus videojuegos y compartir espacio con otros desarrolladores y estudiantes. La organización decidió que *Jadoraki* fuese uno de los juegos que **pudiesen ser disfrutados** durante los tres días que duró la feria, donde una gran cantidad de usuarios probaron el juego, incluyendo **gente reconocida** del sector como **Valeria Castro y Arturo Monedero**. Durante el desarrollo de la feria se **arreglaron fallos** y se mejoraron aspectos visuales para facilitar la comprensión del juego a los usuarios, como el VFX que se activa al poder hacer teletransporte, visible en la *Ilustración 104*.

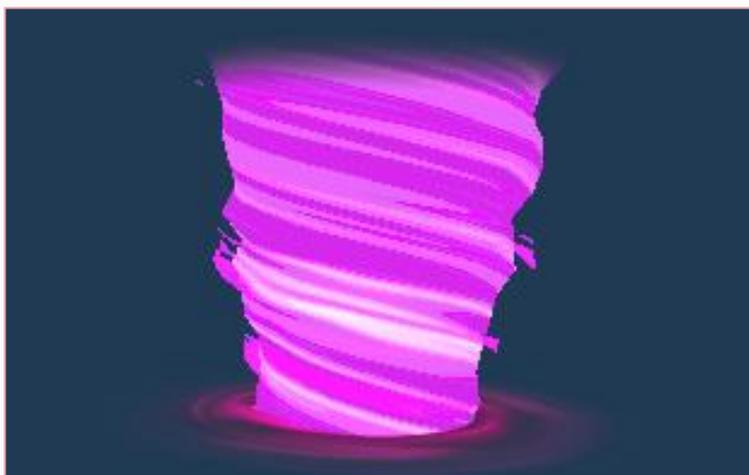


Ilustración 104 - VFX mostrado al poder hacer teletransporte.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Casa Valonia. Encuentro donde la Universidad Rey Juan Carlos ejerce de anfitriona y establece contacto con las instituciones de la Federación Valonia-Bruselas. *Jadoraki* fue invitado para enseñar el proyecto a las autoridades valonas y otros asistentes, siendo el **primer expositor en ser visitado** por el ministro presidente del Gobierno de la Federación Valonia-Bruselas, **Pierre-Yves Jeholet** debido a que el proyecto le pareció una propuesta interesante y beneficiosa para la población.

Golden

Última fase del desarrollo de *Jadoraki*. Para esta fase se desarrolló el **sistema de los botones rojos** y se configuró en la nube, para poder recoger los datos de cuántas veces habían pulsado los botones y la frecuencia con la que lo hacían. Para el experimento, se realizó una citación con los tutores y una serie de niños que comprendían los **cuatro y quince años**. Allí, se realizaron las pruebas y todos probaron el juego, dando los resultados esperados en el estudio.

Análisis de los resultados

Tras la realización de la prueba de la versión Golden, se han recogido los datos de las pulsaciones de botones de todos los usuarios y se presentan en las *Tabla 26* y *Tabla 27*.

Usuario	Tiempo (s)	Botones pulsados	Tiempo de pulsación	Edad
Lichio01	1035	3	26, 610, 620	6
Zarebio01	835	2	109, 126	5
Lichio02	1095	1	853	11
Zarebio02	1185	5	301, 385, 566, 686, 1155	10
Lichio03	1344	1	444	11
Zarebio03	862	2	74, 86	4

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Lichio04	783	1	671	13
Zarebio04	894	2	327, 515	8
Lichio05	1024	3	287, 766, 1020	9
Zarebio05	936	3	63, 320, 915	8
Lichio06	965	2	66, 644	11
Zarebio06	1281	5	334, 603, 923, 972, 1249	16

Tabla 26 - Tabla de datos de la prueba Golden

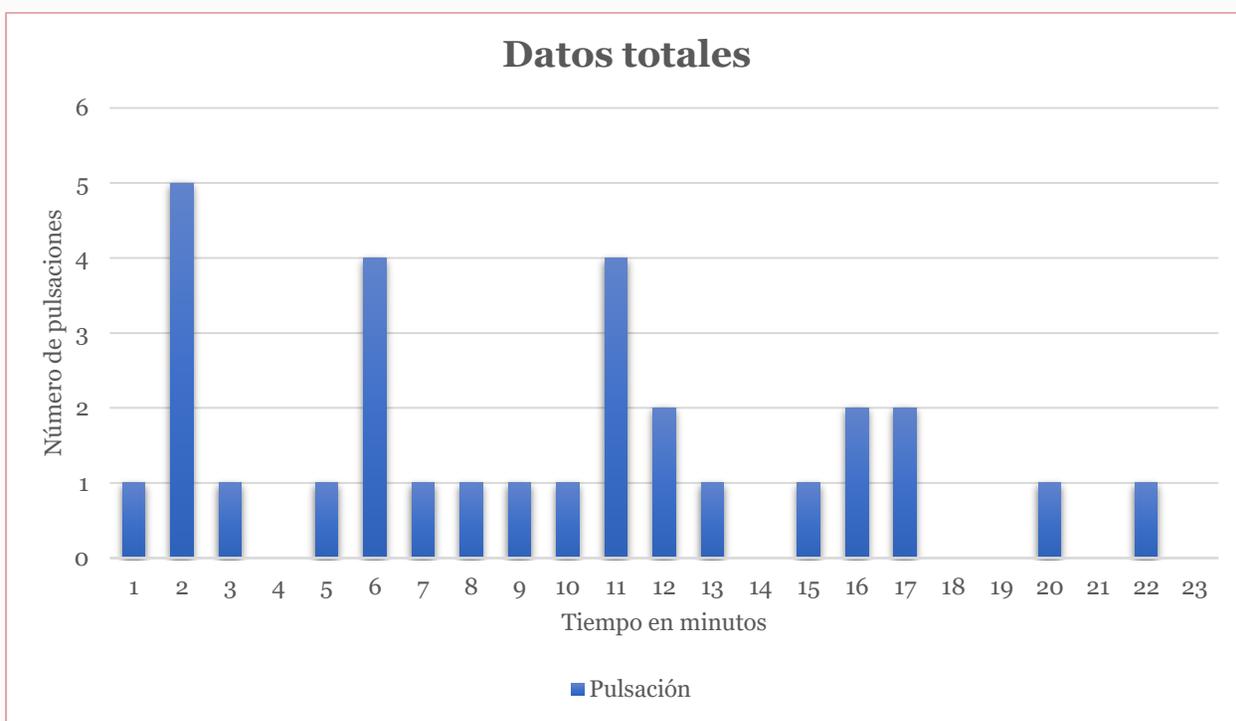


Tabla 27 - Datos totales plasmados en un gráfico de barras.

En la *Tabla 27*, se aprecia una tendencia global donde las pulsaciones se van reduciendo según pasa el tiempo, dando a entender que los **jugadores que alcanzan el estado de flujo tienden a olvidar la tarea especificada externamente**. A su vez, es importante remarcar que la

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

primera pulsación de un botón rojo por gran parte de los jugadores se ha producido antes del transcurso de los primeros tres minutos, **abriendo dos posibilidades**:

- Los jugadores **pulsan el botón para ver cómo funciona o por mera curiosidad**. Estos casos solo tienen sentido si ocurren durante el primer minuto, ya que el botón es observable desde el inicio del juego.
- Debido a las reacciones el día de la prueba, la gran mayoría de jugadores al entrar en un mundo nuevo en realidad virtual reciben una primera impresión muy fuerte que les deja absortos y les hace pensar que **el tiempo ha pasado más rápido** de lo que realmente ha transcurrido y deciden pulsar el botón para contrarrestarlo.

En cuanto a las pruebas, se pueden rescatar valores en sus respuestas muy significativos. El primer caso que vamos a ver es el **estado anímico, comparando antes y después de jugar**. Se puede apreciar en la *Ilustración 105* e *Ilustración 106*, como los jugadores han experimentado cambios en su estado anímico, un indicador del **estado de presencia**. Además, es importante recalcar que los cambios de estado anímico producidos tienden a ser mejores que los anteriores.

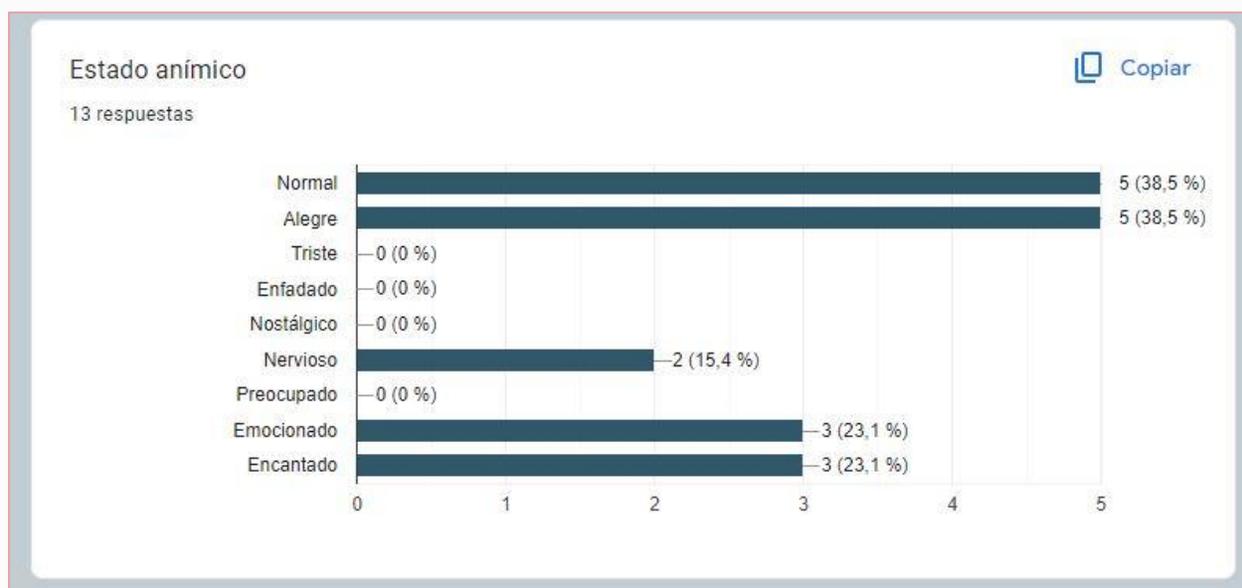


Ilustración 105 - Estado anímico antes de jugar.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

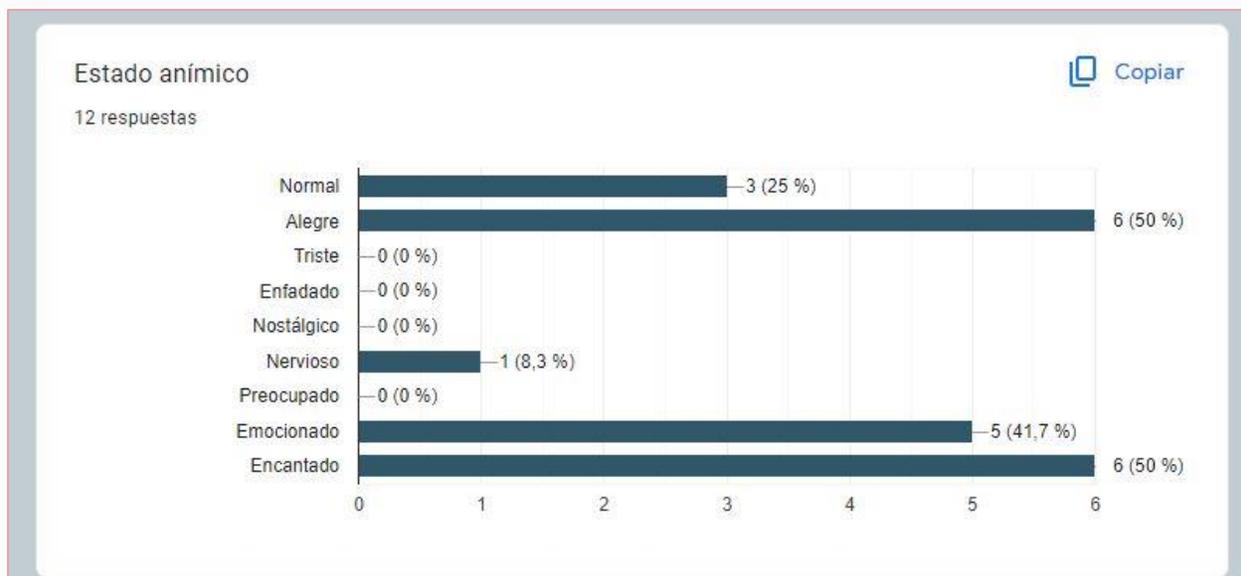


Ilustración 106 - Estado anímico después de jugar.

En relación con la **cinetosis**, los resultados son positivos y solo se han dado dos casos que han experimentado mareos. El primer caso es leve y no supone gran riesgo dentro de las pruebas. En cambio, el caso que presenta un valor cuatro de mareo, es preocupante si vemos la causa. Este valor es tan alto debido a que el **usuario se tropezó durante su tiempo** de juego. Por suerte, esto es un factor externo al juego y con configurar el espacio de juego con espacio adicional al real sería suficiente.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

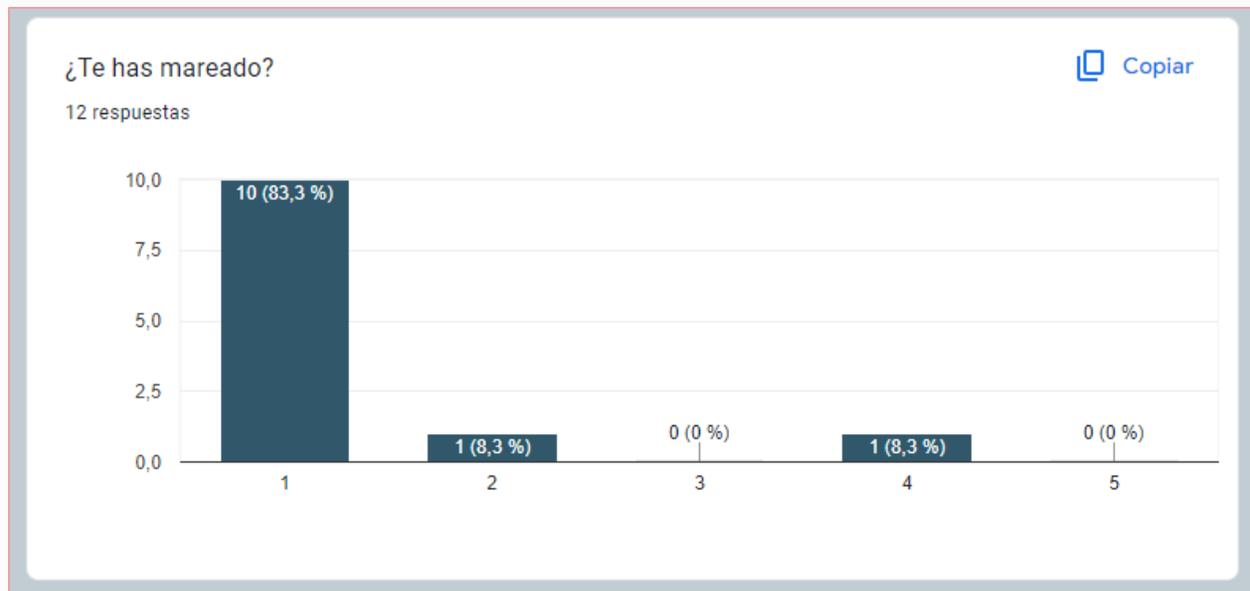


Ilustración 107 - Resultados sobre el mareo producido por el juego.

En cuanto a las opiniones estrictamente del juego, se puede observar **un encanto general** con el juego y su estética, apreciable en la Ilustración 108. La **mascota del juego** fue muy aclamada por gran parte de los jugadores, los cuales quieren que **tome más protagonismo** en el futuro.

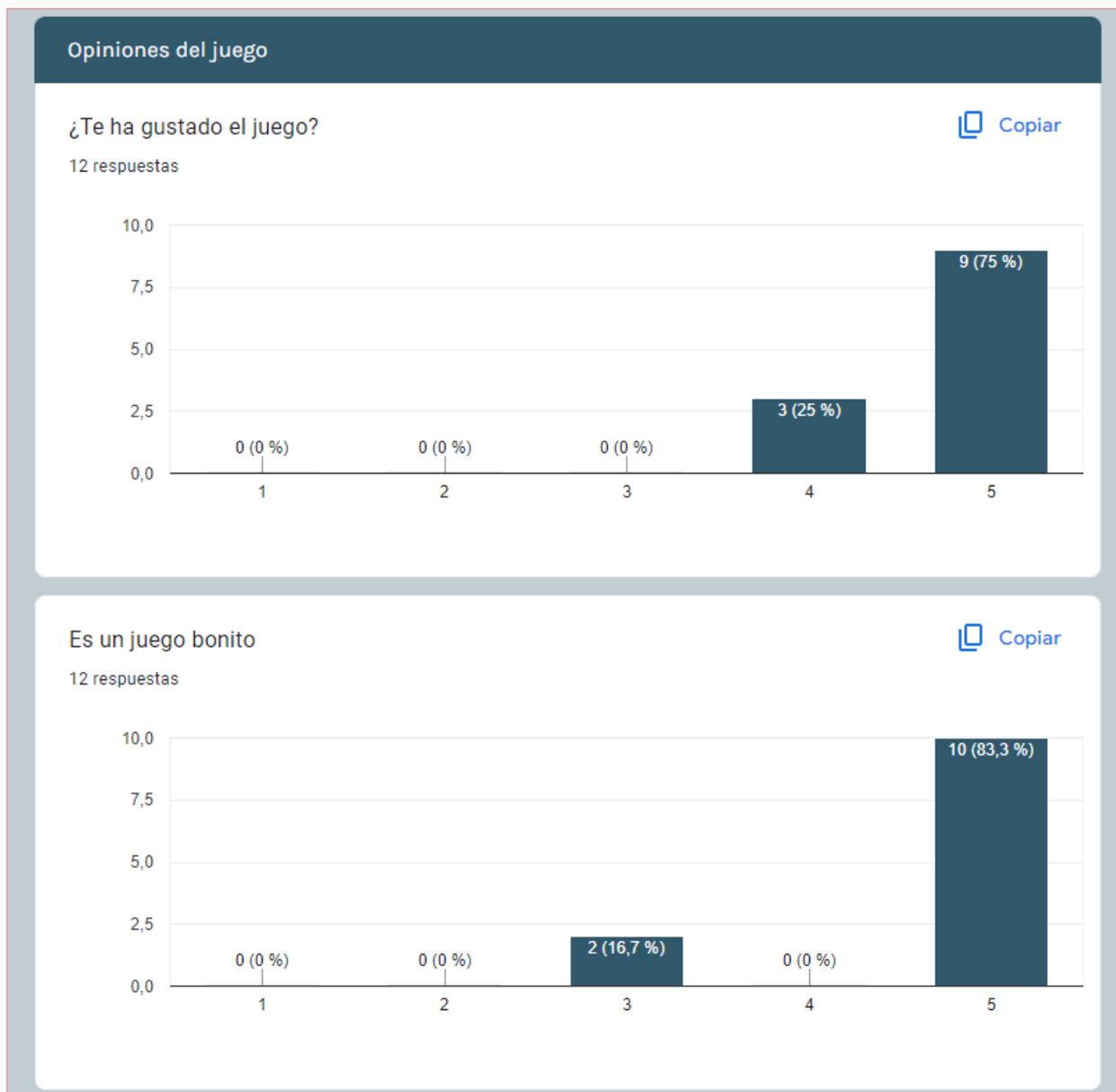


Ilustración 108 - Opinión general sobre el videojuego.

Además, observando cómo han reaccionado los niños y niñas de diferentes edades, podemos determinar que la **edad** que ofrecen marcas como Sony o Meta sobre el uso de la realidad virtual es **adecuada**, pero no exclusiva. Estas marcas definen que la realidad virtual solo debe ser usada a partir de los **doce años**, pero al realizar el experimento con niños menores de dicha edad, se puede decir que la edad debería ser a partir de ocho años. No se recomienda el uso por niños y niñas menores debido a que el **tamaño de los mandos** es más grande que sus manos y no

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

pueden accionar todos los botones. Este problema se ha producido sobre todo en el caso de las niñas que tenían cuatro y cinco años, que no podían coger bien el mando y había que ayudarles en algunos momentos para poder jugar. De esta manera, se recomienda el uso de *Jadoraki* a partir de los **ocho años y con supervisión de un adulto**.

Asimismo, la gran cantidad de jugadores quisieron volver a jugar y se quejaban de que otros habían jugado más tiempo que ellos. Esto es una gran noticia, sin embargo, no se recomienda el uso de dispositivos de realidad virtual durante periodos superiores a treinta minutos sin realizar **pausas** de cinco minutos. Por lo tanto, se debe controlar dentro del juego el tiempo jugado por los jugadores en caso de ser la versión para hospitales, para evitar posibles malestares que pueden producirse gracias a la realidad virtual.

Conclusiones

Una vez analizados los datos, podemos determinar que la hipótesis enunciada en el apartado *Introducción* es correcta y existe una **correlación entre el estado de flujo, la realidad virtual y la presencia**. Se puede observar cómo los usuarios al entrar al juego en RV y sentirse totalmente inmersos, alcanzaban el estado de flujo antes, provocando una **pérdida de la noción del tiempo y del mundo exterior**. Esto es de gran importancia para los pacientes oncopediátricos, ya que el poder evadirse del mundo exterior puede ser uno de los mayores factores a la **hora de mejorar el tono parasimpático** y, en consecuencia, **reducir el dolor**.

Logros conseguidos

Actualmente *Jadoraki* se encuentra en la tienda online *Steam* [49], donde ha logrado más de **40000 impresiones**, y gente de todas partes del mundo ha podido probar la demo del juego debido al evento *Steam Next Fest* [50]. *Steam* invita a los desarrolladores de videojuegos a incluir una demo de sus juegos para que la gente los pruebe durante la semana del evento, dando un escaparate para todos los estudios independientes de conseguir nuevos jugadores. Además, al estar incluido en el evento, varios **periódicos digitales** han compartido noticias donde aparecía este proyecto. *Real o virtual* [51] o *Uploadvr* [52] son algunos de los medios que han hecho eco de la salida de la demo de *Jadoraki*.

Lecciones aprendidas

Gracias a la creación de un videojuego que tiene unos requisitos muy marcados debido a los usuarios finales, se ha aprendido a **focalizar el desarrollo desde las necesidades de los usuarios** y no tanto de las de los desarrolladores.

A su vez, se ha comprendido en mayor medida cómo son **los desarrollos de videojuegos extensos** y lo que ello conlleva: una dedicación mayor a largo plazo, más capacidad de visión a futuro, formas de evitar la deuda técnica, creación de herramientas para ayudar al desarrollo, la

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

búsqueda de nuevas herramientas externas que faciliten la creación el videojuego y técnicas que no se usan en proyectos pequeños.

Por otra parte, los alumnos han aprendido la dificultad de gestionar un proyecto del ámbito de la salud. Se ha **asistido a diferentes hospitales** buscando la autorización para hacer la prueba con niños oncopediátricos, pero en todo momento se han **recibido negativas** por diversas razones: la complicación del experimento, restricciones a la hora de hacer estudios con otras universidades por convenios, falta de instalaciones adecuadas y un largo etcétera.

Líneas futuras

Gracias a las conclusiones obtenidas, es **importante seguir con la investigación** para poder llevar a cabo un estudio científico y determinar los porcentajes de mejora en cuanto al dolor.

Con la creación de la tienda en *Steam*, se pretende realizar la **salida al mercado en el futuro**, vendiendo el juego para todo el público y mejorando la versión actual del juego. Para la versión final del videojuego, han quedado una serie de niveles y mecánicas por implementar.

- **Hechizos de daño:** Dar la posibilidad a los jugadores de hacer daño a los enemigos mediante diferentes hechizos que deben crear.
- **Modo historia:** Se ha creado la base del primer mundo, pero no se ha implementado para la demo. Para completar el modo historia, el jugador deberá visitar diferentes planetas salvando a sus compañeros de la compañía de hechiceros.
- **Mecánicas:** Cada planeta contaría con alguna mecánica que no se ha usado en otros planetas. En algunos planetas se descubrirán nuevos hechizos que cambien la forma de jugar, en otros habrá misiones en las que tengas que controlar a otros personajes, y así un sinfín de posibilidades.
- **Contenido adicional del juego:** Con la idea de ampliar el juego, se pretende lanzar una versión base y que esta sea ampliada mediante compras de packs de contenido. Estos

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

packs tendrán distintos precios y contarán con nuevos planetas, hechizos, cosméticos o la banda sonora.

Bibliografía

- [1 «IASP dolor,» 2020. [En línea]. Available:
] https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462020000400003#:~:text=La%20definici%C3%B3n%20de%20la%20IASP,los%20diferentes%20tipos%20de%20dolor..
- [R. Torres-Luna, J. Miró, M. Alonso Prieto, D. Plaza López de Sabando, F. Reinoso-Barbero y
2 M. Alonso Puig, «The Association Between Pain Relief Using Video Games and an Increase in
] Vagal Tone in Children With Cancer: Analytic Observational Study With a Quasi-Experimental
Pre/Posttest Methodology,» 2020.
- [«Unreal Engine,» [En línea]. Available: <https://www.unrealengine.com/es-ES>.
3
]
- [«Unity,» [En línea]. Available: <https://unity.com/es>.
4
]
- [«Github,» [En línea]. Available: <https://github.com/>.
5
]
- [«Oculus Quest 2,» [En línea]. Available: <https://www.meta.com/es/quest/products/quest-2/>.
6 2/.
]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[O. Salaverry, «La etimología del cáncer y su curioso curso histórico,» 2013. [En línea].
7 Available: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v30n1/a26v30n1.pdf>.

]

[«Qué es el cáncer,» [En línea]. Available: [https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-](https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-cancer/que-es-cancer)
8 [cancer/que-es-cancer](https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-cancer/que-es-cancer).

]

[«Tratamientos en el cáncer,» [En línea]. Available:
9 <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/tipos>.

]

[1 J. D. Santacruz-Bravo, «Humanización de la calidad en la atención clínica en salud desde la
o perspectiva centrada en el paciente a partir de la Resolución 13437 de 1991,» 2016. [En línea].

] Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072016000200017)
71072016000200017.

[1 M. Á. Suarez Cuba, «Medicina centrada en el paciente,» 2012. [En línea]. Available:

1] [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582012000100011#:~:text=CONCEPTOS%20DE%20MEDICINA%20CENTRADA%20E)

89582012000100011#:~:text=CONCEPTOS%20DE%20MEDICINA%20CENTRADA%20E

N%20EL%20PACIENTE&text=Para%20Michael%20Balint%20es%20un,y%20psicol%C3%

B3gicas%20de%20los%20pacientes..

[1 «Gamificación Marketing Platform,» [En línea]. Available:

2 <https://marketingplatform.com/es/recursos/gamificacion-una->

] [introduccion/#:~:text=Como%20t%C3%A9rmino%2C%20la%20gamificaci%C3%B3n%20es](https://marketingplatform.com/es/recursos/gamificacion-una-introduccion/#:~:text=Como%20t%C3%A9rmino%2C%20la%20gamificaci%C3%B3n%20es,80%20como%20Arcadians%20y%20Frak..)
,80%20como%20Arcadians%20y%20Frak..

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[1 Real Academia Española, «Definición de ludificar,» [En línea]. Available:
3 <https://dle.rae.es/ludificar>.

]

[1 Sanofi, «Gamificación de la salud: implementación y aplicaciones en sector,» [En línea].

4 Available: <https://campus.sanofi.es/es/noticias/2021/gamificacion-implementacion-y->

] aplicaciones-en-salud.

[1 E. Press, «Microscopio en Realidad Aumentada,» 2018. [En línea]. Available:

5 <https://www.europapress.es/portaltic/sector/noticia-microscopio-realidad-aumentada->

] [google-aplica-inteligencia-artificial-deteccion-cancer-20180423132810.html](https://www.europapress.es/portaltic/sector/noticia-microscopio-realidad-aumentada-google-aplica-inteligencia-artificial-deteccion-cancer-20180423132810.html).

[1 H. C. S. Carlos, «Ayudan a sobrellevar la quimioterapia,» [En línea]. Available:

6 <https://www.comunidad.madrid/hospital/clinicosan-carlos/noticia/pacientes-oncologicos->

] [clinico-san-carlos-utilizan-gafas-realidad-virtual](https://www.comunidad.madrid/hospital/clinicosan-carlos/noticia/pacientes-oncologicos-clinico-san-carlos-utilizan-gafas-realidad-virtual) .

[1 FeelsGood, «VR Pain FeelsGood,» 2020. [En línea]. Available:

7 <https://www.gob.pe/institucion/proinnovate/noticias/497696-startup-feelsgood-dona->

] [dispositivos-para-reducir-el-dolor-en-pacientes-infantiles-con-tratamiento-oncologico](https://www.gob.pe/institucion/proinnovate/noticias/497696-startup-feelsgood-dona-dispositivos-para-reducir-el-dolor-en-pacientes-infantiles-con-tratamiento-oncologico).

[1 HopeLab, «Re-mission game,» 2006. [En línea]. Available: <https://hopelab.org/case->

8 [study/re-mission/?utm_source=website&utm_medium=web&utm_campaign=rm-2](https://hopelab.org/case-study/re-mission/?utm_source=website&utm_medium=web&utm_campaign=rm-2).

]

[1 L. Brito de la Torre y A. Rincón Martínez-Villalba, «Venu : sistema para disminuir el miedo y

9 la percepción de dolor en niños, durante un proceso de venopunción,» Pontificia Universidad

] Javeriana, Colombia, 2021.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[«Rocket VR Health,» [En línea]. Available: <https://www.rocketvr.health/>.

2

0

]

[«Inmersión y presencia en realidad virtual, ¿cómo se evalúan las experiencias inmersivas?,»

2 [En línea]. Available: [https://tecscience.tec.mx/es/divulgacion-ciencia/realidad-virtual-](https://tecscience.tec.mx/es/divulgacion-ciencia/realidad-virtual-1] inmersion-y-presencia/)

1] inmersion-y-presencia/.

[Fundación Telefónica, «Qué es la realidad aumentada,» de *Realidad Aumentada: una nueva*

2 *lente para ver el mundo*, España, 2011, pp. 10-16.

2

]

[P. Milgram y F. Kishino, «A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays,» 1994. [En línea].

2 Available: https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf.

3

]

[«ARQuake,» 2000. [En línea]. Available: <https://www.tinmith.net/arquake/>.

2

4

]

[A. Merino, «Realidad Mixta,» [En línea]. Available:

2 https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24792w/RVAE/Mixed_Reality_merino.pdf.

5

]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[RAE, «Realidad Virtual,» [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/realidad>.

2

6

]

[J. Miró, R. Nieto y A. Huguet, «Realidad virtual y manejo del dolor,» 2007. [En línea].

2 Available: [https://www.researchgate.net/profile/Jordi-Miro-](https://www.researchgate.net/profile/Jordi-Miro-72/publication/28229388_Realidad_virtual_y_manejo_del_dolor/links/odeec5238800e512dd000000/Realidad-virtual-y-manejo-del-dolor.pdf)

7 2/publication/28229388_Realidad_virtual_y_manejo_del_dolor/links/odeec5238800e512

] dd000000/Realidad-virtual-y-manejo-del-dolor.pdf.

[«Trello,» [En línea]. Available: <https://trello.com/es>.

2

8

]

[«iOS Apple,» [En línea]. Available: <https://www.apple.com/es/ios/ios-16/>.

2

9

]

[«Android,» [En línea]. Available: https://www.android.com/intl/es_es/.

3

0

]

[«Notion,» [En línea]. Available: <https://www.notion.so/>.

3

1]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[«Discord,» [En línea]. Available: <https://discord.com/>.

3

2

]

[«Microsoft Teams,» [En línea]. Available: <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-teams/download-app>.

3

]

[«Playfab,» [En línea]. Available: <https://playfab.com/>.

3

4

]

[«Jetbrains Rider,» [En línea]. Available: <https://www.jetbrains.com/es-es/rider/>.

3

5

]

[«Autodesk 3Ds Max,» [En línea]. Available: <https://www.autodesk.es/products/3ds-max/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>.

6

]

[«Adobe Illustrator,» [En línea]. Available: <https://www.adobe.com/es/products/illustrator.html>.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

7

]

[«Procreate,» [En línea]. Available: <https://procreate.com/>.

3

8

]

[T. School, «Mecánicas del juego,» [En línea]. Available:

3 <https://www.tokioschool.com/noticias/mecanicas-de-juego-habituales-en-videojuegos/>.

9

]

[Apple, «iPad,» [En línea]. Available: <https://www.apple.com/es/ipad/>.

4

0

]

[«Toad - Mario Fandom,» [En línea]. Available: <https://mario.fandom.com/es/wiki/Toad>.

4

1]

[«Nintendo,» [En línea]. Available: <https://www.nintendo.es/>.

4

2

]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[«Adobe Photoshop,» [En línea]. Available:
4 <https://www.adobe.com/es/products/photoshop.html>.

3

]

[«Oculus,» [En línea]. Available: https://www.oculus.com/experiences/quest/?locale=es_ES.

4

4

]

[«Flat Kit,» [En línea]. Available: <https://flatkit.dustyroom.com/>.

4

5

]

[«All In 1 VFX Toolkit,» [En línea]. Available: [https://assetstore.unity.com/packages/vfx/all-](https://assetstore.unity.com/packages/vfx/all-in-1-vfx-toolkit-206665)
4 [in-1-vfx-toolkit-206665](https://assetstore.unity.com/packages/vfx/all-in-1-vfx-toolkit-206665).

6

]

[«ETSII,» [En línea]. Available: <https://www.urjc.es/etsii>.

4

7

]

[«Virtual Soul,» [En línea]. Available: <https://virtualsoul.es>.

4

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

8

]

[«Steam,» [En línea]. Available: <https://store.steampowered.com/?l=spanish>.

4

9

]

[«Steam Next Fest,» [En línea]. Available: <https://store.steampowered.com/sale/nextfest>.

5

0

]

[«Real o virtual,» [En línea]. Available: <https://www.realovirtual.com/>.

5

1]

[«Uploadvr,» [En línea]. Available: <https://www.uploadvr.com/>.

5

2

]

[R. Cano de la Cuerda, A. Bermejo Franco y R. M. Ortiz Gutiérrez, «Realidad virtual y
5 videojuegos,» de *Nuevas tecnologías en Neurorehabilitación*, Panamericana, 2018, pp. 91 -

3 108.

]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[M. Espinoza, R. M. Baños, A. García-Palacios y C. Botella, «La realidad virtual en las
5 intervenciones psicológicas con pacientes oncológicos,» 2013.

4

]

[M. Á. Gutiérrez Pulido y C. A. Medina Fuentes, «Aspectos emocionales y su importancia en la
5 adherencia en el tratamiento de pacientes oncológicos en las distintas fases del cáncer,»
5 Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, 2019.

]

[P. M. L. Ibarz, «Uso de la realidad virtual en el control del nivel,» Universitat de Lleida, Lleida,
5 2018.

6

]

[L. Luna-Oliva, R. M. Ortiz-Gutierrez, R. Cano-de la Cuerda, R. Martínez Piédrola, I. M.
5 Alguacil-Diego, C. Sánchez-Camarero y M. d. C. Martínez Culebras, «Kinect Xbox 360 as a
7 therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment: A preliminary
] study,» 2013.

[D. J. Sáez-Rodríguez y P. Chico-Sánchez, «Aplicación de la realidad virtual en niños
5 oncológicos hospitalizados,» 2021.

8

]

[J. Shalkow-Klincovstein, J. I. Guzmán-Mejía y J. M. Palacios-Acosta, «Cirugía oncológica
5 pediátrica: conceptos generales para el pediatra,» INP, México, 2010.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

9

]

[D. J. I. G. M. D. J. M. P. A. Dr. Jaime Shalkow Klincovstein, «Cirugía oncológica pediátrica: 6 conceptos generales para el pediatra,» 2010.

o

]

[M. Zapata Cáceres, J. Guillen García, D. Ortega del Campo y D. Palacios Alonso, «Universal 6 Structure for guided completion of ICT Engineering Final Degree Projects».

1]

[E. Lazcano Ponce, E. Salazar Martínez, P. Gutiérrez Castrellón, A. Ángeles Llerenas, A. 6 Hernández Garduño y J. L. Viramontes, «Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos 2 de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación».

]

[P. E. Pérez Cruz y F. Acevedo C., «Escalas de estado funcional (o performance status),» 6 Gastroenterol, 2014.

3

]

[S. E. d. H. y. Oncología, «Registro Español de Tumores Infantiles,» [En línea]. Available: 6 <https://www.uv.es/rnti/cifrasCancer.html>.

4

]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[A. Villarroel Cruz y M. P. Güitron Ocaranza, «Tratamiento de dolor en niños con cáncer,»
6 *Revista Mexicana de Anestesiología*, p. 5, 1 Abril 2015.

5

]

[G. Santamaría Ojeda, «Diseño de un proyecto de investigación: terapias complementarias en
6 oncología pediátrica,» Universidad de Valladolid, 2018.

6

]

[L. A. Jibb, P. C. Nathan, B. J. Stevens, E. Seto, J. A. Cafazzo, N. Stephens, L. Yohannes y J. N.
6 Stinson, «Psychological and Physical Interventions for the Management of Cancer-Related
7 Pain in Pediatric and Young Adult Patients: An Integrative Review,» 2015.

]

[«Pain in people with cancer.,» 2021. [En línea]. Available:
6 [https://www.cancer.org/treatment/treatments-and-side-effects/physical-side-](https://www.cancer.org/treatment/treatments-and-side-effects/physical-side-effects/pain.html)
8 [effects/pain.html](https://www.cancer.org/treatment/treatments-and-side-effects/physical-side-effects/pain.html).

]

[«statista.com,» [En línea]. Available:
6 [https://www.statista.com/statistics/1033162/healthcare-ar-and-vr-market-forecast-](https://www.statista.com/statistics/1033162/healthcare-ar-and-vr-market-forecast-worldwide-by-region/)
9 [worldwide-by-region/](https://www.statista.com/statistics/1033162/healthcare-ar-and-vr-market-forecast-worldwide-by-region/).

]

[«Normas APA,» [En línea]. Available: [https://normasapa.in/titulos-y-](https://normasapa.in/titulos-y-subtitulos/#:~:text=Utilice%20la%20misma%20fuente%20y,%2F%20Lucida%20Sans%3A%2010)..)
7 [subtitulos/#:~:text=Utilice%20la%20misma%20fuente%20y,%2F%20Lucida%20Sans%3A](https://normasapa.in/titulos-y-subtitulos/#:~:text=Utilice%20la%20misma%20fuente%20y,%2F%20Lucida%20Sans%3A%2010)..)
%2010)..

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

o

]

[1 «IASP dolor,» 2020. [En línea]. Available:

] https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-

80462020000400003#:~:text=La%20definici%C3%B3n%20de%20la%20IASP,los%20diferentes%20tipos%20de%20dolor..

[R. Torres-Luna, J. Miró, M. Alonso Prieto, D. Plaza López de Sabando, F. Reinoso-Barbero y

2 M. Alonso Puig, «The Association Between Pain Relief Using Video Games and an Increase in

] Vagal Tone in Children With Cancer: Analytic Observational Study With a Quasi-Experimental

Pre/Posttest Methodology,» 2020.

[«Unreal Engine,» [En línea]. Available: <https://www.unrealengine.com/es-ES>.

3

]

[«Unity,» [En línea]. Available: <https://unity.com/es>.

4

]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[«Github,» [En línea]. Available: <https://github.com/>.

5

]

[«Oculus Quest 2,» [En línea]. Available: <https://www.meta.com/es/quest/products/quest-6-2/>.

]

[O. Salaverry, «La etimología del cáncer y su curioso curso histórico,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v30n1/a26v30n1.pdf>.

]

[«Qué es el cáncer,» [En línea]. Available: <https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-cancer/que-es-cancer>.

]

[«Tratamientos en el cáncer,» [En línea]. Available: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/tipos>.

]

[1 J. D. Santacruz-Bravo, «Humanización de la calidad en la atención clínica en salud desde la perspectiva centrada en el paciente a partir de la Resolución 13437 de 1991,» 2016. [En línea].

] Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072016000200017.

[1 M. Á. Suarez Cuba, «Medicina centrada en el paciente,» 2012. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582012000100011#:~:text=CONCEPTOS%20DE%20MEDICINA%20CENTRADA%20E)

[89582012000100011#:~:text=CONCEPTOS%20DE%20MEDICINA%20CENTRADA%20E](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582012000100011#:~:text=CONCEPTOS%20DE%20MEDICINA%20CENTRADA%20E)

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

N%20EL%20PACIENTE&text=Para%20Michael%20Balint%20es%20un,y%20psicol%C3%
B3gicas%20de%20los%20pacientes..

[1 «Gamificación Marketing Platform,» [En línea]. Available:
2 [https://marketingplatform.com/es/recursos/gamificacion-una-
\] introduccion/#:~:text=Como%20t%C3%A9rmino%2C%20la%20gamificaci%C3%B3n%20es,80%20como%20Arcadians%20y%20Frak..](https://marketingplatform.com/es/recursos/gamificacion-una-introduccion/#:~:text=Como%20t%C3%A9rmino%2C%20la%20gamificaci%C3%B3n%20es,80%20como%20Arcadians%20y%20Frak..)

[1 Real Academia Española, «Definición de ludificar,» [En línea]. Available:
3 <https://dle.rae.es/ludificar.>
]

[1 Sanofi, «Gamificación de la salud: implementación y aplicaciones en sector,» [En línea].
4 Available: [https://campus.sanofi.es/es/noticias/2021/gamificacion-implementacion-y-
\] aplicaciones-en-salud.](https://campus.sanofi.es/es/noticias/2021/gamificacion-implementacion-y-aplicaciones-en-salud.)

[1 E. Press, «Microscopio en Realidad Aumentada,» 2018. [En línea]. Available:
5 [https://www.europapress.es/portaltic/sector/noticia-microscopio-realidad-aumentada-
\] google-aplica-inteligencia-artificial-deteccion-cancer-20180423132810.html.](https://www.europapress.es/portaltic/sector/noticia-microscopio-realidad-aumentada-google-aplica-inteligencia-artificial-deteccion-cancer-20180423132810.html)

[1 H. C. S. Carlos, «Ayudan a sobrellevar la quimioterapia,» [En línea]. Available:
6 [https://www.comunidad.madrid/hospital/clinicosancarlos/noticia/pacientes-oncologicos-
\] clinico-san-carlos-utilizan-gafas-realidad-virtual .](https://www.comunidad.madrid/hospital/clinicosancarlos/noticia/pacientes-oncologicos-clinico-san-carlos-utilizan-gafas-realidad-virtual.)

[1 FeelsGood, «VR Pain FeelsGood,» 2020. [En línea]. Available:
7 [https://www.gob.pe/institucion/proinnovate/noticias/497696-startup-feelsgood-dona-
\] dispositivos-para-reducir-el-dolor-en-pacientes-infantiles-con-tratamiento-oncologico.](https://www.gob.pe/institucion/proinnovate/noticias/497696-startup-feelsgood-dona-dispositivos-para-reducir-el-dolor-en-pacientes-infantiles-con-tratamiento-oncologico.)

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[1 HopeLab, «Re-mission game,» 2006. [En línea]. Available: https://hopelab.org/case-8-study/re-mission/?utm_source=website&utm_medium=web&utm_campaign=rm-2.

]

[1 L. Brito de la Torre y A. Rincón Martínez-Villalba, «Venu : sistema para disminuir el miedo y la percepción de dolor en niños, durante un proceso de venopunción,» Pontificia Universidad

] Javeriana, Colombia, 2021.

[«Rocket VR Health,» [En línea]. Available: <https://www.rocketvr.health/>.

2

0

]

[«Inmersión y presencia en realidad virtual, ¿cómo se evalúan las experiencias inmersivas?,»

2 [En línea]. Available: [https://tecscience.tec.mx/es/divulgacion-ciencia/realidad-virtual-1\]inmersion-y-presencia/](https://tecscience.tec.mx/es/divulgacion-ciencia/realidad-virtual-1]inmersion-y-presencia/).

[Fundación Telefónica, «Qué es la realidad aumentada,» de *Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo*, España, 2011, pp. 10-16.

2

]

[P. Milgram y F. Kishino, «A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays,» 1994. [En línea].

2 Available: https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf.

3

]

[«ARQuake,» 2000. [En línea]. Available: <https://www.tinmith.net/arquake/>.

2

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

4

]

[A. Merino, «Realidad Mixta,» [En línea]. Available:
2 https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24792w/RVAE/Mixed_Reality_merino.pdf.

5

]

[RAE, «Realidad Virtual,» [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/realidad>.

2

6

]

[J. Miró, R. Nieto y A. Huguet, «Realidad virtual y manejo del dolor,» 2007. [En línea].

2 Available: https://www.researchgate.net/profile/Jordi-Miro-72/publication/28229388_Realidad_virtual_y_manejo_del_dolor/links/odeec5238800e512dd000000/Realidad-virtual-y-manejo-del-dolor.pdf.

[«Trello,» [En línea]. Available: <https://trello.com/es>.

2

8

]

[«iOS Apple,» [En línea]. Available: <https://www.apple.com/es/ios/ios-16/>.

2

9

]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[«Android,» [En línea]. Available: https://www.android.com/intl/es_es/.

3

0

]

[«Notion,» [En línea]. Available: <https://www.notion.so/>.

3

1]

[«Discord,» [En línea]. Available: <https://discord.com/>.

3

2

]

[«Microsoft Teams,» [En línea]. Available: <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-teams/download-app>.

3

]

[«Playfab,» [En línea]. Available: <https://playfab.com/>.

3

4

]

[«Jetbrains Rider,» [En línea]. Available: <https://www.jetbrains.com/es-es/rider/>.

3

5

]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[«Autodesk 3Ds Max,» [En línea]. Available: <https://www.autodesk.es/products/3ds-3-max/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>.

6

]

[«Adobe Illustrator,» [En línea]. Available: <https://www.adobe.com/es/products/illustrator.html>.

7

]

[«Procreate,» [En línea]. Available: <https://procreate.com/>.

3

8

]

[T. School, «Mecánicas del juego,» [En línea]. Available: <https://www.tokioschool.com/noticias/mecanicas-de-juego-habituales-en-videojuegos/>.

9

]

[Apple, «iPad,» [En línea]. Available: <https://www.apple.com/es/ipad/>.

4

0

]

[«Toad - Mario Fandom,» [En línea]. Available: <https://mario.fandom.com/es/wiki/Toad>.

4

1]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[«Nintendo,» [En línea]. Available: <https://www.nintendo.es/>.

4

2

]

[«Adobe Photoshop,» [En línea]. Available:

4 <https://www.adobe.com/es/products/photoshop.html>.

3

]

[«Oculus,» [En línea]. Available: https://www.oculus.com/experiences/quest/?locale=es_ES.

4

4

]

[«Flat Kit,» [En línea]. Available: <https://flatkit.dustyroom.com/>.

4

5

]

[«All In 1 VFX Toolkit,» [En línea]. Available: [https://assetstore.unity.com/packages/vfx/all-](https://assetstore.unity.com/packages/vfx/all-in-1-vfx-toolkit-206665)

4 [in-1-vfx-toolkit-206665](https://assetstore.unity.com/packages/vfx/all-in-1-vfx-toolkit-206665).

6

]

[«ETSII,» [En línea]. Available: <https://www.urjc.es/etsii>.

4

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

7

]

[«Virtual Soul,» [En línea]. Available: <https://virtualsoul.es>.

4

8

]

[«Steam,» [En línea]. Available: <https://store.steampowered.com/?l=spanish>.

4

9

]

[«Steam Next Fest,» [En línea]. Available: <https://store.steampowered.com/sale/nextfest>.

5

0

]

[«Real o virtual,» [En línea]. Available: <https://www.realovirtual.com/>.

5

1]

[«Uploadvr,» [En línea]. Available: <https://www.uploadvr.com/>.

5

2

]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[R. Cano de la Cuerda, A. Bermejo Franco y R. M. Ortiz Gutiérrez, «Realidad virtual y
5 videojuegos,» de *Nuevas tecnologías en Neurorrehabilitación*, Panamericana, 2018, pp. 91 -
3 108.

]

[M. Espinoza, R. M. Baños, A. García-Palacios y C. Botella, «La realidad virtual en las
5 intervenciones psicológicas con pacientes oncológicos,» 2013.

4

]

[M. Á. Gutiérrez Pulido y C. A. Medina Fuentes, «Aspectos emocionales y su importancia en la
5 adherencia en el tratamiento de pacientes oncológicos en las distintas fases del cáncer,»
5 Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, 2019.

]

[P. M. L. Ibarz, «Uso de la realidad virtual en el control del nivel,» Universitat de Lleida, Lleida,
5 2018.

6

]

[L. Luna-Oliva, R. M. Ortiz-Gutierrez, R. Cano-de la Cuerda, R. Martínez Piédrola, I. M.
5 Alguacil-Diego, C. Sánchez-Camarero y M. d. C. Martínez Culebras, «Kinect Xbox 360 as a
7 therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment: A preliminary
] study,» 2013.

[D. J. Sáez-Rodríguez y P. Chico-Sánchez, «Aplicación de la realidad virtual en niños
5 oncológicos hospitalizados,» 2021.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

8

]

[J. Shalkow-Klincovstein, J. I. Guzmán-Mejía y J. M. Palacios-Acosta, «Cirugía oncológica
5 pediátrica: conceptos generales para el pediatra,» INP, México, 2010.

9

]

[D. J. I. G. M. D. J. M. P. A. Dr. Jaime Shalkow Klincovstein, «Cirugía oncológica pediátrica:
6 conceptos generales para el pediatra,» 2010.

o

]

[M. Zapata Cáceres, J. Guillen García, D. Ortega del Campo y D. Palacios Alonso, «Universal
6 Structure for guided completion of ICT Engineering Final Degree Projects».

1]

[E. Lazcano Ponce, E. Salazar Martínez, P. Gutiérrez Castellón, A. Ángeles Llerenas, A.
6 Hernández Garduño y J. L. Viramontes, «Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos
2 de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación».

]

[P. E. Pérez Cruz y F. Acevedo C., «Escalas de estado funcional (o performance status),»
6 Gastroenterol, 2014.

3

]

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

[S. E. d. H. y. Oncología, «Registro Español de Tumores Infantiles,» [En línea]. Available:
6 <https://www.uv.es/rnti/cifrasCancer.html>.

4

]

[A. Villarroel Cruz y M. P. Güitron Ocaranza, «Tratamiento de dolor en niños con cáncer,»
6 *Revista Mexicana de Anestesiología*, p. 5, 1 Abril 2015.

5

]

[G. Santamaría Ojeda, «Diseño de un proyecto de investigación: terapias complementarias en
6 oncología pediátrica,» Universidad de Valladolid, 2018.

6

]

[L. A. Jibb, P. C. Nathan, B. J. Stevens, E. Seto, J. A. Cafazzo, N. Stephens, L. Yohannes y J. N.
6 Stinson, «Psychological and Physical Interventions for the Management of Cancer-Related
7 Pain in Pediatric and Young Adult Patients: An Integrative Review,» 2015.

]

[«Pain in people with cancer.,» 2021. [En línea]. Available:
6 [https://www.cancer.org/treatment/treatments-and-side-effects/physical-side-
8 effects/pain.html](https://www.cancer.org/treatment/treatments-and-side-effects/physical-side-8 effects/pain.html).

]

[«statista.com,» [En línea]. Available:
6 [https://www.statista.com/statistics/1033162/healthcare-ar-and-vr-market-forecast-
worldwide-by-region/](https://www.statista.com/statistics/1033162/healthcare-ar-and-vr-market-forecast-worldwide-by-region/).

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

9

]

[«Normas APA,» [En línea]. Available: [https://normasapa.in/titulos-y-subtitulos/#:~:text=Utilice%20la%20misma%20fuente%20y,%2F%20Lucida%20Sans%3A%20%2010\)..](https://normasapa.in/titulos-y-subtitulos/#:~:text=Utilice%20la%20misma%20fuente%20y,%2F%20Lucida%20Sans%3A%20%2010)..)

]

Anexos

Cuestionario

Jadoraki

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. Nombre usuario *

2. Género *

Marca solo un óvalo.

- Niño
- Niña
- Otros

3. Edad *

Ejemplo: 7 de enero del 2019

4. ¿Sueles jugar videojuegos? *

Marca solo un óvalo.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

- Sí
- No

5. ¿Cuántas horas juegas a la semana? *

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Menos de 1 hora
- 1 o 2 horas
- 3 horas 4 horas
- 5 o más
6. ¿Has jugado a la realidad virtual antes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

7. Si respondiste si, ¿te acuerdas de que gafas usaste?

Marca solo un óvalo.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.



Oculus Quest 2



Oculus Rift



HTC Vive



PlayStation VR 1



PlayStation VR 2

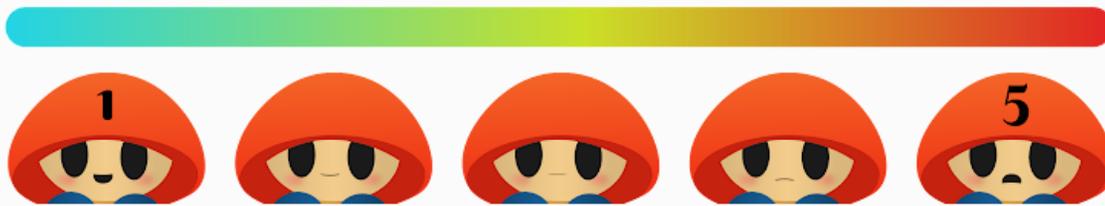
No me acuerdo

Otro: _____

Salta a la pregunta 12

Pre-juego

12. Ahora mismo, ¿te encuentras mal o preocupado?



Marca solo un óvalo.

Nada	
<input type="radio"/>	1
<input type="radio"/>	2
<input type="radio"/>	3
<input type="radio"/>	4
<input type="radio"/>	5
Mucho	

13. ¿Te sueles marear con facilidad? Por ejemplo, ¿te mareas en el coche? *

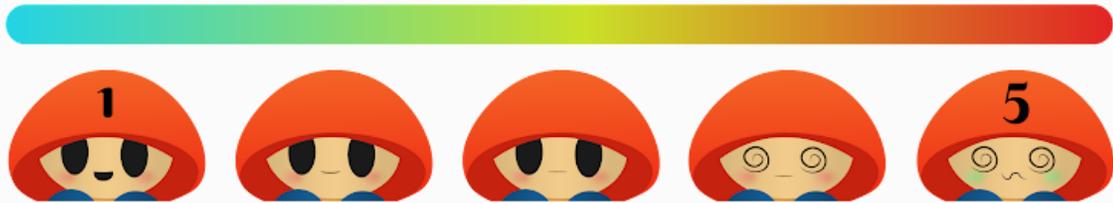
Marca solo un óvalo.

Sí

No

14. ¿Te sientes mareado? *

Realidad virtual como terapia para el cáncer.



Marca solo un óvalo.

Nada

1

2

3

4

5

Bastante mareado

15. Estado anímico *

Selecciona todos los que correspondan.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.



Normal



Alegre



Triste



Enfadado



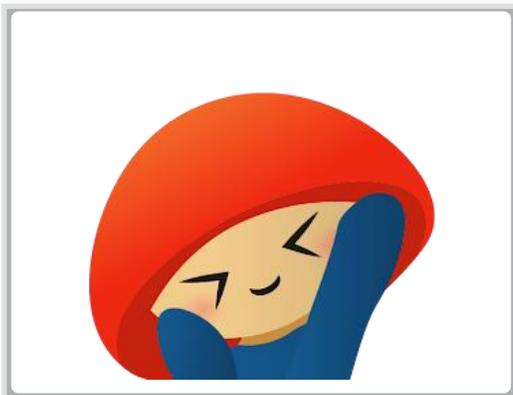
Nostálgico



Nervioso



Preocupado



Emocionado

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

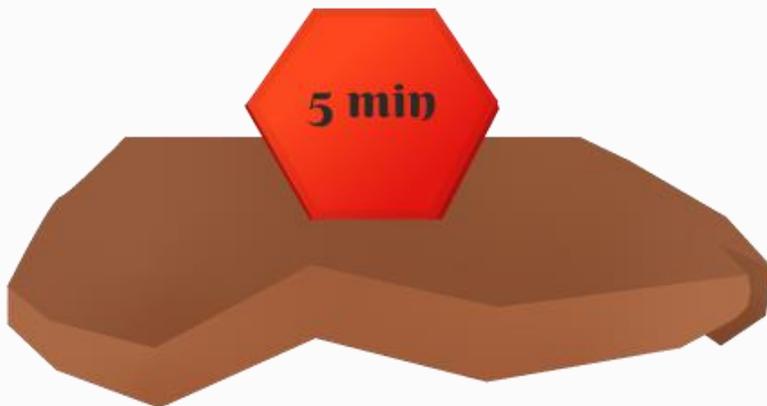


Encantado

Otro: _____

¡Es hora de disfrutar del juego!

Recuerda que si ves un botón parecido a este tendrás que pulsarlo cuando pienses que hayan pasado 5 minutos



Salta a la pregunta 16

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Post-juego

16. Después de jugar, ¿te sigues encontrando mal o preocupado?



Marca solo un óvalo.

Nada

1

2

3

4

5

Mucho

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

17. ¿Te has mareado? *



Marca solo un óvalo.

Nada

1

2

3

4

5

Bastante mareado

18. Estado anímico *

Selecciona todos los que correspondan.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.



Normal



Alegre



Triste



Enfadado



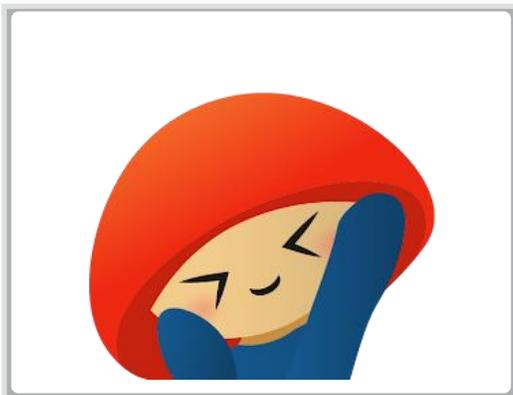
Nostálgico



Nervioso



Preocupado



Emocionado

Realidad virtual como terapia para el cáncer.



Encantado

Otro: _____

19. ¿Te has encontrado otro efecto secundario de las gafas de realidad virtual? *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

20. Si respondiste sí, ¿que te ha pasado?

Selecciona todos los que correspondan.

Convulsiones

Nauseas

Desorientación

Otro:

Opiniones del Juego

21. ¿Te ha gustado el juego? *

Marca solo un óvalo.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

No me ha gustado mucho

1

2

3

4

5

¡ME HA ENCANTADO!

22. Es un juego bonito *

Marca solo un óvalo.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Podría mejorar

1

2

3

4

5

Es un juego precioso

23. ¿Qué es lo más fácil del juego? *

24. ¿Qué es lo más difícil del juego? *

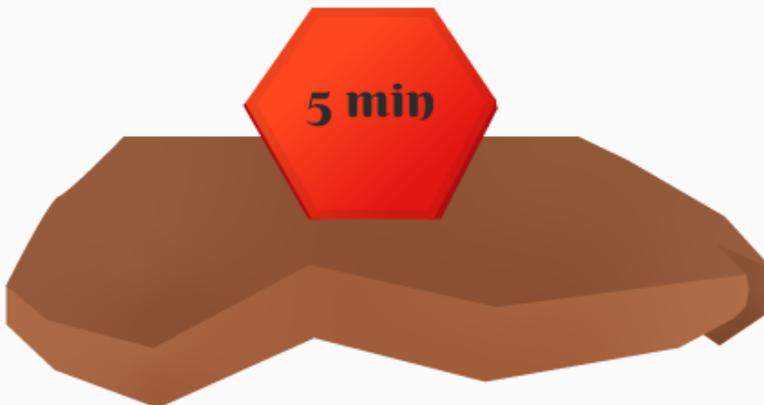
Realidad virtual como terapia para el cáncer.

25. ¿Qué es lo que más te ha gustado? *

26. ¿Qué es lo que menos te ha gustado? *

27. Sientes que algo no se ve bien? *

28. ¿Te acordaste de pulsar el botón? *



Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

29. 1. ¿Jugarías habitualmente a Jadoraki? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

30. 2. Jadoraki ha sido un juego tontamente complicado *

Marca solo un óvalo.

Muy fácil

1

2

3

4

5

Muy difícil

31. 3. Jadoraki es un juego fácil de jugar *

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Marca solo un óvalo.

Fácil

1

2

3

4

5

32. 4. Díficil Necesito a una persona ayudándome para jugarlo *

Marca _____ solo un óvalo.

- Sí
- No

33. 5. Varias de las misiones están bien hechas *

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

34. 6. Pienso que mucho caos en el juego *

Marca solo un óvalo.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Poco caos

1

2

3

4

5

Mucho caos (inconsistencia)

35. 7. ¿Crees que otras personas sabrían jugar rápido? *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

36. 8. Me siento perdido en el juego // el juego es muy engorroso *

Marca solo un óvalo.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

No estoy perdido

1

2

3

4

5

Estoy muy perdido

37. 9. Comodidad jugando *

Marca solo un óvalo.

Realidad virtual como terapia para el cáncer.

Nada cómodo

1

2

3

4

5

Muy cómodo

38. 10. ¿Lo habrías hecho mejor sí hubieses practicado antes? *

Marca solo un óvalo.

- Sí, un cursillo antes no vendría mal
- No, soy capaz de entender todo

¿Recomendarías el juego a un amigo? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

Muchas gracias por ser parte de Jadoraki 🌙