



Universidad de Oviedo  
Universidá d'Uviéu  
University of Oviedo



Escuela de  
Ingeniería  
Informática  
Universidad de Oviedo



Trabajo de  
Desarrollo e  
Investigación

# ***ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE HABILIDADES SOCIALES CON ALUMNADO TEA (TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA) A TRAVÉS DE VIDEOJUEGOS***

**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA DEL  
SOFTWARE**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**AUTOR**

Mikel Fernández Esparta

**TUTOR**

Enol Junquera Álvarez

**Noviembre 2024**

***Este documento ha sido creado basándose en la plantilla elaborada por JOSÉ MANUEL REDONDO LÓPEZ. [1] [2]***



# Declaración Responsable

**El alumno:**

## **DECLARA**

Que esta obra es completamente original y se han citado debidamente las fuentes utilizadas durante la realización de esta.

Y para que conste, lo firma en Oviedo, a 27 de 10 de 2024

**Firmado:**

# Agradecimientos

A mi familia, por el apoyo incondicional que me han mostrado durante todo este proceso académico, especialmente en los momentos bajos. A mi hermana, por la motivación que siempre me ha mostrado y por sus ideas magnificas, ayudándome en mi camino universitario.

A mis mejores amigos Sebastián, Laura y Sara con los que he compartido todos estos años universitarios. Sin nuestras conversaciones, los planes, las cenas y sobre todo sin el apoyo que siempre nos hemos mostrado unos a otros, esta experiencia no hubiera sido la misma y me alegra haberlo podido compartir con ellos y poder seguir compartiendo más momentos especiales el resto de nuestras vidas.

A los profesores, ya que sin ellos jamás podría estar donde estoy ahora y todo lo que me han enseñado durante estos años.

A mi tutor Enol, por su dedicación, lo involucrado que ha estado y por el apoyo continuo que me ha mostrado durante este proceso.

A la asociación ADANSI en Oviedo, la cual me facilitó a llevar a cabo este estudio y me proporcionó su ayuda desde que nos pusimos en contacto.

Y por último todos los niños y jóvenes que han sido participes de las pruebas, a los que les agradezco mucho haberse ofrecido voluntarios para participar y espero que fuera una experiencia enriquecedora para ellos.

Gracias.



# Índice de contenido

<b>Capítulo 1</b>	<b>¿Qué es este Trabajo? .....</b>	<b>13</b>
1.1	Resumen.....	13
1.2	Palabras clave.....	13
1.3	Abstract .....	14
1.4	Keywords.....	14
<b>Capítulo 2</b>	<b>Planificación del Sistema de Información.....</b>	<b>15</b>
2.1	PSI 1: Inicio del Plan de Sistemas de Información.....	16
2.1.1	PSI 1.1: Análisis de la Necesidad del PSI .....	16
2.1.2	PSI 1.2: Identificación del Alcance del PSI.....	17
2.1.3	PSI 1.3: Determinación de Responsables.....	18
2.2	PSI 2: Definición y Organización del PSI .....	18
2.2.1	PSI 2.1: Especificación del Ámbito y Alcance.....	18
2.2.2	PSI 2.2: Organización del PSI.....	23
2.3	PSI 3: Estudio de la Información Relevante .....	26
2.3.1	PSI 3.1: Selección y Análisis de Antecedentes .....	26
<b>Capítulo 3</b>	<b>PSI 4: Definición de la Arquitectura Tecnológica.....</b>	<b>28</b>
3.1	PSI 4.1: Identificación de las Necesidades de Infraestructura Tecnológica.....	29
3.2	Estudio y Valoración de la Arquitectura Tecnológica y Posibles Alternativas .....	31
3.2.1	Unreal Engine 5.....	31
3.2.2	Unity.....	32
3.2.3	Source2 .....	32
3.2.4	CryEngine .....	33
3.2.5	Godot .....	34
3.3	PSI 4.2: Selección de Arquitectura Final.....	35
3.3.1	Evaluación de Framework.....	36
3.3.2	Selección de Framework.....	37
<b>Capítulo 4</b>	<b>Planificación y Gestión del TFG .....</b>	<b>38</b>
4.1	Planificación del proyecto .....	39
4.1.1	Identificación de Interesados.....	39
4.1.2	OBS.....	39

4.1.3	PBS .....	40
4.1.4	Planificación Inicial.....	41
4.1.5	Cuestionario de evaluación.....	47
4.1.6	Riesgos .....	54
4.1.7	Presupuesto .....	58
<b>Capítulo 5</b>	<b>Análisis del Sistema de Información.....</b>	<b>66</b>
5.1	ASI 1: Definición del Sistema.....	67
5.1.1	Determinación del Alcance del Sistema .....	67
5.2	ASI 2: Establecimiento de Requisitos .....	67
5.2.1	Obtención de los Requisitos del Sistema.....	67
5.2.2	Identificación de Actores del Sistema.....	70
5.2.3	Especificación de Casos de Uso .....	71
5.3	ASI 3: Análisis de los Casos de Uso.....	75
5.3.1	Caso de Uso 1 – Inicio de la herramienta .....	75
5.3.2	Caso de Uso 2 – Jugar partida.....	76
5.3.3	Casos de Usos: Misiones .....	77
5.4	ASI 4: Análisis de Clases.....	80
5.4.1	Diagrama de Clases .....	80
5.4.2	Descripción de las Clases .....	81
5.5	ASI 5: Definición de Interfaces de Usuario.....	85
5.5.1	Definición del aspecto y comportamiento de la interfaz .....	85
5.5.2	Diagrama de Navegabilidad .....	90
5.6	ASI 6: Especificación del Plan de Pruebas .....	91
5.6.1	Pruebas Unitarias.....	91
5.6.2	Pruebas de Integración .....	92
5.6.3	Pruebas de Usabilidad.....	93
5.6.4	Pruebas de Accesibilidad .....	93
5.6.5	Pruebas de Rendimiento.....	94
<b>Capítulo 6</b>	<b>Diseño del Sistema de Información.....</b>	<b>95</b>
6.1	DSI 1: Diseño de Casos de Uso Reales.....	96
6.1.1	Caso de Uso 2 – Jugar partida.....	96
6.2	DSI 2: Diseño de Clases.....	97



6.2.1	Diagrama de Clases .....	97
6.3	DSI 3: Diseño de la Arquitectura de Módulos del Sistema .....	100
6.3.1	Diagrama de paquetes .....	100
6.3.2	DSI 3.1 Revisión de la Interfaz de Usuario .....	100
6.4	DSI 4: Especificación Técnica del Plan de Pruebas .....	101
6.4.1	Pruebas Unitarias .....	101
6.4.2	Pruebas de Integración y del Sistema .....	102
6.4.3	Pruebas de Usabilidad y Accesibilidad .....	103
6.4.4	Pruebas de Accesibilidad .....	106
6.4.5	Pruebas de Rendimiento .....	107
<b>Capítulo 7</b>	<b>Construcción del sistema de información .....</b>	<b>108</b>
7.1	CSI 1: Preparación del Entorno de Construcción .....	109
7.1.1	Estándares y normas seguidos .....	109
7.1.2	Lenguajes de programación .....	109
7.1.3	Herramientas y programas usados para el desarrollo .....	110
7.2	CSI 3: Ejecución de las Pruebas Unitarias .....	111
7.2.1	Pruebas Unitarias Automatizadas .....	111
7.3	CSI 4: Ejecución de las Pruebas de Integración .....	113
7.4	CSI 5: Ejecución de las Pruebas del Sistema .....	114
7.4.1	Pruebas de Usabilidad .....	114
7.4.2	Pruebas de Accesibilidad .....	115
7.5	CSI 6: Elaboración de los Manuales de Usuario .....	116
7.5.1	Manual de Instalación .....	116
7.5.2	Manual de Ejecución .....	116
7.5.3	Manual de Usuario .....	118
7.5.4	Manual del Programador .....	123
<b>Capítulo 8</b>	<b>Conclusiones y Ampliaciones .....</b>	<b>124</b>
8.1	Muestreo .....	125
8.2	Evaluación del alumnado .....	127
8.2.1	Primera Misión .....	128
8.2.2	Segunda Misión .....	129
8.2.3	Tercera Misión .....	130

8.2.4	Cuarta Misión .....	131
8.3	Conclusiones.....	132
8.4	Ampliaciones .....	133
<b>Apéndices</b>	.....	<b>134</b>
	Referencias Bibliográficas .....	135
	Glosario .....	138
	Plan de gestión de riesgos.....	138
	Anexos .....	139
	Contenidos.....	139

# Índice de Tablas

TABLA 1 VALORES DE DISEÑO.....	19
TABLA 2 PERFILES DE TRABAJO.....	21
TABLA 3 ORGANIZACIÓN DEL PSI.....	23
TABLA 4 REQUISITOS Y RECOMENDACIONES PC.....	25
TABLA 5 VENTAJAS MOTOR PROPIO.....	29
TABLA 6 VENTAJAS MOTOR COMERCIAL.....	30
TABLA 7 COMPARATIVA UNREAL ENGINE.....	31
TABLA 8 COMPARATIVA UNITY.....	32
TABLA 9 COMPARATIVA SOURCE2.....	33
TABLA 10 COMPARATIVA CRYENGINE.....	34
TABLA 11 LOGOTIPO GODOT.....	34
TABLA 12 COMPARATIVA GODOT.....	34
TABLA 13 RÚBRICA DIMENSIÓN BIENESTAR EMOCIONAL.....	48
TABLA 14 RÚBRICA RELACIONES INTERPERSONALES.....	48
TABLA 15 RÚBRICA BIENESTAR MATERIAL.....	49
TABLA 16 RÚBRICA DESARROLLO PERSONAL Y AUTODETERMINACIÓN.....	49
TABLA 17 RÚBRICA BIENESTAR FÍSICO.....	50
TABLA 18 EVALUACIÓN MISIÓN 1.....	51
TABLA 19 EVALUACIÓN MISIÓN 2.....	52
TABLA 20 EVALUACIÓN MISIÓN 3.....	52
TABLA 21 EVALUACIÓN MISIÓN 4.....	53
TABLA 22 RIESGOS IDENTIFICADOS.....	55
TABLA 23 RELACIÓN RIESGO E IMPACTO.....	56
TABLA 24 EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	57
TABLA 25 COSTES DE PERSONAL.....	58
TABLA 26 PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL.....	59
TABLA 27 COSTES INDIRECTOS.....	59
TABLA 28 COSTES DE LOS MEDIOS DE PRODUCCIÓN.....	60
TABLA 29 HORAS PRODUCTIVAS POR PERFIL.....	60
TABLA 30 PRECIOS POR HORA Y FACTURACIÓN.....	61
TABLA 31 RESUMEN DE LA DEFINICIÓN DE PROYECTO.....	61
TABLA 32 PARTIDA 1- INVESTIGACIÓN.....	62
TABLA 33 PARTIDA 2 - DISEÑO.....	63
TABLA 34 PARTIDA 3 - DESARROLLO.....	63
TABLA 35 PARTIDA 4 - PRUEBAS.....	64
TABLA 36 PARTIDA 5 - ANÁLISIS.....	64
TABLA 37 PARTIDA 6 - REVISIÓN.....	64
TABLA 38 RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE COSTES.....	65
TABLA 39 CASO DE USO 1 - INICIO DE LA HERRAMIENTA.....	75
TABLA 40 CASO DE USO 2 - JUGAR PARTIDA.....	76
TABLA 41 CASO DE USO 3 - PASEAR MASCOTA.....	77
TABLA 42 CASO DE USO 4 – PUZLE.....	78
TABLA 43 CASO DE USO 5 – INTERACCIÓN DE OBJETOS.....	79
TABLA 44 DESCRIPCIÓN CLASE BP_PLAYABLE_NATE.....	81
TABLA 45 DESCRIPCIÓN CLASE BP_STORYADV_GAMEMODE.....	82
TABLA 46 DESCRIPCIÓN CLASE BP_STORYADV_GAMECONTROLLER.....	82

TABLA 47 DESCRIPCIÓN CLASE DOG .....	83
TABLA 48 DESCRIPCIÓN CLASE LOCATIONPET .....	83
TABLA 49 DESCRIPCIÓN CLASE BP_EXAMPLE_INSPECT3D .....	84
TABLA 50 PRUEBAS UNITARIAS.....	102
TABLA 51 PRUEBA DE INTEGRACIÓN MOTOR .....	102
TABLA 52 PRUEBA DE INTEGRACIÓN SERVICIOS EXTERNOS .....	103
TABLA 53 CUESTIONARIO DE USABILIDAD – FUNCIONABILIDAD .....	104
TABLA 54 CUESTIONARIO DE USABILIDAD - INTERFAZ .....	104
TABLA 55 CUESTIONARIO DE USABILIDAD - RESPONSABLE DE PRUEBAS .....	105
TABLA 56 PRUEBAS DE ACCESIBILIDAD.....	106
TABLA 57 PRUEBAS DE RENDIMIENTO .....	107
TABLA 58 EJECUCIÓN PRUEBA DE INTEGRACIÓN MOTOR .....	113
TABLA 59 EJECUCIÓN PRUEBA DE INTEGRACIÓN SERVICIOS EXTERNOS .....	113
TABLA 60 CHECKLIST DE PRUEBAS DE USABILIDAD .....	114
TABLA 61 EJECUCIÓN PRUEBAS DE ACCESIBILIDAD.....	115
TABLA 62 ESTRUCTURA DEL FICHERO ANEXO ENTREGADO .....	139



# Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 LOGOTIPO ADANSI .....	24
ILUSTRACIÓN 2 ESPACIO FÍSICO DE PRUEBAS .....	24
ILUSTRACIÓN 3 EJEMPLO PICTOGRAMA ARASAAC .....	26
ILUSTRACIÓN 4 LOGOTIPO UNITY.....	32
ILUSTRACIÓN 5 LOGOTIPO SOURCE2 .....	33
ILUSTRACIÓN 6 LOGOTIPO CRYENGINE .....	33
ILUSTRACIÓN 7 LOGOTIPO UNREAL ENGINE .....	35
ILUSTRACIÓN 8 ORGANIGRAMA.....	39
ILUSTRACIÓN 9 PBS.....	40
ILUSTRACIÓN 10 WBS INVESTIGACIÓN.....	41
ILUSTRACIÓN 11 WBS DISEÑO.....	42
ILUSTRACIÓN 12 WBS DESARROLLO .....	43
ILUSTRACIÓN 13 WBS PRUEBAS .....	44
ILUSTRACIÓN 14 WBS ANÁLISIS.....	44
ILUSTRACIÓN 15 WBS REVISIÓN .....	45
ILUSTRACIÓN 16. CRONOGRAMA WBS 1.....	46
ILUSTRACIÓN 17 CRONOGRAMA WBS 2.....	46
ILUSTRACIÓN 18 CASO DE USO - ADMINISTRADOR .....	71
ILUSTRACIÓN 19 CASO DE USO - ALUMNO .....	72
ILUSTRACIÓN 20 CASO DE USO - TERAPEUTA .....	72
ILUSTRACIÓN 21 CASO DE USO - DIAGRAMA GENERAL .....	73
ILUSTRACIÓN 22 DIAGRAMA DE CLASES .....	80
ILUSTRACIÓN 23 INTERFAZ – PANTALLA DE INICIO .....	85
ILUSTRACIÓN 24 INTERFAZ - PANTALLA DE CARGA.....	86
ILUSTRACIÓN 25 INTERFAZ – MENÚ.....	87
ILUSTRACIÓN 26 INTERFAZ - CONFIRMACIÓN.....	87
ILUSTRACIÓN 27 INTERFAZ - CUENTA ATRÁS Y ALERTA .....	88
ILUSTRACIÓN 28 INTERFAZ - PUZLE .....	88
ILUSTRACIÓN 29 INTERFAZ - PRODUCTO.....	89
ILUSTRACIÓN 30 INTERFAZ – INVENTARIO .....	90
ILUSTRACIÓN 31 DIAGRAMA DE NAVEGABILIDAD .....	90
ILUSTRACIÓN 32 LOGOTIPO METAHUMAN.....	92
ILUSTRACIÓN 33 LOGOTIPO QUIXEL BRIDGE.....	92
ILUSTRACIÓN 34 DIAGRAMA DE ESTADOS .....	96
ILUSTRACIÓN 35 DIAGRAMA GLOBAL DE CLASES.....	97
ILUSTRACIÓN 36 DIAGRAMA DE CLASES - PAQUETE CHARACTERS.....	98
ILUSTRACIÓN 37 DIAGRAMA DE CLASES - PAQUETE METAHUMANS .....	98
ILUSTRACIÓN 38 DIAGRAMA DE CLASES - PAQUETE USERINTERFACE .....	99
ILUSTRACIÓN 39 DIAGRAMA DE CLASES BP_STORYADV_GAMEMODE .....	99
ILUSTRACIÓN 40 DIAGRAMA DE PAQUETES.....	100
ILUSTRACIÓN 41 ARCHIVO DE JUEGO.....	116
ILUSTRACIÓN 42 EJECUCIÓN DE PROYECTO EN EL EDITOR .....	117
ILUSTRACIÓN 43 ESCALABILIDAD EN UNREAL ENGINE.....	117
ILUSTRACIÓN 44 GAMEPAD.....	118
ILUSTRACIÓN 45 SECUENCIA .....	119
ILUSTRACIÓN 46 PUZLE.....	119

ILUSTRACIÓN 47 INTERACCIÓN CON PERSONAJES .....	120
ILUSTRACIÓN 48 MASCOTA .....	120
ILUSTRACIÓN 49 FLECHA DE SEGUIMIENTO .....	121
ILUSTRACIÓN 50 RECORRIDO MISIÓN 1 .....	121
ILUSTRACIÓN 51 MATRIZ RAVEN .....	122
ILUSTRACIÓN 52 INTERACCIÓN CON OBJETOS .....	122

## Índice de gráficas

GRÁFICA 1 DISTRIBUCIÓN POR EDAD .....	125
GRÁFICA 2 DISTRIBUCIÓN POR NIVEL DE AUTISMO .....	125
GRÁFICA 3 DISTRIBUCIÓN POR SEXO .....	126
GRÁFICA 4 DISTRIBUCIÓN POR EDAD Y NIVEL DE AUTISMO .....	126
GRÁFICA 5 DISTRIBUCIÓN TEA 1 - 1ª MISIÓN .....	128
GRÁFICA 6 DISTRIBUCIÓN TEA 2 - 1ª MISIÓN .....	128
GRÁFICA 7 DISTRIBUCIÓN TEA 1 - 2ª MISIÓN .....	129
GRÁFICA 8 DISTRIBUCIÓN TEA 2 - 2ª MISIÓN .....	129
GRÁFICA 9 DISTRIBUCIÓN TEA 1 - 3ª MISIÓN .....	130
GRÁFICA 10 DISTRIBUCIÓN TEA 2 - 3ª MISIÓN .....	130
GRÁFICA 11 DISTRIBUCIÓN TEA 1 - 4ª MISIÓN .....	131
GRÁFICA 12 DISTRIBUCIÓN TEA 2 - 4ª MISIÓN .....	131

# Capítulo 1 ¿QUÉ ES ESTE TRABAJO?

## 1.1 RESUMEN

---

El siguiente trabajo de investigación busca demostrar la efectividad de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) empleadas como herramienta de aprendizaje colaborativo en las terapias para niños y jóvenes con Trastorno del Espectro Autista (TEA), a través del diseño de un videojuego de carácter tanto didáctico como lúdico.

El objetivo principal de este estudio se trata de desarrollar y mejorar ciertas habilidades sociales en personas con autismo; estas son algunas de ellas: la capacidad de comunicación, interacción, imitación, aprendizaje social o la lectura de emociones.

Las personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) poseen una mayor dificultad para la interacción con otras personas, en gran parte por el uso de señales lingüísticas complejas. Debido a las características visuales del videojuego y a la posibilidad de repetir acciones de forma sencilla hacen que este método de enseñanza resulte más atractivo, ya que aporta un carácter de ocio, siendo el uso de éste de mayor entretenimiento; pero que a su vez fomente las capacidades mencionadas anteriormente.

## 1.2 PALABRAS CLAVE

---

Videojuego didáctico, Trastorno del Espectro Autista (TEA), gamificación, entorno virtual, habilidades sociales.



## 1.3 ABSTRACT

---

The following research project tries to demonstrate the effectiveness of the information and communication technology (ICT) used as a complementary learning tool for kids and teenagers with Autism Spectrum Disorder (ASD) in therapies, by designing educational and recreational video game.

The main objective of this study is to develop and improve certain social skills in people with autism, these are some: communication, interaction, imitation, social learning and emotional learning.

People with autism have much more difficulty interacting with other people, due to the complex linguistic signals we use. Due to the visual characteristics of a video game and the possibility of repeating actions in a simple way, it makes this teaching method more attractive, providing leisure since its use is more entertaining, but nonetheless promoting the skills and capacities mentioned above.

## 1.4 KEYWORDS

---

Didactic videogame, Autism Spectrum Disorder (ASD), gamification, virtual environment, social skills.



# Capítulo 2 PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

**FASE DE PLANIFICACIÓN**

**PSI**



## 2.1 PSI 1: INICIO DEL PLAN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

---

### 2.1.1 PSI 1.1: Análisis de la Necesidad del PSI

El autismo es una condición del comportamiento de disfunción neurológica, relacionado con los trastornos generalizados del desarrollo, el cual ralentiza y dificulta el desarrollo de comunicación y habilidades sociales en las personas que padecen este trastorno. Se denomina del espectro autista debido a la variedad de síntomas que presenta y su nivel de afectación.

Según el estudio “Autismo: qué es, síntomas, diagnóstico y tratamiento” [3] de la Clínica Universidad de Navarra, el síntoma más común que presentan es la dificultad para comunicarse, ya sea lenguaje verbal o no verbal y la falta de habilidades sociales, como interpretar emociones, comprender la ironía o el contacto visual. Por otra parte, pueden poseer sensibilidad sensorial a estímulos externos como sonidos fuertes o luces muy brillantes. A su vez, presentan patrones repetitivos en su conducta o movimientos estereotipados.

El proyecto ofrece una solución para ayudar en el problema social de la integración de personas con autismo y así poder mejorar su calidad de vida, a través de una herramienta interactiva y accesible a un público que presenta dichos síntomas. Proporcionando una posible alternativa complementaria a los ejercicios y prácticas desarrolladas en las terapias de pacientes con autismo, aportando una herramienta única, efectiva, accesible y adaptada a las necesidades de los usuarios partícipes en este tipo de intervenciones, promoviendo la inclusión en el entorno diario.

El videojuego deberá ser empleado por pacientes, de diversas edades y distinto nivel de habilidades sociales, durante las sesiones terapéuticas. A su vez, su uso deberá estar coordinado por el personal profesional en aquellos centros u organizaciones que se emplee, ya sea por parte de un familiar, tutor o profesor especializado en el trastorno del espectro autista (TEA).

Para las personas con autismo, en especial niños, este tipo de enseñanza a través de videojuegos puede tratarse de una fuente de motivación, debido a su particular dinámica de procesar información de una manera más lúdica. No obstante, para poder fomentar la mejora y desarrollo de capacidades sociales de forma positiva, la temática de éste debe ser plenamente educativa.

Se estudiará la posible efectividad de esta herramienta, basada en la gamificación a través de tecnologías TIC, realizando un conjunto pruebas con distintos pacientes. Para poder realizar las pruebas es necesario ponerse en contacto con una organización, cuyos tutores aporten ideas sobre las cualidades básicas que se deben cubrir. Posteriormente, tras presentar antes un prototipo del proyecto, se realizarán las pruebas con una variedad de alumnos de distintas edades y niveles de autismo dentro del espectro. En estas pruebas se recogerán una serie de datos los cuales serán analizados para así poder concluir el estudio de los posibles beneficios.

## 2.1.2 PSI 1.2: Identificación del Alcance del PSI

Actualmente, hay una línea de investigación sobre si los videojuegos realmente proporcionan algún tipo de beneficio para los niños con autismo, como es el estudio “Video Games for the Treatment of Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review” [4] por el Instituto de Investigación Sanitaria Fundación Jiménez Díaz en Madrid. Los juegos pueden presentar un interés común entre varias personas, pudiendo beneficiar en el proceso de comunicación entre ellos. Por esta razón, se podría disponer de una herramienta colaborativa con las prácticas realizadas en la terapia, la cual ayude a reforzar un conjunto de habilidades.

Debido a la falta de evidencia sobre los beneficios que pueda llegar a tener en los jóvenes, se debe emplear con moderación o bajo control, ya que pueden desarrollar cierta adicción en ellos debido a la tendencia del aislamiento propia de este trastorno, como detalla el artículo “Videojuegos y salud mental: de la adicción a la rehabilitación” [5] por Ana Isabel Ledo Rubio y otros autores.

Estudios previos por Renae Beaumont en su artículo “Randomized Controlled Trial of a Video Gaming-Based Social Skills Program for Children on the Autism Spectrum” [6], demuestran que esta clase de herramienta puede ser usada de manera efectiva en aquellos casos en los que no se disponga de acceso a terapias presenciales, un claro ejemplo de esto sería durante la pandemia de COVID-19 en la que por culpa de la cuarentena no se podían llevar a cabo estas terapias.

A través del videojuego, se busca valorar el grado de motivación en las interacciones con otras personas, comprobar que dichas interacciones sean correctas tanto en un contexto virtual como fuera de él, también se valorará el grado de interés del usuario, el cumplimiento de normas y la evaluación de sus actitudes mientras usa la herramienta.

Estos son los objetivos estratégicos que determinarán si el proyecto es un éxito:

### 1. **Desarrollar un videojuego didáctico para niños:**

Crear una herramienta educativa e interactiva adicional que pueda emplearse en las terapias, cuyos contenidos sean de carácter pedagógico y educacional, adaptándose a las necesidades de los alumnos y al mismo tiempo emplee elementos recreativos y lúdicos para captar la atención de un alumnado infantil o joven.

### 2. **Potenciar el desarrollo cognitivo a través de la gamificación:**

Promover habilidades como por ejemplo la atención, imitación o la abstracción mediante mecánicas en un juego.

### 3. **Promover la interacción social o la resolución de conflictos:**

Implementar técnicas complementarias que inciten a la comunicación, de esta manera poder fomentar habilidades sociales y la comprensión de emociones.

### 4. **Proporcionar una herramienta adicional, que se complemente con las actividades que se realizan en sus intervenciones:**

Presentar un nuevo tipo de recurso innovador, que se use de manera complementaria a los ejercicios educativos realizados en las terapias con personas con autismo, ayudando a reforzar sus habilidades cognitivas.



## 5. Determinar si los videojuegos pueden resultar útiles en las terapias:

Evaluar la eficacia que dicha herramienta pueda aportar, resultando en una posible integración futura de esta clase de tecnologías en ambientes pedagógicos.

### 2.1.3 PSI 1.3: Determinación de Responsables

- El autor del proyecto se encarga de diseñar y desarrollar el videojuego, una vez esté desarrollado, realizará el correspondiente análisis y estudio con las pruebas de aceptación previamente realizadas.
- El tutor académico se encargará de supervisar todas las fases del proyecto.
- Los profesionales en las terapias de apoyo validarán la eficacia que puede tener esta herramienta de apoyo en sus talleres.
- Un conjunto de pacientes, dentro del espectro autista, serán partícipes en las pruebas del proyecto, para poder realizar su posterior estudio.

## 2.2 PSI 2: DEFINICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PSI

---

### 2.2.1 PSI 2.1: Especificación del Ámbito y Alcance

El flujo de trabajo del proyecto se divide en varias fases, las cuales se pueden repetir de forma cíclica. A través de este proceso iterativo, tras finalizar cada fase se puede obtener retroalimentación para poder ofrecer la mejor experiencia posible al usuario, corregir fallos o refinar conceptos. Este ciclo se realiza a lo largo del desarrollo del proyecto hasta su fin.

Estas son las fases del proyecto:

#### Fase 1: Investigación

1. Estudio sobre el autismo y selección de habilidades a mejorar: antes de empezar a desarrollar el juego, se debe realizar un estudio previo sobre las cualidades características y más comunes en personas con este trastorno. Para ello, se investiga online y se idea una serie de cualidades u habilidades sociales, las cuales queremos que se pongan en práctica durante las terapias.
2. Orientación con una organización: a la par, se debería de poner en contacto con alguna asociación que proporcione dichas terapias. Su grupo de profesionales, expertos en la materia, podrían orientar el tipo de prácticas que podría ayudar a adquirir y mejorar dichas habilidades sociales.
3. Desarrollo y validación de la métrica de evaluación: para poder comprobar la eficacia que tiene esta herramienta de software en las intervenciones, se debe de establecer un modelo previo de evaluación. En él se analizarán una serie de características las cuales están

relacionadas con la conducta y comportamiento de los sujetos, mientras emplean la herramienta desarrollada en este proyecto.

## Fase 2: Diseño

1. **Conceptualización:** se trata de establecer unos principios o ideas iniciales, sobre las que se irán desarrollando y puliendo nuevos conceptos, para ello se aplica brainstorming. En ella se determina el público al que va dirigido, la temática y los objetivos del juego, estableciendo los principios base del proyecto. De esta manera, se obtiene una visión general de cómo funcionará la herramienta, cuya motivación es la abstracción del mundo presentando tareas cotidianas en nuestras vidas.

A partir de la motivación, se puede detallar los valores del diseño.

Valores de diseño	Descripción
Experiencia	El jugador debe complementar una serie de niveles estructurados en 4 misiones y aumentando la dificultad, proporcionando una experiencia inmersiva que promueva el desarrollo de habilidades sociales.
Tema	Presenta escenarios cotidianos en la vida de un alumno joven, reflejando entornos sociales como el hogar o la escuela.
Punto de vista	Tercera persona controlando un personaje.
Desafío	Fomentar el desarrollo de habilidades sociales y comunicación.
Toma de decisiones	El alumno debe completar las misiones asignadas ya sea completando un recorrido o elegir entre varias opciones.
Habilidad, estrategia, oportunidad e incertidumbre	Se refuerza la memoria, atención e inteligencia, el jugador debe ser capaz de completar las misiones y sus puzzles.
Context	Persona joven con dificultades para el desarrollo de la comunicación, que le ayudará a incorporar y mejorar sus capacidades sociales.
Emoción	El jugador debe reconocer distintas emociones como la felicidad o tristeza, con las que el mismo se pueda sentirse identificado.

Tabla 1 Valores de diseño

2. **Establecer y supervisar la propuesta inicial de diseño:** tras el proceso de investigación en la fase anterior y la conceptualización, se realiza un prototipo en papel del diseño inicial, el cuál es supervisado por el tutor del proyecto. Simplemente se trata de un boceto con relación a cómo se estructura el proyecto en niveles y las mecánicas que se implementarán en la fase de desarrollo.

En esta propuesta preliminar se idean varias tareas a realizar dentro del juego, acorde al conjunto de habilidades a fomentar obtenidas en la fase de investigación.

Se establecen las habilidades a fomentar:

### a. Atención:

Muestran dificultad para mantener una atención sostenida e incluso selectiva, si no es de interés para el sujeto.



**b. Lectura de emociones:**

Ya sea la comprensión lenguaje corporal, tono, ironía o expresiones faciales, esto dificulta la capacidad de estas personas para responder a determinadas situaciones al interactuar con otras personas.

**c. Resolución de conflictos:**

Debido a la tendencia de aislamiento que presentan, se trata de manejar las emociones y acciones cuando se presenta un problema, evitando el enfado o la confrontación. Reforzando un comportamiento positivo y la comunicación ante situaciones adversas.

**d. Inteligencia:**

Pese a la gran variabilidad de casos ya que algunos pueden presentar un rango superior, aquellas personas de alto funcionamiento; se busca emplear el uso de razonamiento para resolver problemas.

**e. Abstracción:**

Se debe a la dificultad de comprender conceptos ambiguos, tiene a un pensamiento más literal.

**f. Imitación:**

Muchas conductas se adquieren desde pequeños a través de la observación y la imitación, siendo esta crucial para replicar comportamientos positivos, empleando técnicas de imitación de acciones sencillas.

**g. Comunicación:**

Presentan dificultad tanto en la comunicación verbal como no verbal, limitando sus habilidades sociales, para ello se emplean sistemas alternativos de comunicación como los pictogramas.

3. Creación de pictogramas: como medio de comunicación con los alumnos.
4. Presentar un diseño preliminar a la asociación: para poder garantizar que el diseño de la herramienta y sus mecánicas sean adecuadas para el aprendizaje del alumnado. Para ello, se muestra cómo se integrarán las habilidades mencionadas previamente en el videojuego, a través de las múltiples misiones y mecánicas. De esta manera, se podrán obtener sugerencias de posibles cambios, para poder refinar los conceptos ideados hasta este punto, como se menciona anteriormente, se trata de un proceso cíclico hasta alcanzar el objetivo deseado.
5. Mejora de diseño: con la retroalimentación obtenida se realizarán los cambios correspondientes en el diseño.

**Fase 3: Desarrollo**

1. Decidir qué tecnología emplear: ya sea utilizar un motor gráfico comercial o crear un motor propio para desarrollar el proyecto.
2. Decidir si se emplea una plantilla: una vez diseñada y supervisada por los terapeutas la idea principal y diseño preliminar del proyecto y cómo se organizará éste; se debe haber seleccionado la tecnología más adecuada para desarrollar el proyecto. Una vez hecho, se

determina si se requiere un framework para facilitar el desarrollo de la herramienta. Para ello se debe hacer una comparativa de varias plantillas disponibles.

3. Desarrollo de funcionalidades: se implementarán las distintas misiones acordes al diseño definido previamente. Su implementación está sujeta a posibles cambios en su diseño si así se requiere.

Cabe destacar que en este estudio simplemente se realiza un prototipo, ya que, para poder realizar un juego como producto final para poner en funcionamiento, se necesita un equipo mayor con distintos roles como muestra la tabla, estos son los más destacables:

Roles	Descripción
Productor	Gestiona el proyecto debido al gran conocimiento del sector y administra recursos como el presupuesto y coordina los equipos presentes.
Diseñador de videojuegos	Conceptualiza la estructura principal del videojuego y determina los objetivos, estableciendo la narrativa, mecánicas, niveles, ritmo, etc. Este rol es encargado de realizar y actualizar el Game Design Documentation (GDD) y está presente en las múltiples iteraciones del proyecto.
Director de arte	Proporciona los conceptos visuales que formarán parte del juego y dirige el diseño de personajes, decorado e iluminación
Implementación del arte	Genera los modelos 3D de los escenarios, personajes y el resto de objetos presentes en los niveles, basándose en los conceptos artísticos del diseñador artístico. Adaptándolos a las necesidades del juego como las animaciones, modelos y materiales, rigging...
Diseño narrativo	Formado por un departamento que escribe el guion, crea las escenas de vídeo, diálogos...
Diseñador de niveles	Crea los mapas y niveles que forma parte del juego con los modelos 3D que se han generado
Diseñador de interfaces de usuario	Diseña las interfaces de usuario (UI) como por ejemplo los menús, asegurando que sean lo suficientemente intuitivos, accesibles y fáciles de comprender.
Diseño de sonido	Este departamento crea la música y los efectos de sonido necesarios para los distintos eventos.
Desarrollador / Programador	Desarrolla la lógica y las mecánicas del juego como las entradas de usuario, a su vez, integrando las interfaces de usuario, el sonido y animaciones.
Tester	Realiza pruebas asegurando que funciona de manera correcta sin provocar errores y asegurando al cliente una experiencia positiva con el producto final.

Tabla 2 Perfiles de trabajo



#### **Fase 4: Pruebas**

Podemos diferenciar varios tipos de testers: para empezar los internos que llevan a cabo el proyecto u otros desarrolladores, por otra parte, se necesita un público objetivo el cual no haya probado la herramienta anteriormente, estos pueden ser a su vez familiares, amigos o jugadores experimentados.

1. Pruebas de usabilidad: el tester interno comprueba el correcto funcionamiento de la herramienta para corregir errores y realizar mejoras.
2. Pruebas con alumnado TEA: se deben realizar en las primeras iteraciones del proyecto y después, una vez se haya completado, los pacientes voluntarios probarán la herramienta durante la terapia en la organización. Estas pruebas siempre estarán supervisadas por el educador profesional del centro y el autor del proyecto. A través de ellas, se recolecta información acerca de su comportamiento e interacción, tanto con el propio juego desarrollado como con las personas presentes en la intervención con esta herramienta, a través de la métrica de evaluación definida en la primera fase.

#### **Fase 5: Análisis**

Es importante destacar, que esta fase pese a ser la quinta, la documentación del proyecto se debe hacer progresivamente según se avanza. Como se mencionó anteriormente, el flujo de trabajo es un proceso cíclico y esta fase de documentación debe de estar actualizándose según vaya progresando.

1. Memoria: en ella se documenta todos los procesos que se han realizado para llevar a cabo el proyecto. Esto incluye el análisis de datos, tras las múltiples pruebas realizadas en la fase anterior con distintos sujetos, con las que se analizan los datos recogidos, lo cual conlleva a su estudio y una conclusión. Para realizar el análisis con mayor certeza, ha de asegurarse que las fases anteriores cumplen con sus objetivos previamente.

#### **Fase 6: Revisión**

1. Comprobación de la memoria: la documentación se revisa junto con el tutor académico en búsqueda de posibles errores o mejoras.
2. Realizar presentación: la cual se expone ante el tribunal.

Dependiendo de otros factores como el alcance y los objetivos esperados del juego, influyen en gran parte el tiempo empleado para llevarlo a cabo. Por lo que un mayor número de desarrolladores, artistas, diseñadores o técnicos se sonido entre otros serán necesarios, en el caso de excederse en alguno de los factores nombrados, esto siempre depende de las necesidades y recursos del proyecto.

Es conveniente destacar, que puede tratarse más de un prototipo a extender, debido a la cantidad de habilidades a poder desarrollar y el uso de diferentes mecánicas a implementar. Una vez más, se ve limitado por los objetivos que ciertas terapias particulares busquen.

## 2.2.2 PSI 2.2: Organización del PSI

Esta tabla describe la organización y perfiles necesarios para llevar a cabo el proyecto, ya que se requiere la colaboración de una organización experta en conocimientos sobre el Trastorno del Espectro Autista. A su vez, para comprobar el funcionamiento de la herramienta y realizar el estudio, se necesitan niños o jóvenes voluntarios con autismo que estén presentes en las terapias.

Estos son los perfiles necesarios y su función principal:

Usuario	Perfil	Función
<b>Equipo de desarrollo</b>		
Autor del proyecto	Informático	Diseñar y desarrollar la herramienta complementaria, realizar las pruebas con niños, recoger los datos necesarios y analizarlos para llevar a cabo el estudio.
<b>Equipo de supervisión</b>		
Tutor del proyecto	Informático	Supervisión de las múltiples fases del proyecto.
Terapeutas	Maestros, psicólogos...	Guiar y supervisar el diseño.
<b>Equipo de pruebas</b>		
Pacientes	Alumnos voluntarios de primaria o secundaria.	Realizar pruebas con la herramienta desarrollada.

Tabla 3 Organización del PSI

### 2.2.2.1 Entidad colaboradora

Para este proyecto, uno de los mayores inconvenientes es la falta de conocimiento disciplinario que se emplea en estas terapias. Por esta razón, se ha dispuesto de un equipo de educadores especiales, psicólogos, pedagogos o terapeutas, los cuales han supervisado el proyecto para que fuese adecuado para las necesidades de los niños con TEA. A su vez, sirven como apoyo para establecer las distintas acciones y sus objetivos a la hora del diseño y la implementación del proyecto.

La asociación familiar sin ánimo de lucro ADANSI (Asociación de Familiares y Personas con Autismo), declarada de utilidad pública, promueve la inclusión y el desarrollo personal de personas con autismo en el Principado de Asturias. Esta organización dispone de centros en Oviedo, Gijón y Avilés y tratan con más de 500 personas de todo tipo de edades y con distinto nivel de afectación, incluyendo aquellos con alto funcionamiento o personas con síndrome de Asperger, no solo está especializada en niños y jóvenes, también en adultos.



Ilustración 1 Logotipo ADANSI

Desde que se fundó en 1991, busca ayudar y mejorar el bienestar de las personas que forman parte de este colectivo mediante actividades educativas y terapéuticas, acorde con las diferencias individuales que presenta cada persona. Ofrecen servicios de evaluación y diagnóstico, centros de integración, servicios de orientación laboral, logopeda, talleres de habilidades sociales y asesoramiento para las familias.

En relación con los espacios físicos, se emplearán las aulas de las organizaciones terapéuticas a las que acuden los niños semanalmente. La siguiente imagen muestra la asociación ADANSI en Oviedo, donde se han realizado gran parte de las pruebas con los alumnos.



Ilustración 2 Espacio físico de pruebas

### 2.2.2.2 Material

El material que será empleado para poder llevar a cabo el proyecto se trata de un ordenador portátil, que sirva tanto para llevar a término el diseño y el desarrollo de la herramienta, como para la realización de pruebas junto con los terapeutas en las terapias con niños autistas; permitiendo ejecutar la herramienta, pudiendo llevar a cabo su posterior estudio.

Es destacable mencionar que el equipo utilizado para el desarrollo del juego y las pruebas posee limitaciones técnicas, las cuales afectan al aspecto gráfico. Para mejorar el rendimiento de la herramienta, se debe configurar los gráficos a una baja resolución.

La siguiente tabla muestra los requisitos mínimos del ordenador portátil en Windows y las recomendaciones para obtener un buen rendimiento:

Mínimo	Recomendación
<b>Procesador CPU</b>	
Quad-core Intel, AMD de 2.5 GHz... Para proyectos inferiores ofreciendo una resolución moderada.	Intel Core i9 de 12ª generación Permite ejecutar otros programas en paralelo, ofrece una resolución más avanzada y manejar proyectos más grandes.
<b>Memoria RAM</b>	
16 GB. Aunque no puede manejar proyectos muy grandes o emplear muchos programas en paralelo.	64 GB. Más eficiente para proyectos de gran tamaño, que presentan una mayor resolución de gráficos y maneja un mayor número de assets.
<b>Tarjeta gráfica (GPU)</b>	
DirectX 11, NVIDIA GeForce GTX 3060 o compatibles con los últimos drivers, estas ofrecen un rendimiento moderado y renderizado en tiempo real.	NVIDIA GeForce RTX 4090 permite trabajar con assets de alta gama como Quixel Megascans sin afectar negativamente al rendimiento.
<b>Sistema operativo</b>	
Windows 10 (64-bit)	Windows 11 Pro (64-bit)
<b>Almacenamiento interno</b>	
100 GB libres.	1 TB libre para la gestión de un mayor número de datos como modelados o texturas y otros proyectos.
<b>Fuente de alimentación (PSU)</b>	
1000 W	Superior a 1000 W.
<b>Monitor</b>	
1920 x 1080	Pantalla 4K

Tabla 4 Requisitos y recomendaciones PC

## 2.3 PSI 3: ESTUDIO DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE

### 2.3.1 PSI 3.1: Selección y Análisis de Antecedentes

Las personas dentro del espectro autista poseen unas capacidades y necesidades distintas entre ellos, debido a que se trata de una condición no lineal, en la que podemos diferenciar tres tipos de niveles. Por esta razón, la enseñanza de habilidades debe estar alineada a las capacidades de cada uno. Debido a ello se debe realizar un estudio previo, para poder determinar aquellas habilidades más adecuadas y generales a desarrollar, y así poder abarcar el mayor número de pacientes posible.

Para obtener esta información de cara a la elaboración del catálogo de requisitos, aparte de llevar a cabo una investigación de forma autónoma; ha de realizarse una serie de entrevistas con educadores profesionales partícipes en las terapias para niños dentro del espectro autista, quiénes pueden facilitar la selección de competencias a desarrollar. En la entrevista se presenta un prototipo en papel del diseño general de la herramienta, indicando las habilidades que se quieren fomentar en el alumnado y las mecánicas de juego que se implementarán para llevarlo a cabo. Estas reuniones sirven como un proceso cíclico de mejora, buscando satisfacer las necesidades del alumnado. Por otro lado, servirán de apoyo en el procedimiento de futuras pruebas para comprobar la efectividad del juego.

Para mejorar de forma significativa la efectividad de la herramienta se emplea el uso de pictogramas ARASAAC (Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa), los cuales se emplean para anticipar rutinas y la orientación. Como indica el artículo “Uso de estrategias visuales en el proceso enseñanza de los niños que presenta TEA” [7] por Ninahuanca Arone, estos elementos visuales sirven como un sistema adicional de comunicación estimulando su lenguaje y aprendizaje, concluyendo que esta clase de estrategia promueve y facilita la comunicación de forma significativa en su enseñanza.

Esta imagen muestra unos pictogramas sencillos con los que trabajan las personas con autismo:

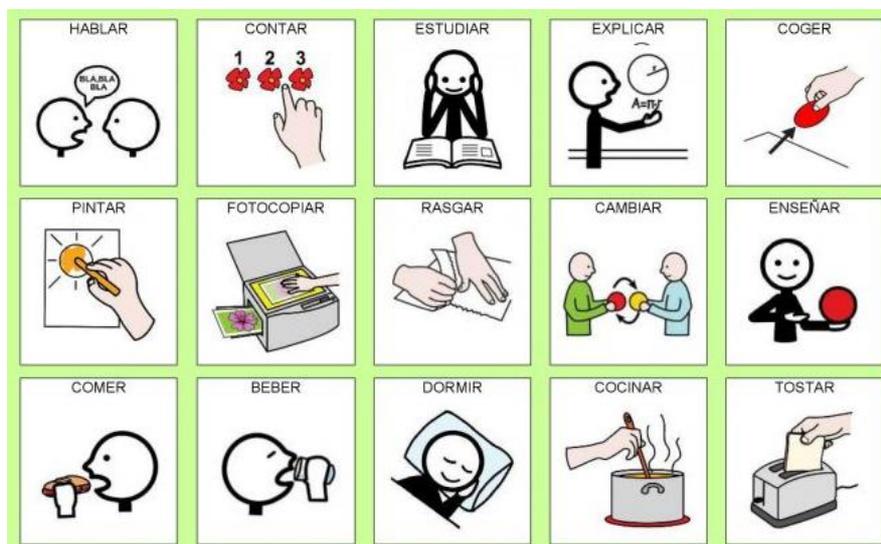


Ilustración 3 Ejemplo pictograma ARASAAC



Al igual que el artículo anterior, el estudio “El uso del pictograma en el proceso de enseñanza-aprendizaje del niño con autismo” de Orlando Cáceres Acosta [8], afirma que los pictogramas pueden usarse como instrumento psicoeducativo y proporcionan respuestas más favorables por parte de los niños, en su proceso de enseñanza.

Como comenta la Dra. Fernández Díaz en su artículo “Desarrollo de historias sociales digitales para niños con trastorno del espectro del autismo” [9] es importante la incorporación de historias sociales, las cuales describen situaciones sociales sencillas que faciliten su entendimiento, como puede ser las tareas del hogar, realizar la compra o hacer ejercicios en clase. Estas historias ayudan a los pacientes a entender cómo interactuar o responder a ciertas conductas de forma correcta. Están basadas en el uso de audio e imágenes, modelando escenarios con otros personajes y a través de ellas se obtiene una mayor comprensión por parte de los niños.

# Capítulo 3 PSI 4: DEFINICIÓN DE LA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA

**FASE DE PLANIFICACIÓN**

**PSI**

## 3.1 PSI 4.1: IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

A continuación, se nombran los requisitos tecnológicos esenciales del software:

- Diseño de niveles: para poder crear múltiples misiones y mapas.
- Sistema de lógica: necesario para la implementación de funcionalidades.
- Motor de renderizado: para mostrar los gráficos, a su vez, debe soportar efectos dinámicos de iluminación a través de materiales y “shaders”. Para así obtener gráficos realistas y llamativos, que genere una inmersión del alumnado en un entorno similar a su mundo.
- Motor de animaciones y físicas: para animar los movimientos de los personajes u objetos.
- Integración de audio
- Interfaz de Usuario (UI): para el uso de widgets como botones, barras indicativas, gráficos ...
- Persistencia de datos: gestionan datos del juego como la configuración de niveles entre otros.

Para incluir todos estos componentes mencionados, se emplea un motor de videojuego, un framework que facilita la programación del software, el cual nos permita realizar el diseño y desarrollo de la herramienta. El uso de un motor gráfico conlleva la representación gráfica de la herramienta a través del renderizado y su simulación, proporcionando así la infraestructura principal del proyecto. Para desarrollar la herramienta, se valora si es más conveniente crear un motor propio o utilizar uno comercial.

La siguiente tabla muestra los beneficios y desventajas de crear un motor gráfico:

Motor propio	
Beneficios	Desventajas
Por lo general no hay problemas con licencias (dependiendo del uso de bibliotecas).	La creación de cero requiere mucho tiempo, ya que conlleva desarrollar los sistemas de físicas, iluminación, renderizado y muchos otros.
Permite la innovación frente otros motores.	La implementación de desarrollar dichos sistemas requiere de conocimientos avanzados en un ámbito amplio de la informática.
Permite mejorar el rendimiento.	Mantenimiento y actualización costosa para adaptarlo a otro sistema operativo o hardware.
	La calidad se puede ver afectada debido a la inversión de dinero y tiempo que supone.
	Problemas de portabilidad para distintas plataformas, requiere mayor esfuerzo.
	Falta de soporte o comunidad dependiendo de la biblioteca.

Tabla 5 Ventajas motor propio

Esta tabla presenta los pros y contras de usar un motor gráfico comercial:

<b>Motor comercial</b>	
<b>Beneficios</b>	<b>Desventajas</b>
Plataforma que ofrece muchas herramientas preexistentes a disposición, como puede ser renderizado, sistemas de físicas o animación...	Requieren mucho espacio libre de almacenamiento, pudiendo influir en el tamaño de los proyectos.
No conlleva tiempo de desarrollo crear el motor, pero sí el juego.	Rendimiento superior innecesario para proyectos pequeños y simples.
Ofrecen licencias gratuitas dependiendo del motor.	Dependencias de soporte, si se deja de actualizar el motor.
Portabilidad automática con otras plataformas como PS5 o Xbox.	
Soporte y comunidad.	
Ofrecen tiendas para plugin y otros recursos	

*Tabla 6 Ventajas motor comercial*

Se puede concluir que crear un motor propio puede beneficiar si se requiere un funcionamiento muy específico que otros motores no ofrezcan. Sin embargo, para este proyecto educativo, frente a las limitaciones temporales, ya que llevaría demasiado tiempo implementar un nuevo motor y otras limitaciones como la limitación de recursos; emplear un motor gráfico comercial es más efectivo y ahorra en costos. Además, la falta de personal para desarrollar la herramienta, como por ejemplo modeladores 3D o la falta de disposición de un artista, requiere emplear assets soportados por un motor comercial, mientras que un motor propio dificultaría dicha tarea.

## 3.2 ESTUDIO Y VALORACIÓN DE LA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA Y POSIBLES ALTERNATIVAS

En el apartado anterior se ha indicado que, para llevar a cabo el proyecto, lo más recomendable es usar un motor gráfico comercial. A continuación, se realiza una comparativa con posibles alternativas y así seleccionar la opción más conveniente.

### 3.2.1 Unreal Engine 5

Unreal Engine está dedicado a la creación de juegos AAA, aquellos producidos por un editor importante. Debido a la gran dimensión y escala de la herramienta, se necesita que el motor gráfico pueda soportar dicho tipo de proyecto, proporcionando un alto rendimiento por parte del hardware. Siendo Unreal el motor más indicado para desarrollar el proyecto.

Esta tabla muestra una comparativa para determinar si es eficaz para desarrollar el proyecto:

Unreal Engine	
Beneficios	Desventajas
Proporciona iluminación y gráficos de alta definición, más avanzados y realistas, muy importante para las personas con TEA ya que el realismo en la herramienta es esencial para su comprensión.	El tamaño del motor es elevado y requiere de almacenamiento libre para el proyecto, ya que exige muchos recursos.
Integración con MetaHuman para crear los personajes que se manejan en la herramienta.	Curva de aprendizaje alta.
Alto rendimiento para grandes proyectos.	Se debe pagar 5% en royalties para juegos que generen más de 1 millón de dólares.
Centrado en PC y otras consolas o plataformas.	
Apoya Inteligencia Artificial (IA) para el control de personajes.	
La XR, también denominada Cross Reality emplea la inmersión de gráficos en un entorno virtual, esencial para proporcionar gráficos realistas.	
Compatibilidad con 25 plataformas, por si necesita trasladar la herramienta a otro sistema.	
Licencia gratuita para desarrollar la herramienta.	

Tabla 7 Comparativa Unreal Engine

### 3.2.2 Unity

Unity es un motor gráfico multiplataforma de código cerrado desarrollado en C# y C++, fue creado en 2005 y es comúnmente empleado en el desarrollo de juegos para dispositivos móviles. Este software es útil para el desarrollo de juegos en 2D y es uno de los más compatibles con una gran variedad de dispositivos.



Ilustración 4 Logotipo Unity

La siguiente tabla muestra los posibles beneficios.

Unity	
Beneficios	Desventajas
Ofrece compatibilidad con más de 25 plataformas, esencial para la portabilidad.	Su alcance es inferior para juegos complicados desarrollados en 3D, suponiendo un problema ya que la herramienta se basa en un espacio 3D.
Tiene licencia gratuita para desarrollar el proyecto.	Sus gráficos carecen de la tecnología Lumen o Nanite, que afectan a la iluminación. Su ausencia resulta en un producto menos realista, siendo el realismo esencial para la comprensión de los alumnos voluntarios en la terapia.
Alto soporte y comunidad.	Curva de aprendizaje elevada.
	Enfocado principalmente a juegos móviles o productos no muy pesados.

Tabla 8 Comparativa Unity

### 3.2.3 Source2

Se trata de otro motor gráfico 3D de código cerrado desarrollado en el lenguaje C++, fue creado por la compañía Valve en 2015, como sucesor de Source lanzado en 2004. Fue lanzado al público de forma gratuita, sin embargo, se debe pagar para fines comerciales. Da soporte a experiencias inmersivas a través de Realidad Virtual y emplea herramientas de desarrollo avanzadas. Con la actualización de 2021, ya no da soporte a 32-bit.



Ilustración 5 Logotipo Source2

A continuación, se evalúan los posibles pros y contras:

Source2	
Beneficios	Desventajas
Licencia gratuita para desarrollar la herramienta.	Limitaciones como el renderizado el cual es inferior a otros motores y se necesita unos gráficos realistas para la inmersión del alumnado.
Integración con Steam, facilitando su distribución, aunque no se necesita para este proyecto.	Mayor curva de aprendizaje debido al uso de herramientas personalizadas del motor, lo cual conlleva más tiempo.
Soporte para Realidad Virtual (VR), aunque esta fuera del alcance del proyecto.	Baja comunidad y falta de soporte, con documentación limitada que complica el desarrollo.
	Poca compatibilidad multiplataforma.
	Acceso limitado.

Tabla 9 Comparativa Source2

### 3.2.4 CryEngine

Este motor gráfico desarrollado por Crytek en 2002, emplea el lenguaje de programación C#. Al igual que el motor anterior, proporciona experiencias inmersivas de simulación. Su componente más destacado son sus gráficos avanzados y soporte optimizado de Realidad Virtual. También ofrece integración con programas de diseño, que ayudan en gran parte en su desarrollo.



Ilustración 6 Logotipo CryEngine

Acto seguido, la comparativa del motor gráfico:

CryEngine	
Beneficios	Desventajas
Gráficos de alta calidad, esenciales para ayudar al alumnado.	Mayor complejidad, por lo que se necesita más tiempo de aprendizaje.
Alto rendimiento, crucial para ofrecer una experiencia positiva al usuario.	Licencia poco flexible y de pago, que dificulta desarrollar la herramienta.
Soporte para Realidad Virtual (VR) y Realidad Aumentada (AR), aunque no se aborda en este proyecto.	Falta de recursos, primordiales para los niveles, a su vez, estos recursos deben de ser realistas para facilitar la comprensión al alumnado TEA.
	Falta de soporte multiplataforma.

Tabla 10 Comparativa CryEngine

### 3.2.5 Godot

Este último motor gráfico lanzado en 2007 por la empresa OKAM Studios para juegos 2D y 3D es de código abierto. Utiliza el lenguaje de scripting, GDScript y soporta C#. Se emplea para juegos multiplataforma de PC o móvil.



Tabla 11 Logotipo Godot

Por último, la comparación de beneficios y desventajas:

Godot	
Beneficios	Desventajas
Es un motor ligero que no requiere de muchos recursos y no necesita mucho almacenamiento.	Motor 3D limitado, lo cual es esencial en el proyecto para proporcionar realismo. Menos recursos disponibles.
Licencia MIT gratuita.	Menor rendimiento para juegos complejos que incluyan mecánicas complicadas o usen gráficos avanzados.
Posee un motor independiente para 2D y otro para 3D.	Lenguaje de scripting es inferior a otros como C++.

Tabla 12 Comparativa Godot

## 3.3 PSI 4.2: SELECCIÓN DE ARQUITECTURA FINAL

---

Para poder desarrollar y simular la herramienta, se empleará el motor de videojuegos, Unreal Engine 5 (UE5), creado por Epic Games. Adaptándose a las necesidades que conlleva el desarrollo de la herramienta para el proyecto.

Unreal Engine es el motor gráfico gratuito líder en el desarrollo de videojuegos, el cual nos proporciona la infraestructura esencial del proyecto, a través del uso de sus múltiples herramientas. Se trata de un software de código abierto que emplea el lenguaje de programación C++ y los Blueprints. Éstos últimos son una herramienta de desarrollo visual, un sistema de scripting que emplea una serie de nodos gráficos para desarrollar la lógica y las distintas funcionalidades deseadas para nuestro juego.

Por otra parte, ofrece unos gráficos realistas de alta calidad, esencial para la temática y la comprensión de los niños, siendo sencillos de entender facilitando su capacidad de asociación de dichos elementos con el mundo real. Y mediante el uso de Unreal Motion Graphics (UMG), permite crear interfaces accesibles y adaptables a las necesidades de los niños. Es notable destacar la gama abundante de recursos online que ofrece a través de la tienda de Epic Games.

Por último, cuenta con un gran apoyo de foros (Unreal Engine Forum) o comunidades de desarrolladores, también ofrece documentación sobre las herramientas y funcionalidades del motor.



*Ilustración 7 Logotipo Unreal Engine*

La arquitectura se ve compuesta por un conjunto capas y componentes relacionados con el diseño, renderizado, uso de datos e interacción. Podemos dividir la arquitectura en distintas capas:

- Diseño de mapas.
- Gráficos y renderizado.
- Interfaces de Usuario (UI).
- Persistencia.
- Audio.
- Despliegue.
- Extensiones (plugin).



### 3.3.1 Evaluación de Framework

Una vez seleccionado Unreal Engine 5, se valora el uso de un framework para desarrollar la herramienta, para ello se hace una comparativa de varios.

#### 3.3.1.1 *Third Person Story Adventure Template*

Esta plantilla sirve como framework para crear un juego narrativo basado en una historia, proporcionando interacción con personajes u objetos del entorno, a través de la exploración y mostrando secuencias de dialogo. Este framework ahorra tiempo al proporcionar el diseño de interacción de usuario con otros elementos, lo cual es de gran valor mostrando al alumnado con autismo interacciones sociales con otros personajes.

Permite interaccionar con elementos e inspeccionarlos de cerca, de forma 2D o 3D, también se puede recolectar objetos y presenta un sistema de inventario, en él se incluyen entradas de diario. La plantilla también contiene acciones que desencadenan secuencias cinemáticas dinámicas, las cuales se pueden usar como diálogos con distintas opciones de respuesta.

Estas son sus características principales:

- Control de un personaje en tercera persona.
- Sistema e interfaces de interacción, inventario y diario.
- Menú principal y de configuración con opciones de audio y gráficos.
- Soporte de transmisión de niveles.
- Rendimiento óptimo, necesario para favorecer la experiencia de los jugadores.
- Acepta inputs de teclado, ratón y gamepad.
- Soporta plataformas Windows y Mac.

#### 3.3.1.2 *Visual Novel Template*

El sistema de este framework está diseñado para el manejo de scripts con ramificaciones, los scripts se transforman en hojas de cálculo (spreadsheet) y posteriormente se cargan como tablas de datos (datatables). Permite añadir cinemáticas 2D y animación de personajes, a través de escenarios. Sin embargo, para este proyecto se necesita el control de un personaje 3D, que pueda interactuar con otros elementos y no únicamente secuencias con ramificaciones.

Estas son algunas de sus propiedades:

- Secuencias de dialogo y animaciones de texto.
- Sistema de menú de configuración o pausa, incluyendo el guardado de partida.
- Efectos de sonido.
- Acepta inputs de teclado, ratón y gamepad.
- Da soporte a todas las plataformas de desarrollo.



### 3.3.1.3 Advanced Locomotion System Template (ASL)

Esta plantilla se centra en un sistema avanzado de locomoción, que permite la animación de personajes usando movimientos avanzados de alta calidad. Debido a que el sistema de movimiento se trata de la esencia de este framework y no ofrece sistema de interacción, no cumple con las necesidades del proyecto, el cual requiere de la interacción para potenciar las habilidades sociales de los alumnos. Además, el control de la herramienta no requiere de un sistema de movimiento complejo.

Estas son algunas peculiaridades de la plantilla:

- Control de un personaje en tercera persona.
- Sistema de físicas avanzado.
- Animaciones relacionadas con el sistema de movimiento.
- Requiere de un mayor rendimiento, pudiendo afectar negativamente a la experiencia del alumnado.
- No ofrece multijugador.

### 3.3.2 Selección de Framework

Finalmente se escoge emplear el primer framework presentado “Third Person Story Adventure Template”, ya que las características que presenta son ideales para un juego en el que la narrativa de un personaje y la interacción con el entorno son esenciales, ofreciendo al jugador libre exploración.

Al permitir la interacción con otros personajes y objetos, se ajusta a la necesidad de fortalecer las habilidades sociales del alumnado TEA. Por otro lado, las secuencias de dialogo e interacción, con la posibilidad de elegir entre una respuesta u otra, son clave para la toma de decisiones del usuario y la resolución de conflictos.

Este framework es a su vez más sencillo en comparación al resto, siendo la curva de aprendizaje menor. Además, el hecho de usar un framework ahorra tiempo en contraposición a desarrollar la herramienta sin el uso de uno.



# Capítulo 4 PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL TFG

**FASE DE DESARROLLO**

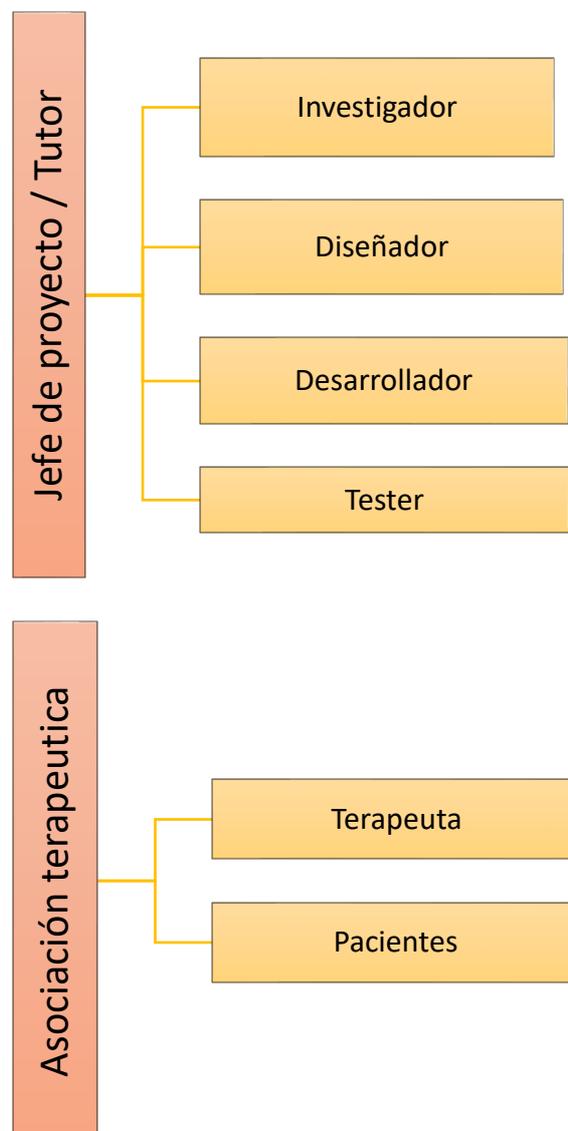
## 4.1 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

### 4.1.1 Identificación de Interesados

Ver **PSI 2.2: Organización del PSI**.

### 4.1.2 OBS

La siguiente ilustración, Organización Breakdown Structure (OBS), muestra la estructura de los recursos asignados en las tareas del **WBS**, mostrando sus responsabilidades asignadas.



*Ilustración 8 Organigrama*

### 4.1.3 PBS

El Product Breakdown Structure es la estructura que representa los productos que han de crearse para completar el proyecto.

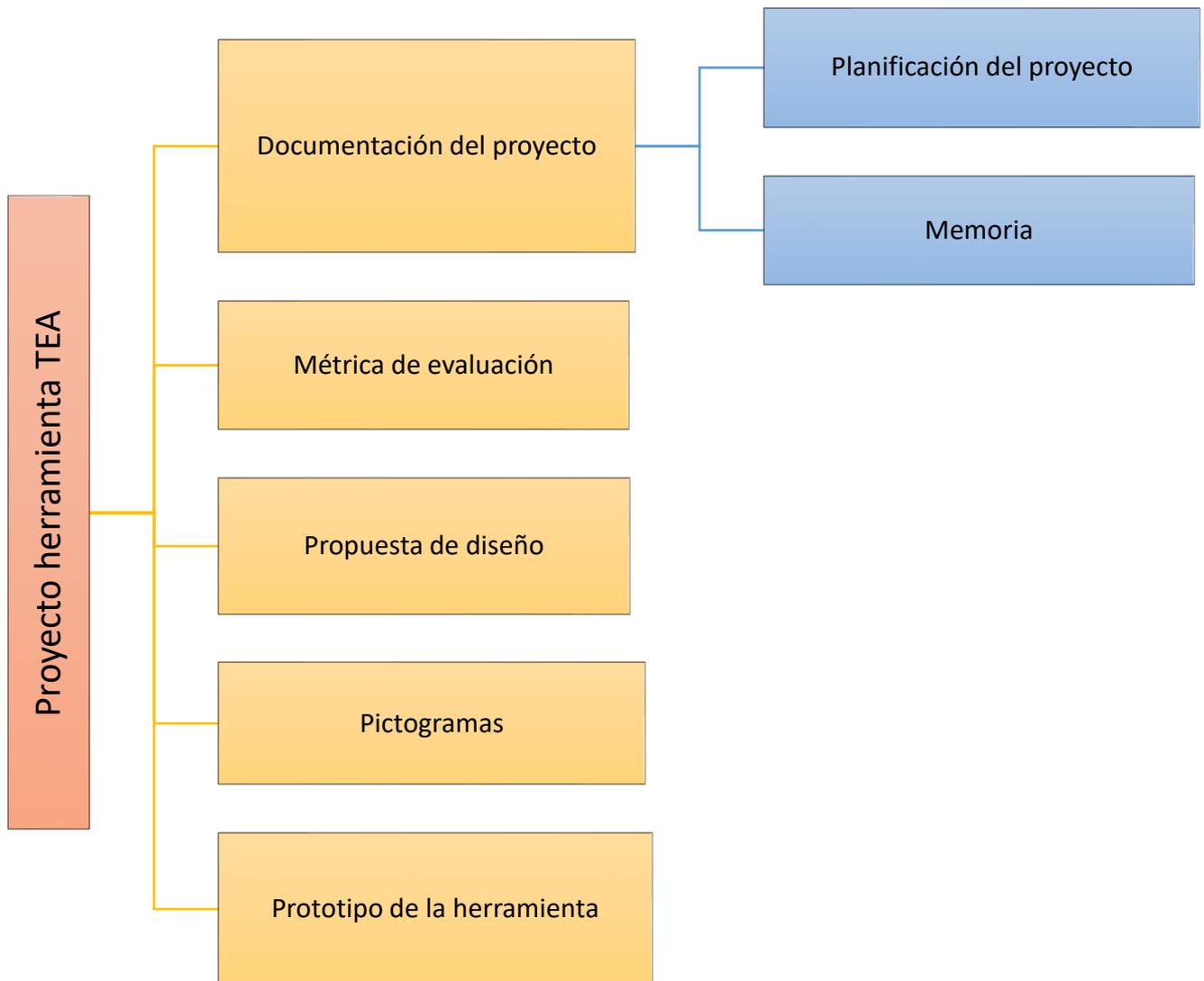


Ilustración 9 PBS

## 4.1.4 Planificación Inicial

Para la realización de este proyecto que dará una solución al problema planteado, se define la estructura del trabajo desglosada, Work Breakdown Structure. El tamaño de sus elementos es menor, de esta manera poder asignar los recursos adecuados a las tareas del proyecto. La función del WBS es establecer una relación entre las actividades que se han identificado y su estimación de tiempo estructurándolas en distintas fases e hitos. Es importante destacar que se puede tratar como un proceso cíclico según avanza el proyecto, se puede realizar mejoras de las fases anteriores.

EL proyecto comienza el 1 de febrero de 2024 y finaliza el 28 de Noviembre de 2024.

La estructura principal se divide 6 partes, para poder visualizar las tareas mejor, se muestran un conjunto de esquemas y finalmente el cronograma completo.

### 4.1.4.1 Investigación

Primero se revisan los antecedentes y se realizará un estudio con los objetivos terapéuticos consultando con la organización para guiar el proyecto a las necesidades que presentan los alumnos. También se elaborará la rúbrica de evaluación, que será utilizada en fases posteriores a esta.



Ilustración 10 WBS Investigación

#### 4.1.4.2 Diseño

En la propuesta de diseño inicial se establece la narrativa y estructura del juego en distintos escenarios, en los que se emplearán un conjunto de mecánicas, pudiendo emplear storyboards. También se diseñan los personajes y pictogramas que se emplearán.

Esta propuesta preliminar será revisada tanto por el tutor como por los terapeutas para poder cumplir con las necesidades del alumnado.

Por otra parte, el final de la fase supone aplicar los cambios recibidos ajustándose a la retroalimentación por ambas partes.

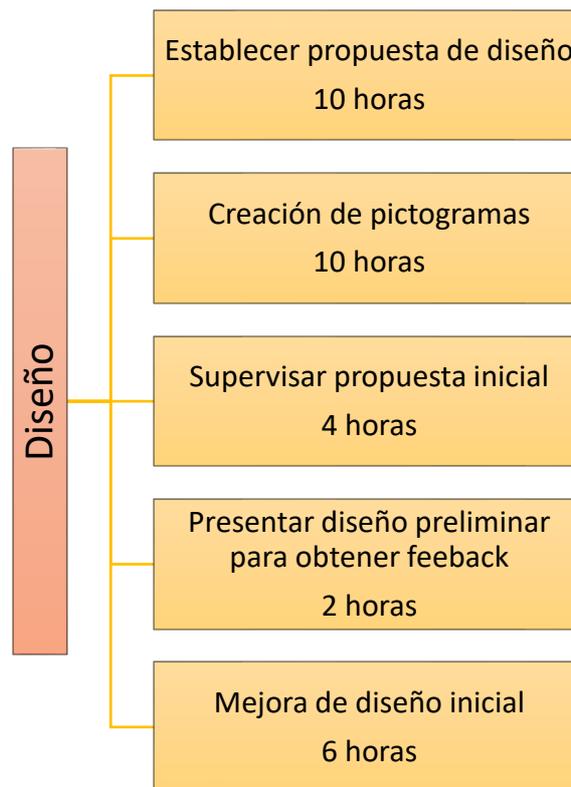


Ilustración 11 WBS Diseño

#### 4.1.4.3 Desarrollo

Tras aplicar los cambios necesarios en el diseño, se procede a implementar la herramienta a través del motor gráfico Unreal Engine 5. Este proceso conlleva implementar la lógica, las mecánicas previamente diseñadas y supervisadas, y la creación de niveles e interfaces de usuario.

También se aplicarán otros recursos; como la integración de transiciones audiovisuales empleando los pictogramas creados de la fase anterior, a partir de ellos ayudará a los alumnos a comprender las tareas que se espera de ellos que realicen, favoreciendo su comprensión.

En base al prototipo creado, se incorporan los ajustes y correcciones necesarias comprobando la usabilidad y jugabilidad de la herramienta.

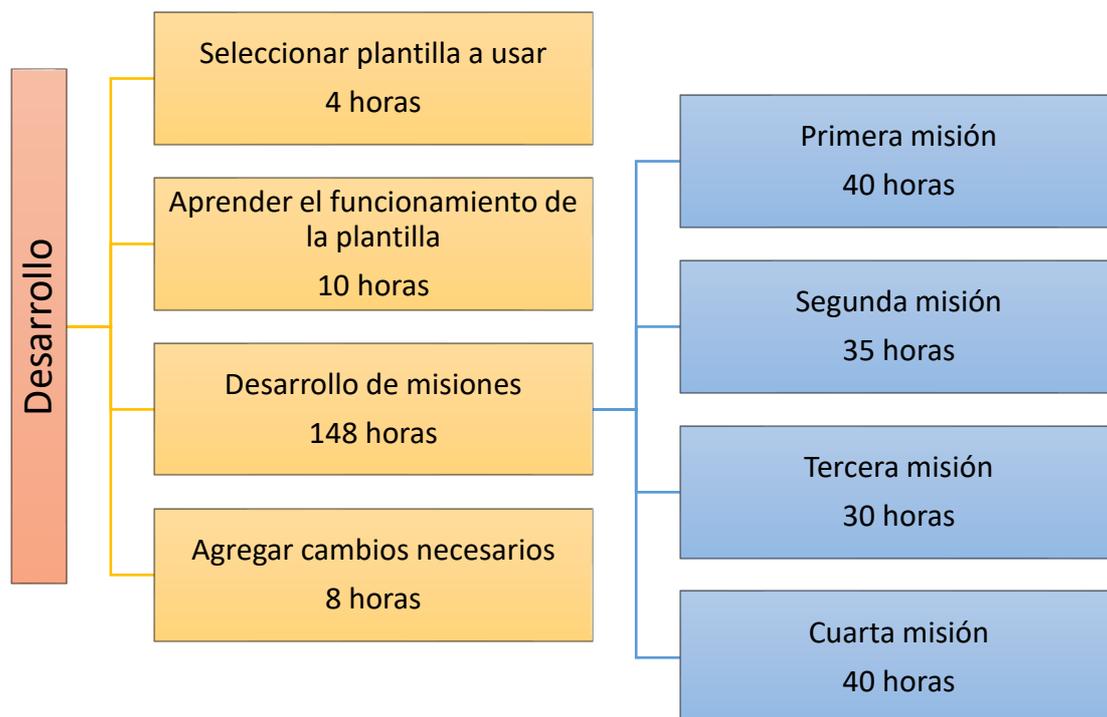


Ilustración 12 WBS Desarrollo

#### 4.1.4.4 Pruebas

Tras realizar pruebas internas de usabilidad, se procede a las pruebas externas con los educadores y alumnos con TEA en los talleres realizados por la fundación. En ellas se hace una recolección de datos empleando la rúbrica que se creó en la primera fase.

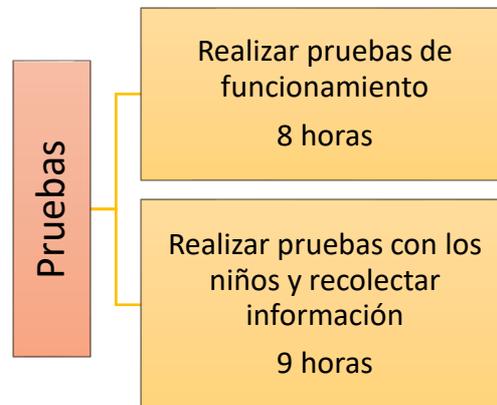


Ilustración 13 WBS Pruebas

#### 4.1.4.5 Análisis

La penúltima fase analiza los datos recogidos en las pruebas con los múltiples alumnos en las terapias. A través de ellos, se crea la documentación del proyecto en la que se concluye la investigación del estudio. La memoria del proyecto se debe ir realizando según avanza el proyecto.

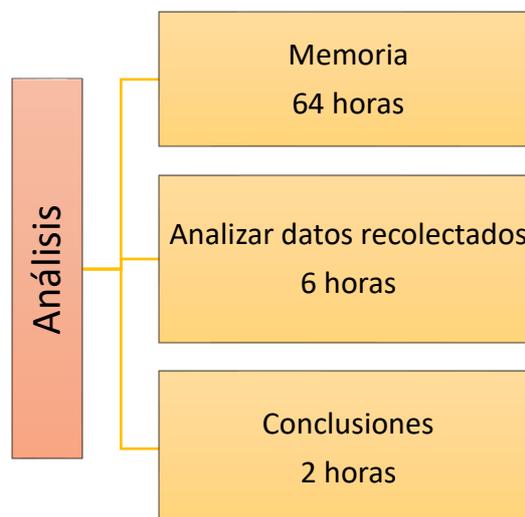


Ilustración 14 WBS Análisis

#### 4.1.4.6 Revisión

Por último, se revisa la documentación creada y se prepara la presentación final del proyecto, la cual se presentará ante el tribunal.

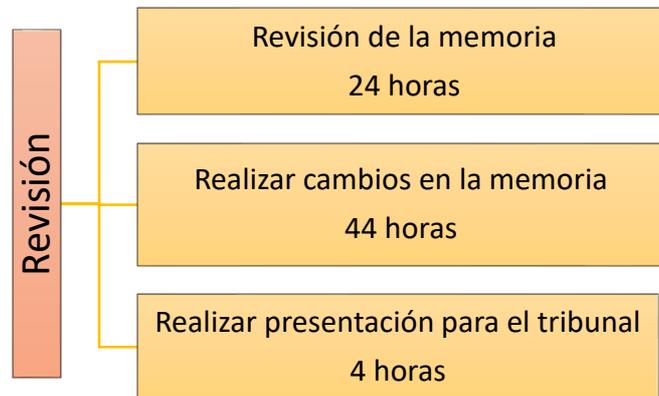


Ilustración 15 WBS Revisión

#### 4.1.4.7 WBS

Se muestra el desglose de las tareas a desarrollar en las distintas fases para completar el proyecto.

ID	Task Name	Duration	Work	Start	Finish
1	Videojuego aprendizaje para niños TEA	181 days	406 hrs	Thu 01/02/24	Thu 28/11/24
2	Hitos	128 days	0 hrs	Sun 28/04/24	Fri 15/11/24
3	Acabar prototipo del juego	0 days	0 hrs	Sun 28/04/24	Sun 28/04/24
4	Entrega memoria	0 days	0 hrs	Fri 15/11/24	Fri 15/11/24
5	Investigación	7,5 days	50 hrs	Thu 01/02/24	Fri 16/02/24
6	Estudio sobre el autismo	3 days	24 hrs	Thu 01/02/24	Mon 05/02/24
7	Selección de habilidades a mejorar	0,5 days	4 hrs	Tue 06/02/24	Tue 06/02/24
8	Orientar posible diseño con la ayuda de una organización	0,38 days	6 hrs	Wed 07/02/24	Wed 07/02/24
9	Reevaluar habilidades seleccionadas	1 day	4 hrs	Mon 12/02/24	Mon 12/02/24
10	Desarrollar métrica de evaluación	1,5 days	8 hrs	Tue 13/02/24	Wed 14/02/24
11	Validar habilidades y métrica de evaluación	0,25 days	4 hrs	Fri 16/02/24	Fri 16/02/24
12	Diseño	4,75 days	32 hrs	Wed 21/02/24	Fri 01/03/24
13	Establecer propuesta de diseño	1,25 days	10 hrs	Wed 21/02/24	Fri 23/02/24
14	Creación de pictogramas	1,25 days	10 hrs	Sat 24/02/24	Mon 26/02/24
15	Supervisar propuesta inicial	0,33 days	4 hrs	Tue 27/02/24	Tue 27/02/24
16	Presentar diseño preliminar para obtener feedback	0,13 days	2 hrs	Wed 28/02/24	Wed 28/02/24
17	Mejora de diseño inicial	0,75 days	6 hrs	Thu 29/02/24	Fri 01/03/24
18	Desarrollo	28,5 days	167 hrs	Sat 02/03/24	Sat 27/04/24
19	Seleccionar plantilla a usar	0,5 days	4 hrs	Sat 02/03/24	Mon 04/03/24
20	Aprender el funcionamiento de la plantilla	1,25 days	10 hrs	Tue 05/03/24	Thu 07/03/24
21	Desarrollar misiones	20,5 days	145 hrs	Fri 08/03/24	Wed 17/04/24
26	Agregar los cambios necesarios	1 day	8 hrs	Fri 26/04/24	Sat 27/04/24
27	Pruebas	7,5 days	17 hrs	Mon 22/04/24	Tue 07/05/24
28	Realizar pruebas de funcionamiento	1 day	8 hrs	Mon 22/04/24	Tue 23/04/24
29	Realizar pruebas con los niños y recolectar información	2,54 days	9 hrs	Fri 03/05/24	Tue 07/05/24
30	Análisis	11,5 days	72 hrs	Wed 10/07/24	Wed 24/07/24
31	Memoria	8 days	64 hrs	Wed 10/07/24	Fri 19/07/24
32	Analizar datos recolectados	0,75 days	6 hrs	Sat 20/07/24	Mon 22/07/24
33	Conclusiones	0,25 days	2 hrs	Wed 24/07/24	Wed 24/07/24
34	Revisión	88,5 days	68 hrs	Mon 29/07/24	Thu 28/11/24
35	Revisión de la memoria	3 days	24 hrs	Mon 29/07/24	Wed 31/07/24
36	Realizar cambios en la memoria	5 days	40 hrs	Thu 01/08/24	Thu 08/08/24
37	Realizar presentación para el tribunal	0,5 days	4 hrs	Thu 28/11/24	Thu 28/11/24

Ilustración 16. Cronograma WBS 1

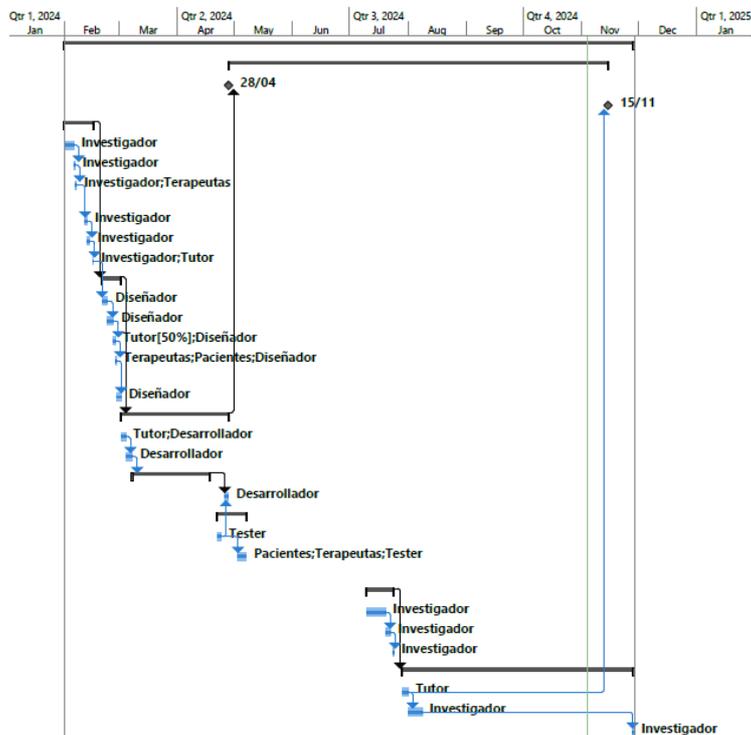


Ilustración 17 Cronograma WBS 2

## 4.1.5 Cuestionario de evaluación

Para poder llevar a cabo el estudio, se debe determinar si el juego desarrollado ha servido de uso como herramienta complementaria a los ejercicios y prácticas realizados en las terapias. Para ello, se desarrolla una rúbrica con la que se obtienen datos significantes acerca del comportamiento del alumnado. Este cuestionario debe ser creado previamente al prototipado.

Su objetivo es evaluar el posible progreso de las habilidades sociales del sujeto ante su experiencia con la herramienta educativa, pudiendo así medir su impacto. Una vez más, al desconocer de conocimientos pedagogos relacionados con el autismo, la ayuda de la asociación ADANSI es crucial; ver **Entidad colaboradora**. Entonces, se observa un modelo de seguimiento que aplica la propia organización y a partir de ahí, se remodela según los intereses y el alcance del proyecto.

El cuestionario está a su vez basado en el instrumento de evaluación empleado en el artículo de la Universidad de Oviedo “Estimulando la Competencia Comunicativa en alumnado con TEA a partir de un Entorno Gamificado Aumentado” [10] de Nerea López-Bouzas. Este estudio sirve también como base para la conceptualización del diseño del juego, el cual presenta misiones con varios niveles de dificultad.

La rúbrica emplea una escala de progreso del 1 al 5 en la que se describe el grado en el que se cumplen los objetivos indicados. Para aplicarla en las pruebas con el alumnado TEA, se debe observar continuamente cómo interactúan con la herramienta, su capacidad de atención, comunicación y resolución de conflictos, analizando su progreso y a partir de más intervenciones, realizar un seguimiento.

Esta es la escala de evaluación:

1. **Sin iniciar:** no se ha trabajado el progreso en dicha área.
2. **Iniciado:** el sujeto muestra avances escasos.
3. **En proceso:** el alumno progresa poco a poco.
4. **Adecuado:** su progreso es avanzado.
5. **Conseguido:** cumple el objetivo de forma satisfactoria y mostrando un dominio en dicha área.

Es muy importante resaltar que el mero uso del prototipo una única vez, no tiene por qué significar un gran cambio en la conducta del alumno. Para que realmente pueda ser eficiente, el uso de la herramienta deberá de ser prolongado a partir de varias sesiones, junto con los propios talleres y ejercicios que realicen aparte.

A continuación, se muestra un conjunto de tablas orientadas a evaluar distintas dimensiones personales de manera individualizada a cada sujeto y posteriormente, con relación a las misiones desarrolladas:

Dimensión Bienestar Emocional							
Objetivos	Indicadores	Apoyos	1	2	3	4	5
Favorecer la capacidad de toma de decisión.	Posibilidad de elección.	SAAC (Sistemas Alternativos y Aumentativos de Comunicación) como imágenes.					
Fomentar el reconocimiento y expresión de emociones.	Reconocimiento y expresión de emociones adecuadas.	SAAC: sistemas pictográficos o paneles de expresión de emociones básicas (contento, triste, enfado)					
Proporcionar ambientes predecibles y comprensibles.	Entornos predecibles.	Sistemas de estructuración ambiental y temporal (basados en TEACCH, Training and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children)					
Prevención de conductas problemáticas.	Ausencia de estrés y conductas de carácter problemático.	Plan de apoyo conductual: creación de una rutina adaptada a las necesidades del sujeto. Aumentar la tolerancia a la frustración (mayor tiempo de espera, anticipar rutinas como un calendario).					

Tabla 13 Rúbrica Dimensión Bienestar Emocional

Relaciones Interpersonales							
Objetivos	Indicadores	Apoyos	1	2	3	4	5
Realizar actividades de ocio.	Actividades lúdicas realizadas.	Explicar las normas.					
Entrenamiento en habilidades sociales básicas.	Contactos sociales positivos.	Explicitación de normas sociales mediante SAAC.					
Favorecer oportunidades de interacción.	Interacción con el entorno o personas.	Explicitación de normas sociales mediante SAAC.					

Tabla 14 Rúbrica Relaciones Interpersonales

Bienestar Material							
Objetivos	Indicadores	Apoyos	1	2	3	4	5
Fomentar el desarrollo de habilidades ocupacionales	Actividades ocupacionales	Sistemas de trabajo independiente a través SAAC. Modelado y moldeado físico.					
Proporcionar actividades con sentido y funcionalidad.	Logro del objetivo propuesto.	Explicitación del proceso y del objetivo final.					
Proporcionar seguridad en el manejo de aparatos y la buena utilización de estos.	Número de incidencias por el manejo de aparatos.	Modelamiento físico que favorece el entrenamiento en el uso de herramientas.					

Tabla 15 Rúbrica Bienestar Material

Desarrollo Personal y Autodeterminación							
Objetivos	Indicadores	Apoyos	1	2	3	4	5
Atender a gustos, deseos, preferencias...	Aumento de actividades de interés (música, juegos...)	Observación de aspectos de interés a través de estereotipias motoras (aleteos, aplausos) en situaciones agradables. Fomento de peticiones.					
Fomentar la comunicación.	Comprensión de órdenes sencillas. Comprensión de estados emocionales básicos. Peticiones.	SAAC					
Mantenimiento y mejora de las habilidades cognitivas.	Mantenimiento de conceptos básicos: colores, tamaño, espaciales, cuantitativos. Asociar imágenes.	SAAC Moldeamiento y modelado.					

Tabla 16 Rúbrica Desarrollo Personal y Autodeterminación



Bienestar Físico							
Objetivos	Indicadores	Apoyos	1	2	3	4	5
Mantenimiento y estimulación física.	Realización de actividades de educación física.	Incorporación de aprendizajes en rutina.					
Mantenimiento y mejora de las habilidades cognitivas.	Realización de actividades de desarrollo cognitivo, abstracción, atención, imitación, seguimiento de instrucciones.						
Mantenimiento de habilidades de autonomía.	Realización de actividades de autonomía y autocuidado: compras	Incorporación de aprendizajes en rutina, refuerzo positivo y estrategias de aprendizaje sin ensayo-error.					

Tabla 17 Rúbrica Bienestar Físico



### 4.1.5.1 Misiones

Misión 1 - Atención								
Nivel de dificultad	Objetivos	Indicadores	Apoyos	1	2	3	4	5
1	Completar el recorrido	Pasar por todos los marcadores lo antes posible, evitando distracciones.	SAAC (Sistemas Alternativos y Aumentativos de Comunicación): pictogramas explicando la misión y flechas para guiar.					
	Enfocar la atención al seguimiento de la mascota.	Mantener al perro a una distancia cercana al jugador para que te pueda seguir.						
2	Completar el recorrido en menos de 2 minutos.	Pasar por los marcadores en el tiempo establecido.	SAAC: pictogramas, flechas y cuenta atrás.					
	Enfocar la atención al seguimiento de la mascota.	Mantener al perro a una distancia cercana al jugador para que te pueda seguir.						
	Conseguir atravesar obstáculos.	Traspasar los obstáculos presentados.						
3	Completar el recorrido en menos de 2 minutos.	Pasar por todos los marcadores en el tiempo que se ha establecido.	SAAC: pictogramas, flechas y cuenta atrás.					
	Enfocar la atención al seguimiento de la mascota y no distraerse con un mayor número de obstáculos.	Mantener al perro a una distancia cercana al jugador para que te pueda seguir. Evitar la distracción con obstáculos.						

Tabla 18 Evaluación Misión 1

### Misión 2 - Lectura de Emociones e Imitación

Nivel de dificultad	Objetivos	Indicadores	Apoyos	1	2	3	4	5
1	Seleccionar la emoción mostrada.	Asociar la imagen correcta.	SAAC.					
	Imitar emoción.	Participación social.	SAAC. Refuerzo positivo.					
2	Asociar causa de la emoción previamente mostrada.	Asociar causa.	SAAC. Refuerzo positivo.					
	Entendimiento de la ironía.	Participación social.	Profesionales de referencia.					
3	Actuar ante la situación presentada.	Ayudar a un compañero que ha perdido su mochila.	SAAC.					

Tabla 19 Evaluación Misión 2

### Misión 3 - Inteligencia y Abstracción

Nivel de dificultad	Objetivos	Indicadores	Apoyos	1	2	3	4	5
1	Nombrar las piezas del puzle.		SAAC: pictogramas.					
	Asociar el animal mamífero correspondiente del puzle.	Elegir el oso.	SAAC: pictogramas.					
2	Describir las piezas del puzle.		SAAC: pictogramas.					
	Seleccionar la pieza del puzle que sobra.	Elegir la consola.	SAAC: pictogramas.					
3	Identificar el patrón que sigue la matriz.		SAAC: pictogramas.					
	Elegir la figura correcta.		SAAC: pictogramas.					

Tabla 20 Evaluación Misión 3



Misión 4 - Imitación, Comunicación y Atención								
Nivel de dificultad	Objetivos	Indicadores	Apoyos	1	2	3	4	5
1	Conseguir los tres productos indicados.	Inventario completo.	SAAC: pictogramas. Incorporación de aprendizajes en rutina.					
2	Conseguir un mayor número de productos, únicamente aquellos que se solicitan.	Inventario completo.	SAAC: pictogramas. Incorporación de aprendizajes en rutina.					
	Comprobar que se siguen la norma establecida de ir a pagar los recados.	Realizar pago de la compra.	Incorporación de aprendizajes en rutina. SAAC: pictogramas.					
3	Conseguir un mayor número con los productos indicados.	Inventario completo.	SAAC: pictogramas. Incorporación de aprendizajes en rutina.					
	Solicitar ayuda a una dependienta, en el caso de no encontrar cierto objeto.	Obtener el objeto restante que falta.	SAAC: pictogramas. Incorporación de aprendizajes en rutina.					

Tabla 21 Evaluación Misión 4

## 4.1.6 Riesgos

Para la recopilación de riesgos se emplea la técnica de tormenta de ideas (brainstorming), tras recopilar los riesgos identificados, se establece una relación con la probabilidad de ocurrencia de estos riesgos y un estudio sobre el impacto que producen en el proyecto, esta fase se conoce como “análisis cualitativo” según la guía del PMBOK [11].

Podemos identificar riesgos de distintas categorías:

- Técnico.
- Externo.
- Organizacional.
- Gestión de proyecto.

### 4.1.6.1 Plan de Gestión de Riesgos

Ver la documentación en los anexos.

### 4.1.6.2 Identificación de Riesgos

Una vez se identifican los riesgos que pueden aparecer en el proyecto, se realiza el proceso de priorización, en el que se genera una lista de mayor a menor según el impacto que produzcan en el proyecto a lo largo de su proceso.

A continuación, se muestra la lista con los 11 riesgos identificados ordenados según su orden de aparición, explicados de forma breve y categorizados:

Riesgo	Breve descripción	Categoría
Resistencia al uso de la herramienta	En el caso de que los terapeutas, profesores y tutores no deseen adoptar el uso de una nueva herramienta en las terapias.	Calidad
Riesgo de mala planificación	Debido a una mala planificación puede darse el caso que los recursos no sean asignados correctamente y por tanto el proyecto necesite tiempo para rectificar.	Gestión del proyecto y Planificación
Errores en las estimaciones	Estimaciones establecidas en la planificación pueden ser erróneas, retrasando la entrega de hitos.	Gestión de Proyecto, Planificación
Limitaciones del motor gráfico	Si el motor gráfico empleado no es el más apropiado para desarrollar la herramienta que será empleada por los alumnos.	Calidad

Complejidad en el desarrollo	Especificación compleja sobre el desarrollo de la herramienta.	Tecnología y Calidad
Errores o bugs	La herramienta presenta errores o bugs significativos, los cuales afectan la experiencia, jugabilidad y usabilidad del usuario.	Calidad
Perdida de archivos y datos	Si el dispositivo en el que se desarrolla el proyecto sufre algún daño que conlleve la pérdida de archivos.	Tecnología y Calidad
Presupuesto insuficiente	Si se subestiman los costes necesarios que se necesitan para abarcar el proyecto.	Gestión del proyecto
Cumplimiento de normativa	Incumplimiento de regulaciones y normativas para una herramienta de software educativa.	Gestión del proyecto
Compatibilidad de hardware y software	Distintos dispositivos pueden afectar en el rendimiento del juego al emplear la herramienta.	Técnico, Tecnología y Calidad
Rechazo por parte de los alumnos	Debido a problemas de usabilidad, la herramienta podría no estar lo suficientemente adaptada a las necesidades del alumnado.	Tecnología y Calidad

Tabla 22 Riesgos identificados

#### 4.1.6.3 Registro de Riesgos

La siguiente tabla muestra el impacto que tienen los riesgos mostrados en la tabla anterior, ordenados según su impacto de mayor a menor. Se deben priorizar aquellos cuyo impacto sea igual o superior a 0,5. Podemos observar tres de ellos que requieren mayor prioridad.

Riesgo	Probabilidad	Impacto				Impacto
		Presup.	Planific.	Alcance	Calidad	
Rechazo por parte de los alumnos	Alta	Alto	Alto	Crítico	Alto	0,63
Compatibilidad de hardware y software	Alta	Medio	Medio	Medio	Crítico	0,63
Perdida de archivos y datos	Alta	Crítico	Crítico	Bajo	Bajo	0,63
Complejidad en el desarrollo	Alta	Bajo	Medio	Alto	Medio	0,39

Errores en las estimaciones	Media	Medio	Alto	Inapreciable	Medio	0,28
Riesgo de mala planificación	Media	Alto	Alto	Alto	Alto	0,28
Errores o bugs	Media	Alto	Alto	Alto	Alto	0,28
Limitaciones del motor gráfico	Media	Medio	Medio	Alto	Alto	0,28
Presupuesto insuficiente	Media	Alto	Medio	Medio	Medio	0,28
Resistencia al uso de la herramienta	Baja	Bajo	Alto	Alto	Inapreciable	0,17
Cumplimiento de normativa	Baja	Bajo	Medio	Medio	Bajo	0,09

Tabla 23 Relación Riesgo e Impacto

#### 4.1.6.4 Evaluación de Riesgos

Tras la fase de análisis de riesgos se debe establecer un plan de contingencia como respuesta a dichos riesgos para minimizar sus efectos en el proyecto.

Se emplearán estrategias proactivas, para ello debe haber una evaluación previa en la que se evalúe las posibles consecuencias, de esta manera se establece un plan de gestión de riesgos. Este plan define la metodología a seguir para minimizar o evadir las consecuencias en el menor tiempo posible. Con este plan se procede a su monitorización y resolución.

Se puede emplear las siguientes estrategias:

- Asumir el riesgo: se puede convivir con el riesgo.
- Mitigar el riesgo: se identifican los factores que pueden provocar dicho riesgo, los cuales deben ser monitorizados para así evitar los efectos adversos que pueda conllevar.
- Transferir el riesgo: a terceros, aquellos con menor probabilidad.
- Eliminar el riesgo: la correcta planificación del proyecto evita que estos riesgos aparezcan.

La siguiente tabla muestra la estrategia y las posibles respuestas que se emplearán para cada riesgo identificado en las fases anteriores.

Riesgo	Respuesta	Estrategia
Rechazo por parte de los alumnos	Deben tenerse en cuenta las dificultades que posee el alumnado TEA en la interacción con otras personas u objetos, para ello la ayuda de los terapeutas es clave en las fases iniciales como el diseño, así, se puede conocer las necesidades más generales que poseen.	Eliminar el riesgo
Compatibilidad de hardware y software	Se deben realizar pruebas previas en una serie de dispositivos, para poder comprobar la eficacia y calidad de la herramienta al ejecutar el proyecto.	Mitigar el riesgo
Perdida de archivos y datos	Se debe asegurar el uso de control de versiones, comprobando que los archivos y el código fuente estén almacenados de forma segura y esté constantemente actualizado con la última versión disponible.	Eliminar el riesgo
Complejidad en el desarrollo	Asignar un tiempo dedicado a la formación sobre la tecnología que se emplea para llevar a cabo el proyecto de manera fluida en la planificación.	Mitigar el riesgo
Errores en las estimaciones	Realizar pruebas a lo largo del proyecto, para evitar el mayor número de fallos en fases avanzadas.	Mitigar el riesgo
Riesgo de mala planificación	Constante revisión de la planificación a lo largo del proyecto para evitar errores que puedan prolongarse y afectar gravemente en la planificación.	Mitigar el riesgo
Errores o bugs	Llevar a cabo pruebas de forma constante, asegurando la fluidez y sencillez del juego, obteniendo una mejor usabilidad para el uso de los alumnos. Para ello, es necesario incorporar cambios aportados por el tutor o por la retroalimentación de los terapeutas.	Mitigar el riesgo
Limitaciones del motor gráfico	Se debe seleccionar el motor gráfico más apropiado para llevar a cabo las funcionalidades que requiere la herramienta para las terapias.	Asumir el riesgo
Presupuesto insuficiente	Mantener un control sobre los costes y otros gastos para finalizar el proyecto con éxito.	Mitigar el riesgo
Resistencia al uso de la herramienta	Ponerse en contacto previamente con una asociación, informando del tipo de proyecto que se quiere llevar a cabo y sus posibilidades de colaboración.	Asumir el riesgo
Cumplimiento de normativa	Cumplir la normativa aplicable.	Eliminar el riesgo

Tabla 24 Evaluación de Riesgos

## 4.1.7 Presupuesto

Para calcular el presupuesto, se tiene en cuenta los recursos de trabajo y materiales presentes junto con otros costes asociados al proyecto. Dentro de los materiales, se debe incluir las licencias de software necesarias para desarrollar la herramienta definida.

### 4.1.7.1 Personal

Esta tabla muestra los perfiles que participan en el proyecto, como bien se muestra en el previo apartado, **OBS**, mostrando el coste salarial o sueldo bruto al año. La última columna se trata del número de empleados por su coste salarial anual de cada perfil. Para obtener una estimación del sueldo bruto se ha empleado el portal de empleo “TechnoEmpleo”.

El coste total de los salarios de la empresa en un año se trata de 262.798 €.

Personal				
Personal	Número	Sueldo Bruto Año	Coste Salarial Año	Total
Jefe de proyecto / Tutor	1	32.000,00 €	42.688,00 €	42.688,00 €
Investigador	1	27.000,00 €	36.018,00 €	36.018,00 €
Diseñador	1	23.000,00 €	30.682,00 €	30.682,00 €
Desarrollador	1	25.000,00 €	33.350,00 €	33.350,00 €
Tester	1	22.000,00 €	29.348,00 €	29.348,00 €
Terapeuta	1	18.000,00 €	24.012,00 €	24.012,00 €
Técnico de sonido	1	17.000,00 €	22.678,00 €	22.678,00 €
Diseñador de niveles	1	17.000,00 €	22.678,00 €	22.678,00 €
Modelador 3D	1	16.000,00 €	21.344,00 €	21.344,00 €
Alumno (voluntario)	15	- €	- €	- €
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>			<b>262.798,00 €</b>

Tabla 25 Costes de Personal

### 4.1.7.2 Productividad

Los costes salariales de la tabla anterior se dividen en costes directos e indirectos, dependiendo de la productividad de cada uno. Los costes directos son aquellos productivos. En este proyecto existen tres perfiles no productivos (Jefe de proyecto, Terapeuta y Alumnos) por lo que su coste salarial forma la totalidad de los costes indirectos.

Personal	Productividad del personal			
Personal	Productividad (%)	Coste Directo	CI (%)	Coste Indirecto
Jefe de proyecto / Tutor	100,00%	42.688,00 €	0,00%	- €
Investigador	100,00%	36.018,00 €	0,00%	- €
Diseñador	95,00%	29.147,90 €	5,00%	1.534,10 €
Desarrollador	95,00%	31.682,50 €	5,00%	1.667,50 €
Tester	90,00%	26.413,20 €	10,00%	2.934,80 €
Terapeuta	90,00%	21.610,80 €	10,00%	2.401,20 €
Técnico de sonido	90,00%	20.410,20 €	10,00%	2.267,80 €
Diseñador de niveles	90,00%	20.410,20 €	10,00%	2.267,80 €
Modelador 3D	80,00%	17.075,20 €	20,00%	4.268,80 €
Alumno (voluntario)	0,00%	- €	100,00%	- €
<b>TOTAL</b>		<b>245.456,00 €</b>		<b>17.342,00 €</b>

Tabla 26 Productividad del Personal

#### 4.1.7.3 Costes de servicios

A continuación, se muestra otro conjunto de costes indirectos, a los que se les suma los de la tabla mostrada en el apartado previo. Estos servicios forman parte de la organización con la que se colabora para realizar las pruebas con los alumnos.

Costes indirectos		
Servicio	Coste mes	Coste año
Alquiler de oficina	2.000,00 €	24.000,00 €
Mantenimiento	50,00 €	600,00 €
Conexión a internet	120,00 €	1.440,00 €
<b>TOTAL</b>		<b>26.040,00 €</b>

Tabla 27 Costes Indirectos

#### 4.1.7.4 Costes de medios de producción

Para poder llevar a cabo el desarrollo el juego, se necesita un conjunto de herramientas, esta tabla enumera los recursos que se requieren.

La unidad empleada para el “Plazo de amortización” es años.

Coste de los medios de producción						
Equipo / Licencia	Unidades	Precio	Coste Total	Coste Año	Tipo	Plazo
Portátil	1	1.200,00 €	1.200,00 €	300,00 €	Amortización	4
Periféricos	3	100,00 €	300,00 €	75,00 €	Amortización	4
Equipo de conexión a internet	1	180,00 €	180,00 €	45,00 €	Alquiler	4
Sistema Operativo Microsoft Windows	1	199,00 €	199,00 €	49,75 €		4
Microsoft Office	1	69,00 €	69,00 €	17,25 €		4
Unreal Engine 5	1	- €	- €			
Quixel Bridge y MetaHuman Creator	1	- €	- €			
<b>TOTAL</b>				<b>487,00 €</b>		

Tabla 28 Costes de los medios de producción

#### 4.1.7.5 Horas productivas

De nuevo se dividen las horas del trabajo entre horas productivas y no productivas. Los porcentajes aplicados a cada perfil son los mismos que los del apartado **Productividad**. Como indica el calendario del año 2024, se asignan 1712,50 horas de trabajo anuales por trabajador.

Número de horas productivas por perfil y en total				
Personal	Productividad (%)	Horas / año	Horas productivas / año (por persona)	Horas productivas (Total empresa)
<b>Jefe de proyecto / Tutor</b>	100,00%	1.712,50	1.712,50	1.712,50
<b>Investigador</b>	100,00%	1.712,50	1.712,50	1.712,50
<b>Diseñador</b>	95,00%	1.712,50	1.626,88	1.626,88
<b>Desarrollador</b>	95,00%	1.712,50	1.626,88	1.626,88
<b>Tester</b>	90,00%	1.712,50	1.541,25	1.541,25
<b>Terapeuta</b>	90,00%	1.712,50	1.541,25	1.541,25
<b>Técnico de sonido</b>	90,00%	1.712,50	1.541,25	1.541,25
<b>Diseñador de niveles</b>	90,00%	1.712,50	1.541,25	1.541,25
<b>Modelador 3D</b>	80,00%	1.713,50	1.370,80	1.370,80
<b>Alumno (voluntario)</b>	0,00%	1.712,50	-	-
<b>TOTAL</b>				<b>14214,55</b>

Tabla 29 Horas productivas por perfil

#### 4.1.7.6 Precio hora

Con el objetivo de cubrir los costes y a su vez generar beneficios, se ha establecido un precio por hora a cada uno de los perfiles presentes.

Por un lado, la columna “Precio / hora (sin beneficios)” se empleará posteriormente para obtener el presupuesto de los costes. Por último, la columna de “Facturación” se trata de la multiplicación de las horas productivas y el precio hora del perfil correspondiente.

Personal	Precios por hora y facturación		
	Precio / hora	Precio / hora (sin beneficios)	Facturación
Jefe de proyecto / Tutor	31,16	24,93	53.360,00
Investigador	26,29	21,03	45.022,50
Diseñador	22,40	17,92	36.434,88
Desarrollador	37,16	29,72	60.446,88
Tester	34,51	27,61	53.193,25
Terapeuta	28,24	22,59	43.521,75
Técnico de sonido	16,55	13,24	25.512,75
Diseñador de niveles	16,55	13,24	25.512,75
Modelador 3D	15,57	12,46	21.344,00
Alumno (voluntario)	-	-	-
<b>TOTAL</b>			<b>364.348,75</b>

Tabla 30 Precios por hora y facturación

#### 4.1.7.7 Resumen

En esta tabla se muestra la posibilidad de facturación que conlleva realizar el proyecto y sus costes.

Nº	CONCEPTO	IMPORTE
1	Total de los costes directos	245.943,00 €
2	Total de los costes indirectos	43.382,00 €
3	Suma de los costes directos e indirectos	289.325,00 €
4	Beneficio deseado (25%)	72.331,25 €
5	Coste total	361.656,25 €
6	Facturación posible en función de las horas de producción y de los precios por hora calculados	364.348,75 €
7	Margen entre el coste total y la facturación (relación entre 5 y 6)	0,74%

Tabla 31 Resumen de la definición de proyecto

#### 4.1.7.8 Presupuesto de Costes

En este apartado del presupuesto, se tiene en cuenta las tareas que se han especificado en el **WBS**.

De esta manera se divide en proyecto en una serie de partidas:

1. Partida 1: Investigación
2. Partida 2: Diseño
3. Partida 3: Desarrollo
4. Partida 4: Pruebas
5. Partida 5: Análisis
6. Partida 6: Revisión

##### 4.1.7.8.1 Investigación

Esta partida está relacionado a la parte de estudio y planificación del proyecto.

Investigación									
L1	L2	L3	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio	Subtotal (3)	Subtotal (2)	Total
1			<b>Investigación</b>						726,01 €
	1		<b>Estudio sobre el autismo</b>					336,52 €	
		1	Investigador	16	horas	21,03 €	336,52 €		
	2		<b>Selección de habilidades a mejorar</b>					42,06 €	
		1	Investigador	2	horas	21,03 €	42,06 €		
	3		<b>Orientar posible diseño con la ayuda de una organización</b>					87,25 €	
		1	Investigador	2	horas	21,03 €	42,06 €		
		2	Terapeuta	2	horas	22,59 €	45,18 €		
	4		<b>Reevaluar habilidades seleccionadas</b>					84,13 €	
		1	Investigador	4	horas	21,03 €	84,13 €		
	5		<b>Desarrollar métrica de evaluación</b>					84,13 €	
		1	Investigador	4	horas	21,03 €	84,13 €		
	6		<b>Validar habilidades y métrica de evaluación</b>					91,92 €	
		1	Investigador	2	horas	21,03 €	42,06 €		
		2	Tutor	2	horas	24,93 €	49,85 €		

Tabla 32 Partida 1- Investigación

#### 4.1.7.8.2 Diseño

Corresponde a las tareas para diseñar el prototipo de la herramienta que emplearán los alumnos en las terapias, a su vez también se crearán los pictogramas.

Diseño									
L1	L2	L3	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio	Subtotal (3)	Subtotal (2)	Total
1			<b>Diseño</b>						722,89 €
	1		<b>Establecer propuesta de diseño</b>					199,42 €	
		1	Diseñador	8	horas	24,93 €	199,42 €		
	2		<b>Creación de pictogramas</b>					299,13 €	
		1	Diseñador	12	horas	24,93 €	299,13 €		
	3		<b>Supervisar propuesta inicial</b>					99,71 €	
		1	Diseñador	2	horas	24,93 €	49,85 €		
		2	Tutor	2	horas	24,93 €	49,85 €		
	4		<b>Presentar diseño preliminar para obtener feedback</b>					24,93 €	
		1	Diseñador	1	horas	24,93 €	24,93 €		
		2	Terapeuta	1		22,59 €			
		3	Alumno	1		- €			
	5		<b>Mejora de diseño inicial</b>					99,71 €	
		1	Diseñador	4	horas	24,93 €	99,71 €		

Tabla 33 Partida 2 - Diseño

#### 4.1.7.8.3 Desarrollo

Para esta partida se desarrolla todas las misiones que implementa el juego.

Desarrollo									
L1	L2	L3	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio	Subtotal (3)	Subtotal (2)	Total
1			<b>Desarrollo</b>						4.666,69 €
	1		<b>Establecer propuesta de diseño</b>					29,72 €	
		1	Desarrollador	1	horas	29,72 €	29,72 €		
		2	Tutor	1		24,93 €			
	2		<b>Aprender el funcionamiento de la plantilla</b>					237,79 €	
		1	Desarrollador	8	horas	29,72 €	237,79 €		
	3		<b>Desarrollar la primera misión</b>					1.188,97 €	
		1	Desarrollador	40	horas	29,72 €	1.188,97 €		
	4		<b>Desarrollar la segunda misión</b>					1.188,97 €	
		1	Desarrollador	40	horas	29,72 €	1.188,97 €		
	5		<b>Desarrollar la tercera misión</b>					951,17 €	
		1	Desarrollador	32	horas	29,72 €	951,17 €		
	6		<b>Desarrollar la cuarta misión</b>					951,17 €	
		1	Desarrollador	32	horas	29,72 €	951,17 €		
	7		<b>Agregar los cambios necesarios</b>					118,90 €	
		1	Desarrollador	4	horas	29,72 €	118,90 €		

Tabla 34 Partida 3 - Desarrollo

#### 4.1.7.8.4 Pruebas

Se define el correcto funcionamiento de la herramienta desarrollada y sus posteriores pruebas de aceptación con los alumnos.

Pruebas									
L1	L2	L3	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio	Subtotal (3)	Subtotal (2)	Total
1			<b>Pruebas</b>						122,99 €
	1		<b>Realizar pruebas de funcionamiento</b>					55,22 €	
		1	Tester	2	horas	27,61 €	55,22 €		
	2		<b>Realizar pruebas con los niños y recolectar información</b>						
		1	Tester	3		27,61 €		67,77 €	
		2	Terapeutas	3	horas	22,59 €	67,77 €		
		3	Alumno	3		- €			

Tabla 35 Partida 4 - Pruebas

#### 4.1.7.8.5 Análisis

Al finalizar las pruebas con los alumnos y terapeutas, se realiza el análisis de los datos recolectados y finalmente se establece una conclusión del proyecto.

Análisis									
L1	L2	L3	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio	Subtotal (3)	Subtotal (2)	Total
1			<b>Análisis</b>						1.514,33 €
	1		<b>Memoria</b>					1.346,07 €	
		1	Investigador	64	horas	21,03 €	1.346,07 €		
	2		<b>Analizar datos recolectados</b>					126,19 €	
		1	Investigador	6	horas	21,03 €	126,19 €		
	3		<b>Conclusiones</b>					42,06 €	
		1	Investigador	2	horas	21,03 €	42,06 €		

Tabla 36 Partida 5 - Análisis

#### 4.1.7.8.6 Revisión

Por último, la revisión final del proyecto junto con la memoria.

Revisión									
L1	L2	L3	Descripción	Cantidad	Unidades	Precio	Subtotal (3)	Subtotal (2)	Total
1			<b>Revisión</b>						1.721,54 €
	1		<b>Revisión de la memoria</b>					1.595,35 €	
		1	Tutor	64	horas	24,93 €	1.595,35 €		
	2		<b>Analizar datos recolectados</b>					126,19 €	
		1	Investigador	6	horas	21,03 €	126,19 €		

Tabla 37 Partida 6 - Revisión



#### 4.1.7.8.7 Resumen del Presupuesto de Costes

En esta tabla se muestra de forma desglosada por partidas el presupuesto de costes.

Presupuesto de costes		
Código	Presupuesto de costes	Total
1	Investigación	726,01 €
2	Diseño	722,89 €
3	Desarrollo	4.666,69 €
4	Pruebas	122,99 €
5	Análisis	1.514,33 €
6	Revisión	1.721,54 €
<b>Total Coste</b>		<b>9.474,46</b>

*Tabla 38 Resumen del Presupuesto de Costes*

# Capítulo 5 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

**FASE DE DESARROLLO**

**ASI**

## 5.1 ASI 1: DEFINICIÓN DEL SISTEMA

---

### 5.1.1 Determinación del Alcance del Sistema

El objetivo principal del sistema se trata de crear un videojuego como herramienta didáctica, de manera que pueda ser usada en las sesiones de terapia para niños y jóvenes con autismo como un apoyo más para ellos.

Debido a que las necesidades de este alumnado son muy variadas y no todos siguen un patrón común, las actividades que forman parte del proyecto educativo es el reforzamiento de habilidades más generales, ya que no se podría satisfacer las necesidades específicas de todos los alumnos. Por ello la personalización de habilidades o actividades a reforzar se trata de aspectos más generales y simples, teniendo en cuenta la diferencia de edad, capacidades y nivel de autismo que posea el alumnado.

La funcionalidad del juego se trata del control de un personaje que debe realizar una serie de retos y puzzles, aumentando según avanza la complejidad de los niveles y presentando habilidades sociales como la resolución de conflictos o el dialogo como vía para su refuerzo fuera de las terapias.

## 5.2 ASI 2: ESTABLECIMIENTO DE REQUISITOS

---

### 5.2.1 Obtención de los Requisitos del Sistema

#### 5.2.1.1 *Requisitos funcionales*

##### 5.2.1.1.1 Registro de usuarios

**RF1.** El sistema muestra la interfaz de inicio del juego y solicita al usuario el comienzo o final de la herramienta.

**RF1.1.** Es obligatorio para comenzar o finalizar el juego.

**RF2.** Si el usuario selecciona salir de la herramienta, la simulación de la herramienta terminará.

**RF3.** Si el usuario decide probar la herramienta, el sistema le presentará la primera misión en su nivel fácil.

##### 5.2.1.1.2 Gestión pausa.

**RF4.** El sistema permite pausar la partida del juego y acceder a un menú.

**RF5.** El menú muestra las siguientes opciones:

**RF5.1.** Continuar la partida.

**RF5.1.1.** El personaje y el resto de objetos deben permanecer en el mismo lugar en el que se encontraban.

**RF5.2.** Salir de la partida.



**RF5.2.1.** El sistema vuelve a mostrar la pantalla de inicio.

**RF5.3.** Saltar al siguiente nivel.

**RF5.3.1.** El sistema pasará al siguiente nivel posible.

**RF5.3.1.1.** Si el usuario se encuentra en la última misión, se envía a la pantalla de inicio.

#### 5.2.1.1.3 Gestión de niveles

**RF6.** El sistema dispone de 4 tipos de misiones, las cuales aumentan en dificultad, 3, según el usuario va avanzando.

**RF7.** Un nuevo nivel es desbloqueado si el usuario realiza una de las siguientes acciones:

**RF7.1.** Completar la misión especificada en el nivel presente.

**RF7.2.** Si el usuario selecciona en el menú pasar al siguiente nivel, si no consigue avanzar.

**RF8.** El sistema permite al usuario controlar al protagonista mediante el joystick de un mando para videojuegos y permite interactuar con objetos usando sus botones.

**RF9.** En cada nivel, el sistema presenta un punto de información (personaje) con el que podremos interactuar si estamos lo suficientemente cerca.

**RF9.1.** En su interacción, el sistema solicita al usuario que opción emplear:

**RF9.1.1.** Una breve descripción del personaje que se nos presenta.

**RF9.1.2.** Explicar la misión del nivel en el que se encuentra el personaje.

**RF9.1.2.1.** Las secuencias de animación emplean pictogramas y elementos auditivos.

**RF9.1.2.2.** El sistema debe permitir al usuario reanudar dichas animaciones para proporcionar una mayor comprensión al usuario.

#### 5.2.1.1.4 Gestión de misiones

**RF10.** El sistema presentará 4 tipos de misiones, para desarrollar distintas habilidades cognitivas:

**RF10.1.** En la primera misión el sistema indica un personaje con el que se necesita realizar un recorrido.

**RF10.1.1.** El sistema muestra una cuenta atrás para completar el recorrido mostrado.

**RF10.1.1.1.** Si no se completa a tiempo, el sistema pasará al siguiente nivel.

**RF10.1.1.2.** Para completar la misión, ese personaje debe seguirte, pero solo lo hace si el usuario está a una distancia corta de éste.

**RF10.1.1.2.1.** Si el personaje no te sigue, el sistema mostrará una alerta como recordatorio para el usuario.

**RF10.2.** En la segunda misión, el sistema presenta un escenario distinto con otros personajes y presenta un puzle al usuario.

**RF10.2.1.** En los dos primeros niveles de dificultad, el sistema solicita al usuario una respuesta a la pregunta con tres opciones.

**RF10.2.1.1.** El sistema informa si la respuesta es correcta o no.

**RF10.2.1.2.** Para completar la misión, el sistema informa al usuario que debe hacer, sin importar si la respuesta previa es correcta.

**RF10.2.2.** El nivel de mayor dificultad presenta un objeto interactivo.

**RF10.2.2.1.** El usuario debe poder interactuar con dicho objeto para completar la misión.

**RF10.3.** La tercera misión se compone de puzles, donde el sistema solicita al usuario una respuesta entre 3 opciones.



**RF10.3.1.** El sistema informa si la respuesta es correcta o no.

**RF10.3.2.** No importa la respuesta para poder pasar al siguiente nivel, el sistema indica de nuevo que se debe hacer.

**RF10.4.** La última misión presenta una nueva localización con más personajes y objetos.

**RF10.4.1.** El sistema proporciona elementos interactivos para el usuario.

**RF10.4.1.1.** Si el usuario está cerca de dicho objeto, el sistema muestra la opción de ver dicho elemento.

**RF10.4.1.2.** El sistema solicita al usuario coger o no dicho objeto.

**RF10.4.1.2.1.** Si el usuario accede a cogerlo, el objeto se guarda en el inventario.

**RF10.4.2.** El sistema permite al usuario acceder a un inventario con los objetos obtenidos, presionando una tecla del mando.

**RF10.4.2.1.** El sistema permite al usuario salir de este inventario.

**RF10.4.2.2.** Si no se ha recolectado nada por parte del usuario, el inventario se muestra vacío.

**RF10.4.2.3.** Si ya se han obtenido objetos, serán mostrados en el inventario.

**RF10.4.3.** Tras finalizar todas las misiones, el sistema vuelve a la pantalla de inicio.

### 5.2.1.2 *Requisitos no funcionales*

#### 5.2.1.2.1 Organizacional del desarrollo

**RNF1.** Se deben realizar pruebas funcionales del sistema, comprobando su correcto funcionamiento esperado antes de facilitar la herramienta a los terapeutas para su uso en las sesiones de terapia.

#### 5.2.1.2.2 Usabilidad

**RNF2.** Las interfaces de usuario deben ser adaptadas a las capacidades del alumnado TEA para su correcto uso.

**RNF3.** Las instrucciones presentes en cada nivel deben ser concisas y visuales, facilitando la comprensión del alumnado.

**RNF3.1.** Estas instrucciones deben poder ser accesibles en todo momento mientras el usuario usa el sistema.

**RNF4.** No se necesitan conocimientos previos relacionados a la informática para usar la herramienta.

#### 5.2.1.2.3 Disponibilidad

**RNF5.** El sistema debe estar disponible el 95% del tiempo, siendo accesible en gran parte del tiempo.

**RNF6.** Se requiere una cuenta de Epic Games para emplear el sistema.

#### 5.2.1.2.4 Rendimiento

**RNF7.** El tiempo máximo de conexión con el sistema debe ser inferior a 20 segundos.

**RNF8.** El tiempo de carga entre los niveles presentes en el juego debe ser menor a 15 segundos.

**RNF9.** El tiempo de respuesta entre interfaces debe ser menor a 5 segundos.



#### 5.2.1.2.5 Mantenibilidad

**RNF10.** El sistema debe estar documentado, de esta manera facilita la comprensión de los usuarios desarrolladores y aporta mayor facilidad a la hora de realizar cambios.

#### 5.2.1.2.6 Seguridad y privacidad

**RNF11.** El sistema no debe almacenar datos sensibles de los usuarios, garantizando su privacidad, especialmente al tratarse de menores de edad.

**RNF12.** El sistema debe cumplimentar la ley establecida en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD).

#### 5.2.1.2.7 Tecnológico

**RNF13.** La versión del motor gráfico Unreal Engine 5 debe ser igual o superior a la versión 5.1.1.

**RNF14.** Los requisitos mínimos en un sistema Windows son:

**RNF14.1.** El sistema operativo se trata de Windows 10 64-bit versión 1909 o superiores.

**RNF14.2.** El procesador debe ser Quad-core Intel, AMD de 2.5 GHz, Six-Core Xeon E5-2643 3.4 GHz...

**RNF14.3.** Debe disponer de 8 GB de memoria RAM mínimo.

**RNF14.4.** La tarjeta gráfica debe ser al menos DirectX 11 o 12, NVIDIA GeForce GTX 1060 o compatibles.

**RNF14.5.** El almacenamiento interno del disco duro debe tener al menos 100 GB libres.

**RNF14.6.** Se debe disponer de una fuente de alimentación de 1000W.

## 5.2.2 Identificación de Actores del Sistema

A partir de los requisitos recogidos, se debe identificar los actores que interactúan con el sistema desarrollado, puede tratarse de personas, dispositivos u otros sistemas.

Podemos identificar los siguientes usuarios:

1. Administrador: encargado del diseño y desarrollo de la herramienta didáctica.
2. Alumno: realiza las tareas presentes en el juego para reforzar sus habilidades cognitivas y aprendizaje en las terapias.
3. Terapeuta / tutores: facilita la disposición de dicha herramienta a los alumnos presentes en la terapia y coordina el uso de la herramienta. A su vez comprobarán los resultados de la interacción que haya tenido cada alumno.

### 5.2.3 Especificación de Casos de Uso

Como se menciona en el anterior apartado, se pueden observar 3 actores que interactúan con el sistema y las acciones que pueden realizar.

Las siguientes ilustraciones muestran de manera simplificada las tareas de cada actor:

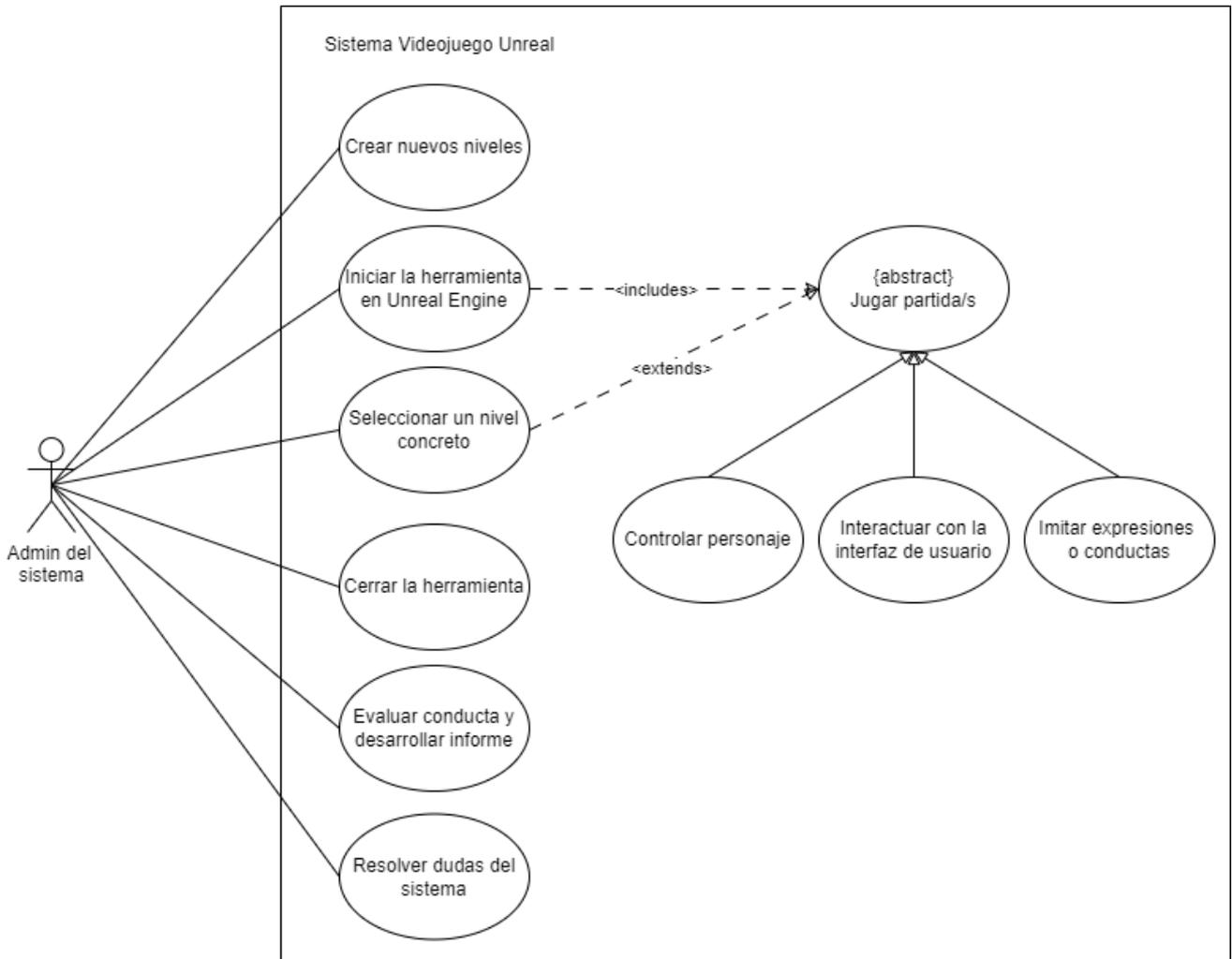


Ilustración 18 Caso de Uso - Administrador

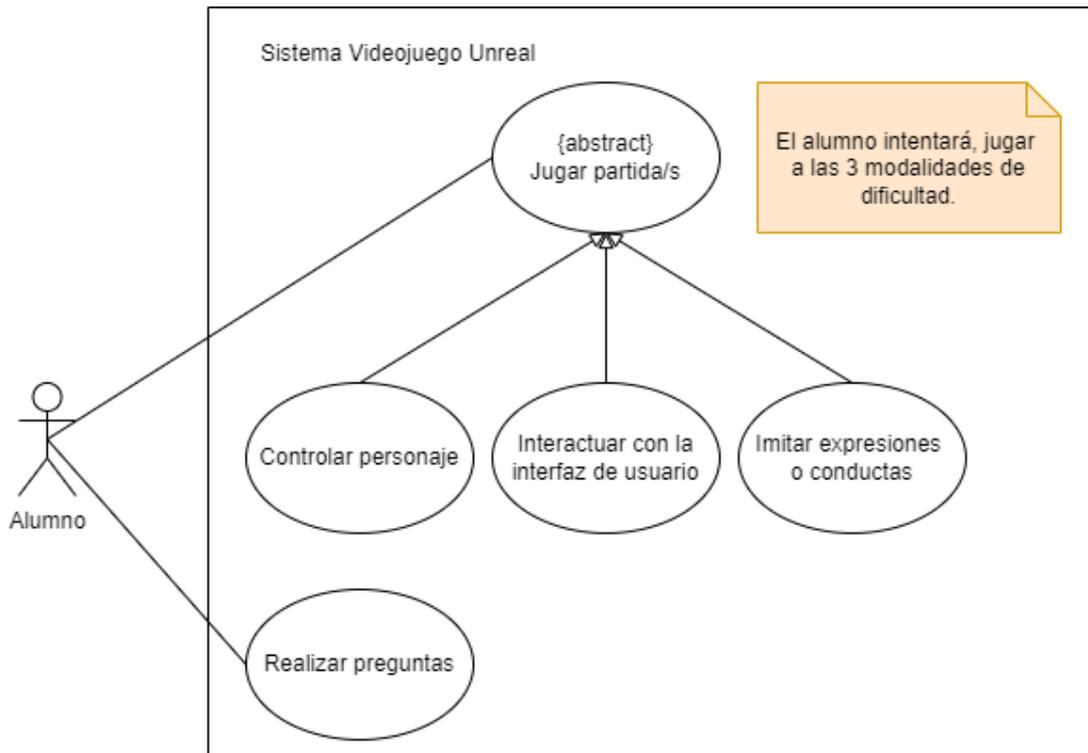


Ilustración 19 Caso de Uso - Alumno

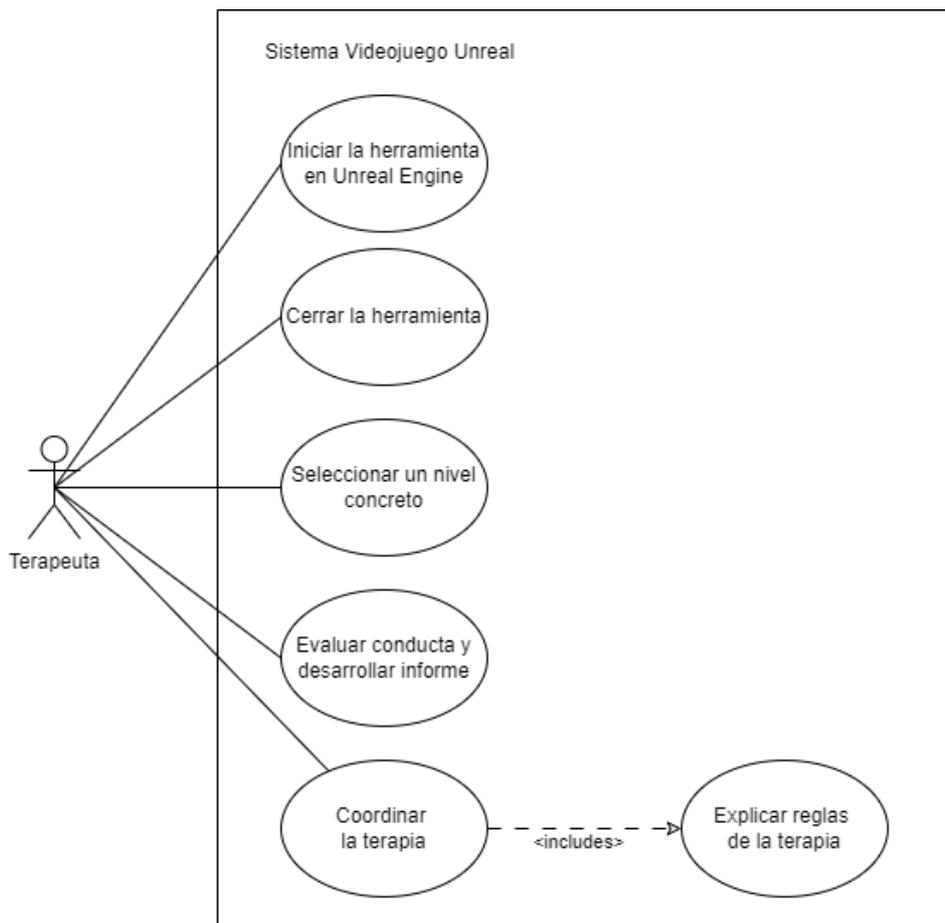


Ilustración 20 Caso de Uso - Terapeuta

Esta última imagen muestra el diagrama de caso de uso completo con todos sus actores

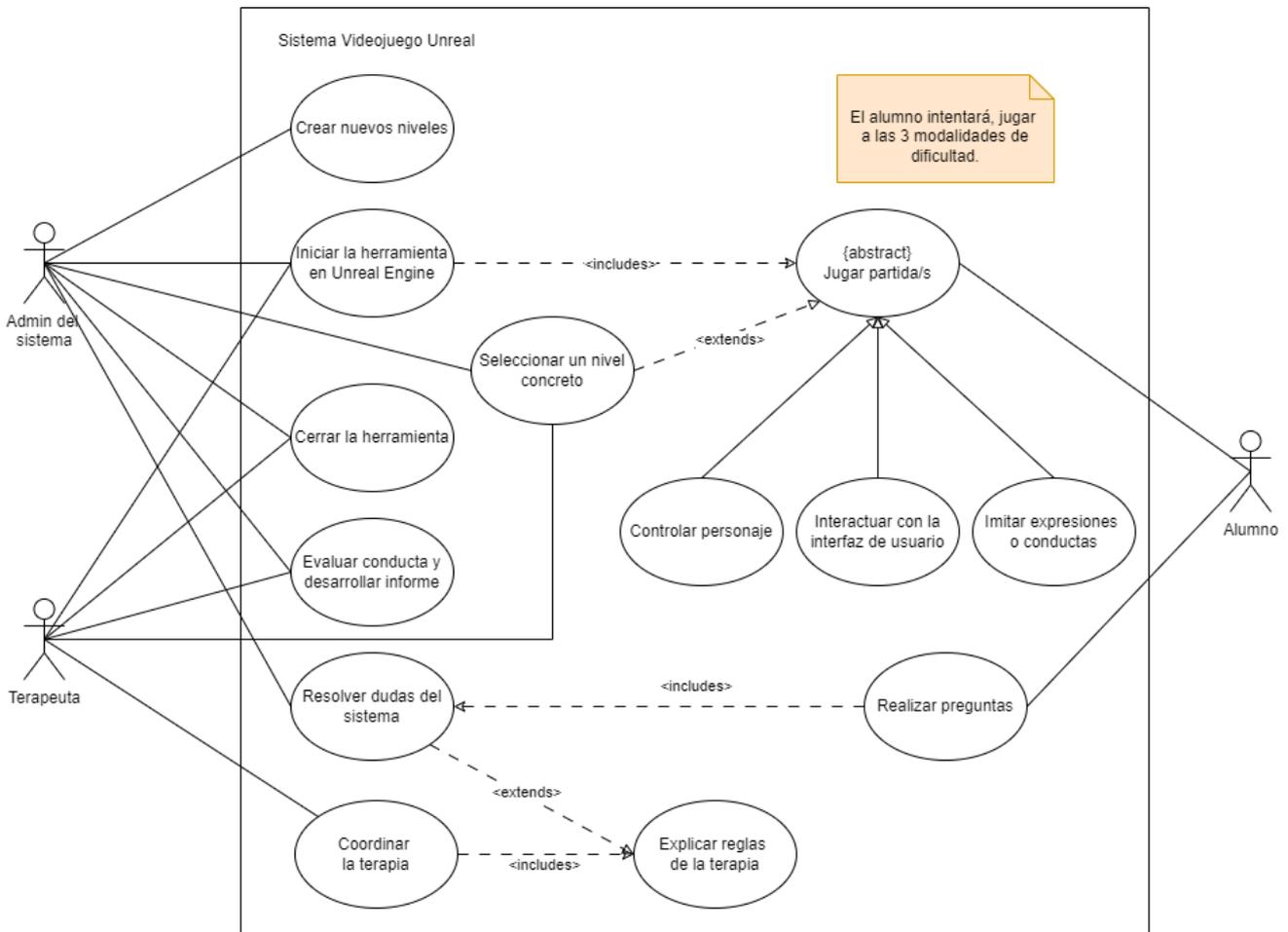


Ilustración 21 Caso de Uso - Diagrama general

A continuación, se describen los casos de uso presentados.

<b>Nombre del Caso de Uso</b>
Inicio de la herramienta
<b>Descripción</b>
Para que los alumnos puedan comenzar a usar la herramienta, el terapeuta o administrador debe de iniciar la herramienta previamente usando Unreal Engine 5 y seleccionando el proyecto desarrollado. Si se desea, se puede elegir el nivel concreto para que empiece el alumno.

<b>Nombre del Caso de Uso</b>
Jugar partida
<b>Descripción</b>
Consiste en realizar un total de 12 niveles, 4 misiones divididas en tres niveles de dificultad en las que se realizan distintas tareas. Para ello se necesita poder controlar al personaje, interactuar con alguna interfaz simple e incluso se pide al alumno imitar alguna expresión.



### Nombre del Caso de Uso

Selección de nivel

### Descripción

El administrador del sistema o terapeuta puede elegir un nivel el particular si lo desea antes de ejecutar la herramienta. Se puede realizar si se ha producido un fallo en tiempo de ejecución y se desea volver al nivel donde se encontraba el alumno.

### Nombre del Caso de Uso

Cerrar herramienta

### Descripción

Se finaliza la ejecución de la herramienta, impidiendo a los alumnos realizar actividades con ella.

### Nombre del Caso de Uso

Evaluación de conducta

### Descripción

Mientras un alumno este empleando la herramienta bajo la supervisión del tutor o terapeuta, se debe anotar las posibles reacciones del alumno y su destreza usando este nuevo método en la terapia. Se observa si ayuda en la comprensión de expresiones y fomenta conductas positivas a través de una herramienta más innovadora, lúdica, pero manteniendo el un carácter didáctico.

### Nombre del Caso de Uso

Coordinación de la terapia

### Descripción

Se debe coordinar al alumnado presente en la terapia sobre las reglas generales durante la sesión y se debe introducir la herramienta que emplearán posteriormente. El administrador puede también aportar reglas sobre el funcionamiento del juego y en caso de que haya alguna duda poder resolverlas.

## 5.3 ASI 3: ANÁLISIS DE LOS CASOS DE USO

En el análisis se describen de forma más detallada los casos de uso identificados en el apartado anterior, mostrando los pasos a seguir en el proceso estándar o posibles escenarios alternativos que surjan.

### 5.3.1 Caso de Uso 1 – Inicio de la herramienta

Inicio de la herramienta	
<b>Precondiciones</b>	El terapeuta posee la tecnología requerida para comenzar la terapia empleando dicha herramienta.
<b>Postcondiciones</b>	Se ejecuta el proyecto, pudiendo el alumnado probar la herramienta.
<b>Actores</b>	El administrador o terapeuta podrán iniciar la herramienta.
<b>Descripción</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>(1) Terapeuta abre el software de Unreal Engine 5.</li><li>(2) Terapeuta selecciona el proyecto concreto de la herramienta.</li><li>(3) Se explican las reglas de cómo se debe emplear el material y de cómo se llevará a cabo la sesión, a su vez, se expresará cómo funcionan las mecánicas del juego didáctico.</li><li>(4) Una vez explicado, el alumnado se dispone a participar y se pone en ejecución el proyecto.</li><li>(5) El sistema muestra la pantalla de inicio.</li></ol>
<b>Variaciones</b>	<b>Escenario Alternativo 1: proyecto no se puede abrir.</b> (3') Si el proyecto no se abre, puede tener algún archivo corrupto. (4') Se notifica al administrador de dicho error.
<b>Excepciones</b>	No se puede iniciar la herramienta.

Tabla 39 Caso de Uso 1 - Inicio de la herramienta

### 5.3.2 Caso de Uso 2 – Jugar partida

Jugar partida	
<b>Precondiciones</b>	La herramienta debe haber sido iniciada.
<b>Postcondiciones</b>	Los terapeutas podrán valorar la conducta del alumno a través de la gamificación didáctica.
<b>Actores</b>	Los alumnos presentes en la terapia.
<b>Descripción</b>	<p>(1) La pantalla muestra la interfaz de inicio. (2) El alumno acepta iniciar el juego. (3) Se muestra pantalla de carga entre niveles. (4) El sistema presenta la primera misión en su dificultad más fácil. (5) El sistema muestra la interfaz concreta de cada nivel, presentando la misión y también empleándola para resolver puzles. (6) Según se avanza, el sistema mostrará los siguientes niveles hasta su fin. (7) Una vez terminados todos los niveles, el sistema vuelve a la pantalla de inicio.</p>
<b>Variaciones</b>	<p><b>Escenario Alternativo 1: alumno no desea jugar.</b> (2') El alumno decide no participar con la herramienta y salir. (3') La herramienta se cierra.</p> <p><b>Escenario Alternativo 2: alumno deja de jugar.</b> (5'') El sistema muestra la interfaz del menú, donde el alumno decide salir de la partida. (6'') El sistema solicita al usuario confirmar dicha acción. (7'') El usuario acepta y la herramienta se cierra.</p>
<b>Excepciones</b>	Algún error en tiempo de ejecución.

Tabla 40 Caso de Uso 2 - Jugar partida

### 5.3.3 Casos de Usos: Misiones

A continuación, se dividen los casos de uso según la funcionalidad principal de las misiones presentes en los distintos niveles.

#### 5.3.3.1 Caso de Uso 3 – Pasear mascota

Este caso de uso está presente en el primer tipo de misión, es decir, los tres primeros niveles que presenta la herramienta.

El objetivo se trata de enfocar la atención del usuario al tiempo restante y al seguimiento de normas, no salirse del itinerario establecido. Y estar atento al seguimiento de la mascota o si ésta se para, hacer que vuelva a seguirle.

Pasear mascota	
<b>Precondiciones</b>	La herramienta debe haber sido iniciada.
<b>Postcondiciones</b>	Analizar la conducta del alumno.
<b>Actores</b>	Alumnado
<b>Descripción</b>	(1) El jugador interactúa con el personaje del nivel. (2) El sistema muestra la secuencia donde se explica al usuario qué debe hacer para completar el nivel (seguir las señales junto con la mascota y volver a casa). (3) El jugador se acerca a la mascota y empieza a seguir las flechas indicadas para completar el recorrido. (4) La mascota comienza a seguir los movimientos del jugador. (5) Al finalizar el recorrido a tiempo junto con la mascota, el sistema pasa al siguiente nivel.
<b>Variaciones</b>	<b>Escenario Alternativo 1: personaje empieza a correr.</b> (5') La mascota comienza a correr también.  <b>Escenario Alternativo 2: jugador se aleja demasiado.</b> (5'') La mascota se para y deja de seguir al jugador. (6'') El sistema muestra una alarma al usuario a través de la interfaz y de un audio. (7'') Después de medio minuto sin que la mascota siga al jugador, el sistema pasa a la siguiente misión.  <b>Escenario Alternativo 3: tiempo se agota.</b> (5''') Una vez empezado el recorrido, si el tiempo se agota, el sistema carga el siguiente nivel.

Tabla 41 Caso de Uso 3 - Pasear mascota

### 5.3.3.2 Caso de Uso 4 – Puzle

Algunos de los niveles que presentan un puzle se enfocan en la lectura de emociones junto con la imitación, otros están basados en la abstracción o inteligencia. A través de ellos, se busca que los alumnos establezcan relaciones lógicas o matemáticas y la abstracción de objetos.

Puzle	
<b>Precondiciones</b>	La herramienta debe haber sido iniciada.
<b>Postcondiciones</b>	Los terapeutas podrán valorar la conducta del alumno a través de la gamificación didáctica.
<b>Actores</b>	Alumnado
<b>Descripción</b>	(1) El jugador interactúa con el personaje del nivel que contiene un puzle. (2) El sistema muestra al jugador la secuencia que explica el puzle que ha de completar. (3) El sistema muestra las tres posibles opciones al jugador. (4) El jugador selecciona la opción correcta a través del gamepad. (5) El sistema muestra una nueva secuencia al usuario, informándole de su acierto en la respuesta.
<b>Variaciones</b>	<b>Escenario Alternativo 1: usuario falla.</b> (4') El jugador selecciona una opción incorrecta a través del gamepad. (5') El sistema muestra otra secuencia, informando al usuario que ha fallado.  <b>Escenario Alternativo 2: usuario vuelve atrás.</b> (5') La mascota

Tabla 42 Caso de Uso 4 – Puzle

### 5.3.3.3 Caso de Uso 5 – Interacción de objetos

Este tipo de misión está enfocada en la atención del usuario, cuando recibe una serie de objetivos que completar o un conjunto de productos que debe recolectar, ejercitando la memoria.

Para la evaluación del alumnado se tiene en cuenta la atención que ha puesto el alumno en memorizar dichos productos o tareas que deba realizar, fomentando a la vez rutinas diarias aplicables en el mundo real.

Interacción de objetos	
<b>Precondiciones</b>	La herramienta debe haber sido iniciada.
<b>Postcondiciones</b>	Los terapeutas podrán valorar la conducta del alumno a través de la gamificación didáctica.
<b>Actores</b>	Alumnado
<b>Descripción</b>	(1) El jugador interactúa con el personaje del nivel que informa de los productos que debe recoger. (2) El usuario debe buscar los objetos en el nivel. (3) El usuario puede interactuar con los objetos e inspeccionarlos detenidamente. (4) El sistema muestra la opción de recoger un objeto o no. (5) Si el usuario recoge el objeto, se guarda en el inventario del usuario. (6) El objeto desaparece del nivel.
<b>Variaciones</b>	<b>Escenario Alternativo 1: usuario no coge el objeto.</b> (5') El usuario no recoge el objeto y vuelve. (6') El objeto no desaparece del nivel.

Tabla 43 Caso de Uso 5 – Interacción de objetos

## 5.4 ASI 4: ANÁLISIS DE CLASES

### 5.4.1 Diagrama de Clases

La siguiente imagen muestra el diagrama de clases global del sistema, presentando la relación de herencia empleada en la herramienta.

La imagen está disponible en los anexos en la carpeta “./documentación/uml”.

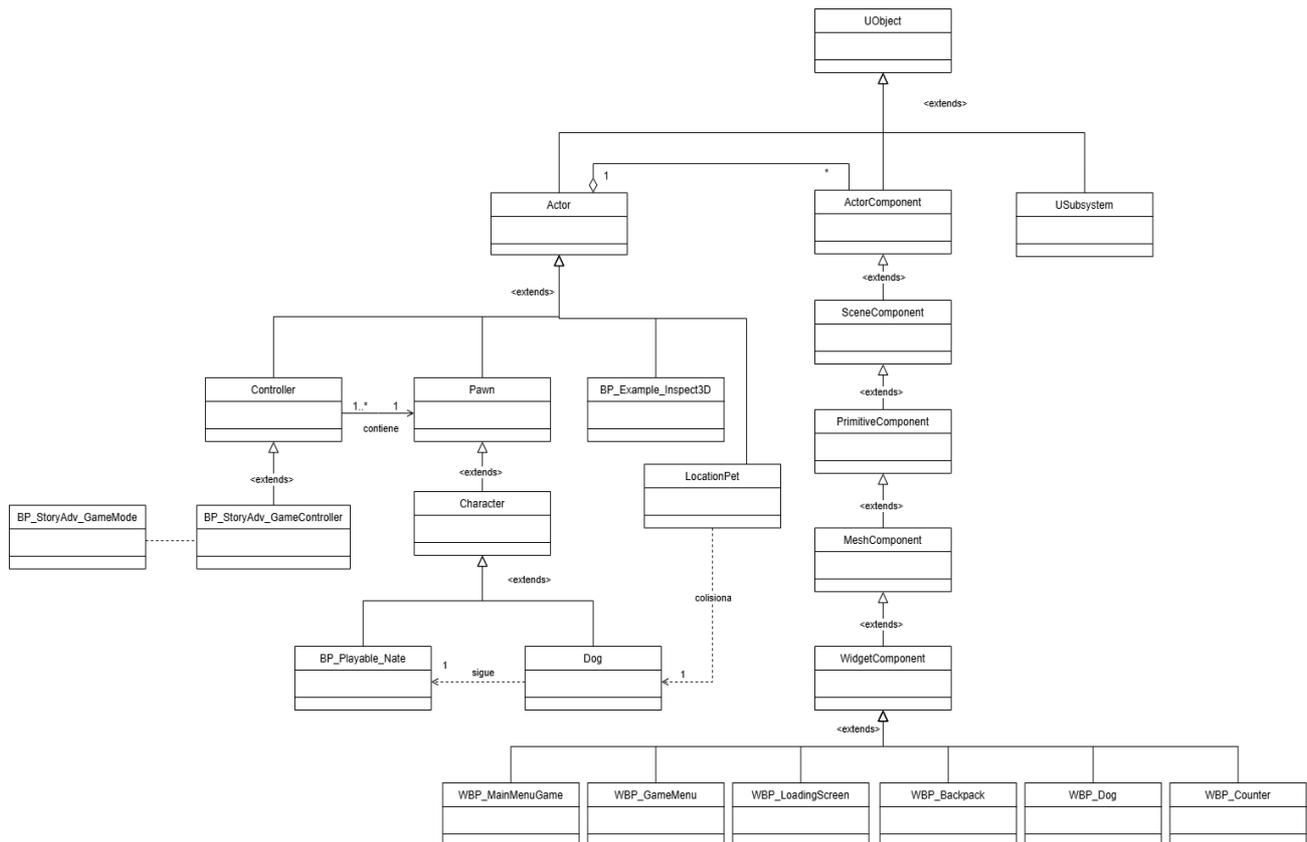


Ilustración 22 Diagrama de clases

La clase base “Actor” se emplea para clases cuya funcionalidad es simple para poder trabajar con el objeto y pudiendo colocarlo dentro del mundo virtual diseñado en la herramienta. A su vez, puede contener a otros actores, lo cual denominamos componentes. La clase “Pawn” es un “Actor” que se puede poseer y lo más importante, puede recibir inputs desde un controlador. Permite representar jugadores u otros objetos físicos dentro de la simulación

“Character” que hereda de Pawn incluye la habilidad de poder moverse dentro del mundo, a su vez, contiene físicas de colisión. Es por ello, que la clase que se selecciona como “Player Start” es “BP\_Playable\_Nate”, siendo este el objeto que los usuarios controlarán a través de un mando. Para controlarlo, se emplea la clase “BP\_StoryAdv\_GameController”, responsable de las acciones como el movimiento o el input que reciba por parte del usuario que este usando la herramienta para controlar

un “Pawn”. La clase “Dog” debe heredar de “Character”, ya que se trata de una figura necesaria en la primera misión con capacidad de movimiento.

“BP\_StoryAdv\_GameMode” contiene lógica del juego y guarda la información correspondiente con el personaje virtual controlado por los alumnos en la terapia. Definiendo el estado del jugador a lo largo de la ejecución de la herramienta.

“USubsystem” se instancia automáticamente por el motor gráfico, el cual determina también su ciclo de vida. Existe mientras haya correspondido con la propia instancia del juego, el editor, el motor o el mundo... Su uso principal es para manejar el audio.

Por último, para la creación de interfaces y widgets, se debe heredar de “WidgetComponent”, así podremos introducirlas en el espacio 3D, sus subclases serán empleadas en los distintos niveles dependiendo de la misión actual.

## 5.4.2 Descripción de las Clases

<b>Nombre de la clase</b>
BP_Playable_Nate
<b>Descripción</b>
Se trata del personaje que controlan los alumnos y puede moverse por el mundo virtual.
<b>Responsabilidades</b>
Controlar el movimiento del personaje. Controlar el movimiento de la cámara.
<b>Atributos Propuestos</b>
int minutes int seconds BP_Inventory_Item items ...
<b>Métodos Propuestos</b>

Tabla 44 Descripción clase BP\_Playable\_Nate

<b>Nombre de la clase</b>
BP_StoryAdv_GameMode
<b>Descripción</b>
Contiene la lógica específica de las “reglas del juego”.
<b>Responsabilidades</b>
Cambiar de nivel. Añadir ítems al inventario.
<b>Atributos Propuestos</b>
int leveldificulty



Int checkpointDog Name[] levels Name[] ítems ...
<b>Métodos Propuestos</b>
<b>NextLevel:</b> para pasar al siguiente nivel. <b>AddItem:</b> para añadir objetos interactivos al inventario. <b>CompareItems:</b> para comprobar que se han obtenido los productos especificados en la cuarta misión, dependiendo de la dificultad.

Tabla 45 Descripción clase BP\_StoryAdv\_GameMode

<b>Nombre de la clase</b>
BP_StoryAdv_GameController
<b>Descripción</b>
A través de los inputs del mando, el jugador puede controlar al personaje e interactuar con otros objetos al presionar botones.
<b>Responsabilidades</b>
Acciones por cada botón.
<b>Atributos Propuestos</b>
<b>Métodos Propuestos</b>
<b>OpenGameMenu y CloseGameMenu:</b> para abrir y cerrar el menú. <b>UpdateInventory:</b> actualizar el inventario si obtenemos objetos. ...

Tabla 46 Descripción clase BP\_StoryAdv\_GameController



<b>Nombre de la clase</b>
Dog
<b>Descripción</b>
En la primera misión que se presenta al jugador, se debe realizar un recorrido en 2 minutos y el perro debe seguirte en el trayecto, pero únicamente seguirá al jugador si no está muy alejado.
<b>Responsabilidades</b>
Sentir la presencia del jugador Seguir al jugador Dejar de seguir Alertar al jugador
<b>Atributos Propuestos</b>
boolean IsOnTheFloor int minutes int seconds
<b>Métodos Propuestos</b>
<b>SensePlayer:</b> el jugador debe estar en frente del perro para poder verlo y seguirlo. <b>FollowPlayer:</b> si el jugador está cerca, le seguirá. <b>DogAlarm:</b> muestra una alarma en forma de widget, cuando deja de seguir al jugador. <b>StartCounter:</b> el recorrido se realiza con una cuenta atrás, la primera vez que sigue al jugador empieza. <b>UpdateSpeed:</b> el jugador puede correr, para realizar el recorrido más rápido, entonces el perro empezará a correr también. <b>LayOnTheFloor:</b> cuando el jugador está lejos.

Tabla 47 Descripción clase Dog

<b>Nombre de la clase</b>
LocationPet
<b>Descripción</b>
Sirve como marcador para saber si el perro nos sigue a lo largo del recorrido.
<b>Responsabilidades</b>
Comprobar si el perro pasa por el checkpoint.
<b>Atributos Propuestos</b>
BoxCollision box
<b>Métodos Propuestos</b>
<b>OnComponentBeginOverlap (Dog):</b> evento llamado cuando colisiona con un objeto.

Tabla 48 Descripción clase LocationPet



<b>Nombre de la clase</b>
BP_Example_Inspect3D
<b>Descripción</b>
Se emplea en aquellos objetos con los que el jugador podrá interactuar y poseer, como por ejemplo un producto de un supermercado.
<b>Responsabilidades</b>
Interactuar con el jugador. Añadir objeto al inventario.
<b>Atributos Propuestos</b>
<b>Métodos Propuestos</b>
<b>ReadDataFromDataTable:</b> lee los datos correspondientes de una datatable. <b>UpdateInteractionHUD:</b> actualiza la interfaz que se muestra al usuario al interactuar con el objeto. <b>DisableInteraction:</b> deshabilita la interacción.

*Tabla 49 Descripción clase BP\_Example\_Inspect3D*

## 5.5 ASI 5: DEFINICIÓN DE INTERFACES DE USUARIO

El uso de interfaces de usuario y otros elementos audiovisuales dentro de la herramienta, facilita la comprensión y la capacidad de asociación del alumnado TEA. Por esta razón, las interfaces presentes deben ser simples, intuitivas y claras, no se puede sobrecargar de información ya que dificultaría su comprensión para los usuarios.

### 5.5.1 Definición del aspecto y comportamiento de la interfaz

#### 5.5.1.1 Pantalla de inicio

Al iniciar la herramienta, esta es la primera interfaz que se muestra al usuario, la cual tiene un tono infantil y escolar acorde a la temática, reflejando el espacio en el que se realizan las terapias. Se titula “Mi vida emocional” y contiene dos botones “Jugar” y “Salir”, ambos con tooltips descriptivas para comprender su uso. Es obligatorio seleccionar una de las dos opciones.

El primer botón permite comenzar con la primera misión desarrollada, mostrando al usuario el primer nivel en su dificultad más fácil. Para activar dicho botón, el usuario puede presionar “enter” o “J” en el teclado o incluso seleccionar con el ratón. Se debe emplear el color verde para los pulsadores ON.

El último botón concluye la ejecución de la herramienta, ya sea haciendo click sobre él o pulsando las teclas “S” o escape. Al tratarse de un pulsador OFF, su color debe ser rojo.



Ilustración 23 Interfaz – Pantalla de inicio

### 5.5.1.2 Pantalla de carga

Esta simple interfaz, no contiene ninguna funcionalidad, únicamente se muestra a los usuarios mientras la herramienta carga el siguiente nivel.

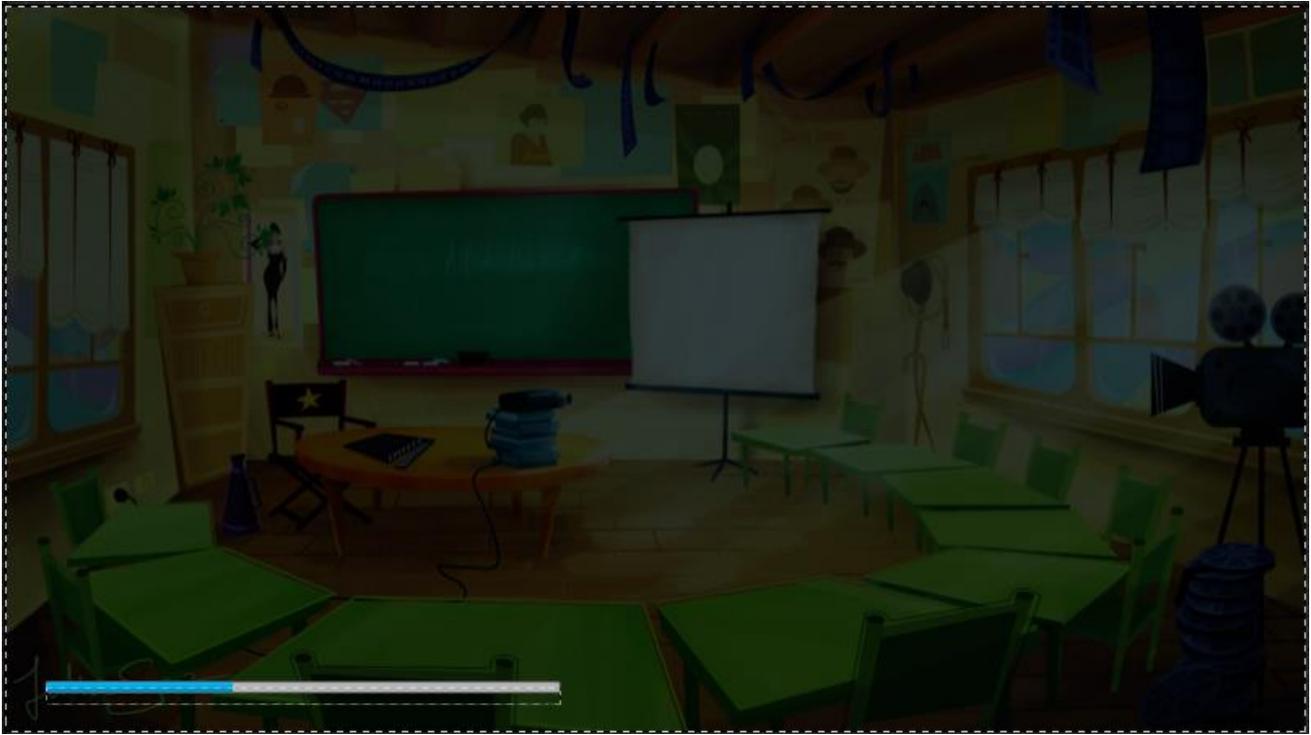


Ilustración 24 Interfaz - Pantalla de carga

### 5.5.1.3 Menú pausa

Para acceder a este menú a lo largo del juego, el jugador debe presionar pausa en el gamepad, el número 8 en la **Ilustración 44 Gamepad**. Si se desea salir del menú pausa, se puede volver a presionar este botón de nuevo.

Como se puede observar, la interfaz de pausa contiene tres botones con los que podemos interactuar a través del gamepad:

1. Continuar: se continua la misión en el nivel actual, desapareciendo esta interfaz.
2. Salir: el sistema muestra un widget de confirmación al usuario y si se acepta, será enviado de vuelta al menú principal. Si el usuario no acepta, desaparece el widget.
3. Siguiete nivel: el sistema abre y muestra el siguiente nivel, si el usuario se encuentra en el último nivel de todos, se vuelve a la pantalla de inicio.



Ilustración 25 Interfaz – Menú

Este es el widget que solicita un input obligatorio al usuario si desea salir del nivel actual.



Ilustración 26 Interfaz - Confirmación

### 5.5.1.4 Cuenta atrás y Alerta

La primera misión muestra una cuenta atrás para completar el recorrido, comienza una vez la mascota ve al usuario. Como el trayecto se debe realizar con la mascota del protagonista, si se queda atrás y se para, el sistema muestra otro widget de un perro ladrando como aviso para el usuario. Mientras el perro siga al personaje, el widget de alarma no se mostrará. El usuario no interactúa con esta interfaz, pero si la cuenta atrás llega a su fin, el sistema pasa a la siguiente misión.

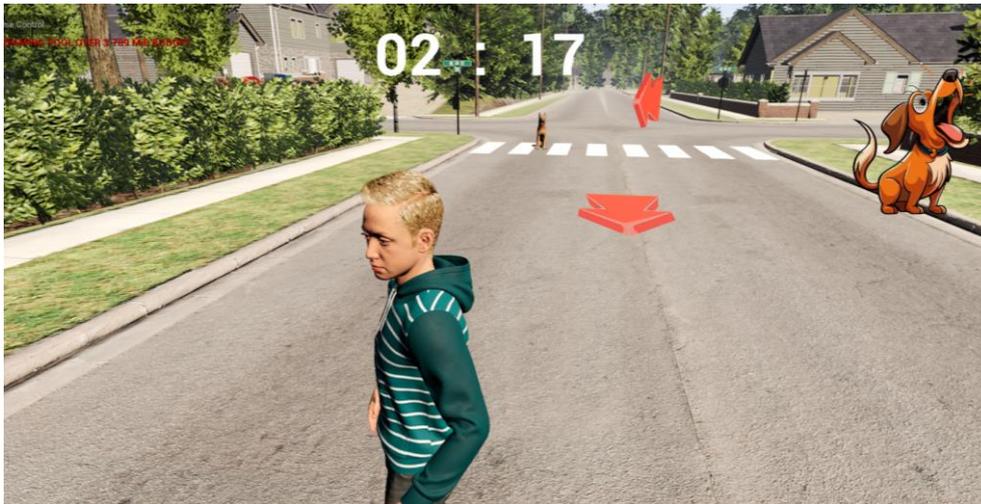


Ilustración 27 Interfaz - Cuenta atrás y Alerta

### 5.5.1.5 Puzle

Las misiones que tienen un puzle muestran al usuario tres posibles opciones, aunque solo una respuesta es válida, es un dato obligatorio. También se le permite al usuario volver atrás, para ver la secuencia con la pregunta de nuevo. Dependiendo de si la opción seleccionada es la respuesta correcta o no, a través de los botones del gamepad mostrado en la **Ilustración 44 Gamepad** Error! No se encuentra el origen de la referencia., el sistema mostrará una secuencia distinta informando al usuario si ha acertado.

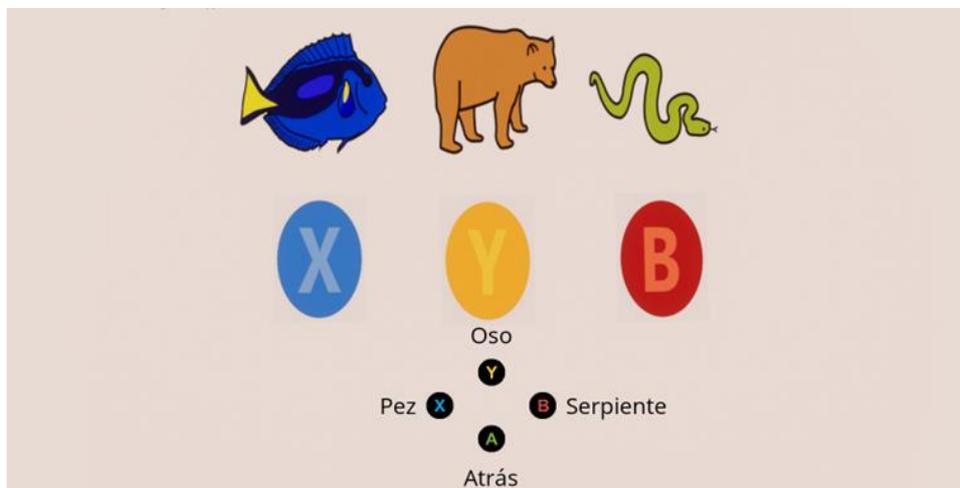


Ilustración 28 Interfaz - Puzle

### 5.5.1.6 Producto

Para la última misión se introduce una nueva interfaz de interacción con productos de una tienda, el usuario podrá inspeccionar el elemento seleccionado de cerca, a su vez, tiene la opción de recolectarlo, ya que es necesario para completar la misión obteniendo una serie de productos.

Se muestran dos botones para interactuar con el gamepad, es un dato obligatorio:

1. Coger: el objeto desaparecerá del nivel y se guardará en el inventario.
2. Cancelar: se deja de inspeccionar el producto.

Con cualquier opción, el sistema vuelve a la interfaz normal del nivel.



Ilustración 29 Interfaz - Producto

### 5.5.1.7 Inventario

Como podemos ver en la siguiente imagen, al recolectar varios productos y acceder al inventario a través del botón 4 del gamepad mostrado en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*, la interfaz muestra los objetos obtenidos permitiendo al usuario saber los elementos que ya ha conseguido.

Si el usuario todavía no ha conseguido recolectar ningún objeto, el inventario se muestra vacío con un mensaje informativo.



Ilustración 30 Interfaz – Inventario

### 5.5.2 Diagrama de Navegabilidad

En esta sección se muestra un diagrama con la navegación entre las distintas interfaces presentes mostradas en el apartado anterior y sus relaciones.

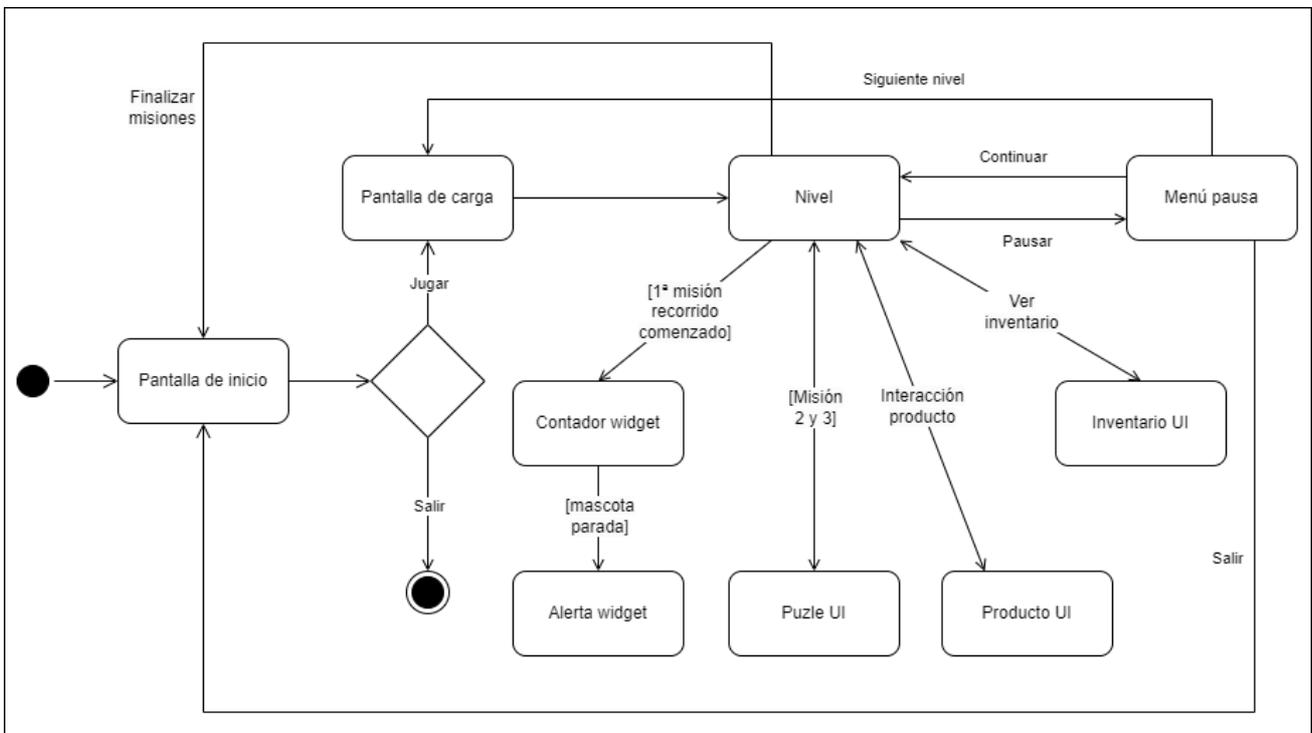


Ilustración 31 Diagrama de navegabilidad

## 5.6 ASI 6: ESPECIFICACIÓN DEL PLAN DE PRUEBAS

---

Este apartado está dedicado a las pruebas que se contemplan para asegurar el correcto funcionamiento del sistema desarrollado, con relación al diseño, desarrollo o experiencia del usuario entre otros. Gracias al plan de pruebas podemos detectar defectos, los cuales, al manifestarse errores por parte del usuario, causan problemas en el software y sus funciones requeridas provocando un comportamiento no deseado por parte del sistema.

El sistema debe funcionar de forma correcta, cumpliendo los requisitos previamente desarrollados en el apartado **ASI 2: Establecimiento de Requisitos** y a su vez, debe aportar una experiencia positiva y de calidad a los usuarios que utilizan la herramienta.

Podemos dividirlo en varios tipos de pruebas, en los cuáles se presenta un marco general de los casos de pruebas que se deben cubrir.

### 5.6.1 Pruebas Unitarias

Se basan en comprobar el correcto funcionamiento de clases individuales, las cuales deben cumplir cada una sus funciones concretas. Para poder realizar estas pruebas, se debe tener claro los objetivos del sistema y cómo debe de funcionar correctamente, por lo tanto, se harán pruebas sencillas aisladas comprobando que cada elemento presente se comporte de la manera esperada.

#### **Control de personaje:**

Debido a que la herramienta se basa en una inmersión a un mundo virtual, donde los usuarios pueden controlar a un personaje, cuyo propósito es completar una serie de misiones con tareas cotidianas, el movimiento de dicho protagonista y el manejo de la cámara es crucial para favorecer la experiencia del usuario.

#### **Entradas del usuario:**

Por otra parte, se manejan una serie de interfaces de usuario, como hemos podido ver en el punto **ASI 5: Definición de Interfaces de Usuario**, por lo tanto, se debe tener en cuenta las entradas o inputs por parte del usuario. Algunas de las entradas presentes son: clicks con el ratón, el uso de un teclado, pero se basa principalmente en el uso de un gamepad o mando a distancia.

#### **Interacción con objetos:**

A lo largo de las misiones, se presentan múltiples elementos con los que interactuar, entre ellos otros personajes o productos. Se debe asegurar que la interacción con estos objetos es la esperada, los otros personajes nos mostrarán secuencias indicando qué se debe hacer en cada misión e incluso presentarán puzzles. Los elementos inhumanos presentes podrán ser inspeccionados y también recolectados por parte del usuario si lo desea.

### Cargar niveles:

La herramienta presente múltiples niveles, un total de 12 para ser exactos, por ello se debe comprobar que dichos mapas y todos sus elementos que complementan las misiones se cargan de forma correcta y en un periodo de tiempo corto, como se especifica en los requisitos no funcionales de rendimiento.

## 5.6.2 Pruebas de Integración

### Integración con el motor gráfico:

Principalmente, se debe tener en cuenta la integración de los controles de la herramienta con el motor gráfico que se emplea, Unreal Engine 5. Los eventos de control realizados por el usuario deben estar reflejados a partir de distintas acciones, las cuales son mostradas al usuario a través de la interfaz mientras la herramienta está en proceso de ejecución.

La herramienta presenta varios eventos de control a través de:

1. Gamepad: principalmente se emplea este.
2. Mouse
3. Teclado

### Integración con servicios externos:

Para el desarrollo de la herramienta nos hemos apoyado en otros servicios:

1. MetaHuman: empleado para la creación de personajes.
2. Quixel Bridge: necesario para importar dichos modelos visuales en el diseño.

Por ello, se debe comprobar que esos servicios sean compatibles con el proyecto desarrollado.



*Ilustración 32 Logotipo MetaHuman*



*Ilustración 33 Logotipo Quixel Bridge*

## 5.6.3 Pruebas de Usabilidad

### **Compresión de instrucciones:**

Debido a las dificultades que puede tener el alumnado TEA para la compresión de instrucciones, se debe verificar que dichas explicaciones sean sencillas y visuales para facilitar su entendimiento, pudiendo asociar las imágenes con el mundo real. Se debe comprobar la eficacia de las instrucciones audiovisuales en el alumnado y cómo reaccionan a ellas.

### **Navegación de las interfaces:**

Las interfaces deben ser intuitivas para sus usuarios y no deben de ser muy complejas, ya que tratamos con niños pequeños y jóvenes con dificultades para la compresión de instrucciones.

### **Interacción social:**

La gran importancia de este estudio se basa en cómo reaccionan los alumnos ante este tipo de herramienta visual y didáctica en las terapias, más adelante se muestra el estudio finalizado con sus conclusiones. Por esta razón, es tan importante tener en cuenta la reacción y los estímulos que presenten los alumnos a lo largo de la terapia.

## 5.6.4 Pruebas de Accesibilidad

### **Sensibilidad sensorial:**

Para que sea accesible a un mayor número de personas, aquellos incluso que pueden tener otro tipo de dificultades, se debe asegurar al público un ambiente tranquilo y sencillo accesible a todos los públicos.

### **Ayuda visual y auditiva:**

Para favorecer la compresión de los usuarios, especialmente aquellos más jóvenes o con una mayor dificultad cognitiva para entender el lenguaje verbal o escrito, el sistema debe aportar tanto elementos visuales como imágenes o subtítulos y usar elementos auditivos, reforzando la compresión del lenguaje en el alumnado.



## 5.6.5 Pruebas de Rendimiento

### **Uso de CPU, memoria y disco duro:**

Determinan si se producen cuellos de botella a lo largo de la ejecución, lo cual disminuye la calidad de la experiencia de los usuarios, debido a que afecta a su jugabilidad.

### **Pruebas de estrés:**

Se crean escenarios que emplean muchos recursos para comprobar si el sistema sufre problemas de rendimiento.

### **Configuración de gráficos:**

Se prueban distintas configuraciones de la escalabilidad de los gráficos en el motor, ya que, si estos son muy elevados, puede ocasionar problemas en el rendimiento del sistema.

# Capítulo 6 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

**FASE DE DESARROLLO**

**DSI**

## 6.1 DSI 1: DISEÑO DE CASOS DE USO REALES

### 6.1.1 Caso de Uso 2 – Jugar partida

Debido a que la estructura del juego didáctico presenta varios tipos de misiones a los jugadores, este apartado entra más en detalle sobre los distintos estados por los que pasa el sistema a lo largo de su ejecución. Podemos observar su análisis en la tabla referenciada a continuación, **Tabla 40 Caso de Uso 2 - Jugar partida**.

En total se presentan 12 niveles, para pasar al siguiente nivel el sistema presenta varias opciones:

1. Completar misión: sin importar si el usuario ha realizado bien o no la misión.
2. Saltando al siguiente nivel a través de la interfaz de pausa: su uso se debe principalmente para aquellos casos en los que el paciente no consigue avanzar, ya sea por falta de comprensión de la misión u otras razones. Si el sujeto no responde de manera correcta a un tipo de misión, continuará probando el resto de misiones, ya que se presentan distintas modalidades de juego con las que pueden tener mayor o menor comprensión.

#### 6.1.1.1 Diagramas de Estados

Para poder entender mejor los cambios de estado que padece el sistema, la siguiente imagen muestra la evolución de los estados, según avancen los alumnos con la herramienta a lo largo de los múltiples niveles.

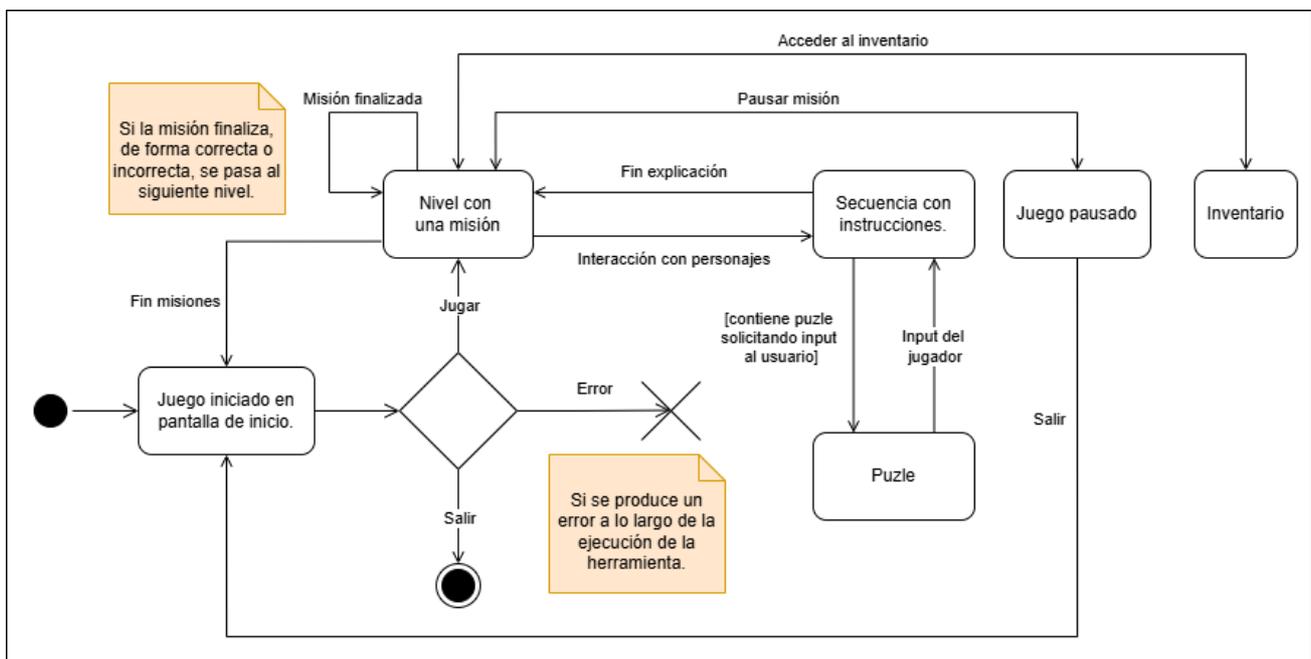


Ilustración 34 Diagrama de estados

## 6.2 DSI 2: DISEÑO DE CLASES

### 6.2.1 Diagrama de Clases

Previamente se ha mostrado una versión simplificada del diagrama de clases general del proyecto, ver **Ilustración 22 Diagrama de clases**, mostrando la relación de herencia entre clases, facilitando su comprensión al ser más sencillo.

Este nuevo diagrama contiene las relaciones entre clases, especialmente las interfaces de usuario.

La siguiente imagen muestra dicho diagrama de forma más detallada, se encuentra en los archivos anexos en la carpeta “./documentación/uml”:

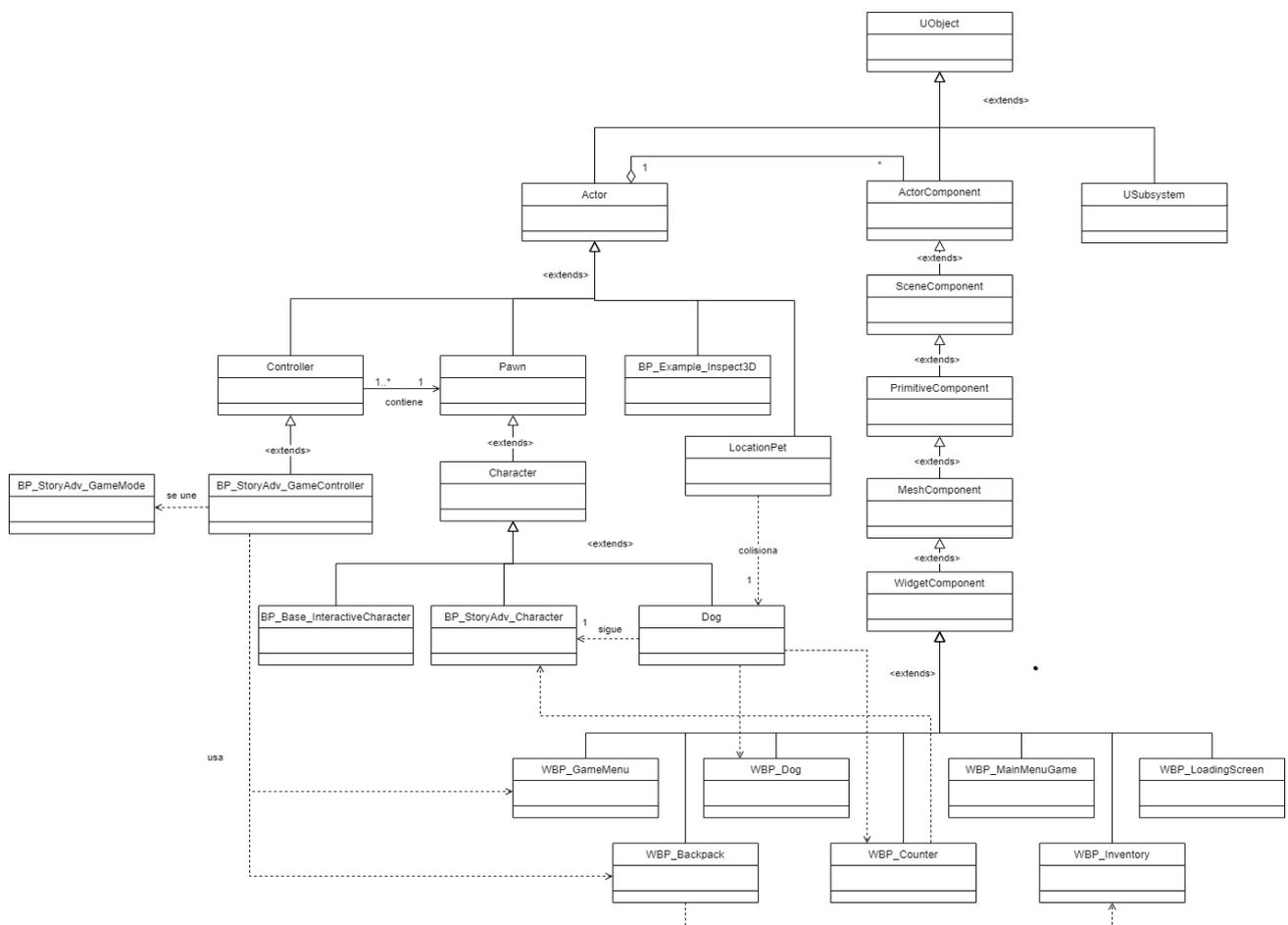


Ilustración 35 Diagrama global de clases

A continuación, se divide el diagrama global según los paquetes para poder entrar en más detalle en cada una de las clases presentes. A su vez, podemos ver en el apartado posterior como se organizan los paquetes del proyecto en **Ilustración 40 Diagrama de paquetes**.

### 6.2.1.1 Paquete Characters

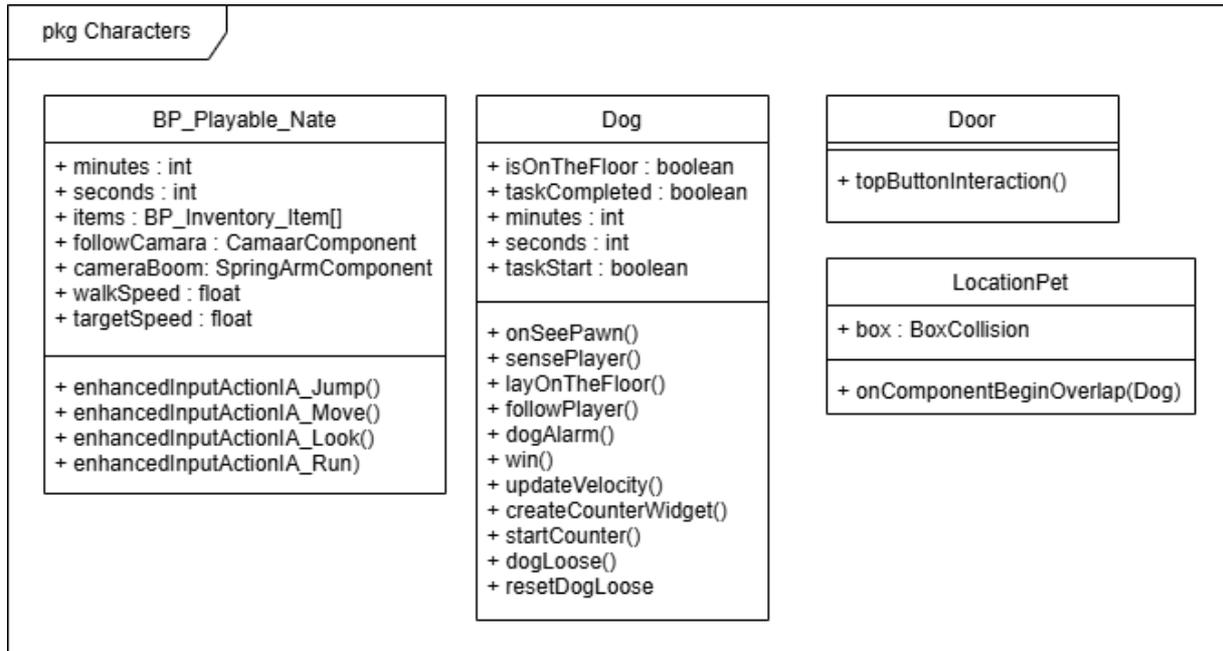


Ilustración 36 Diagrama de clases - paquete Characters

### 6.2.1.2 Paquete MetaHumans

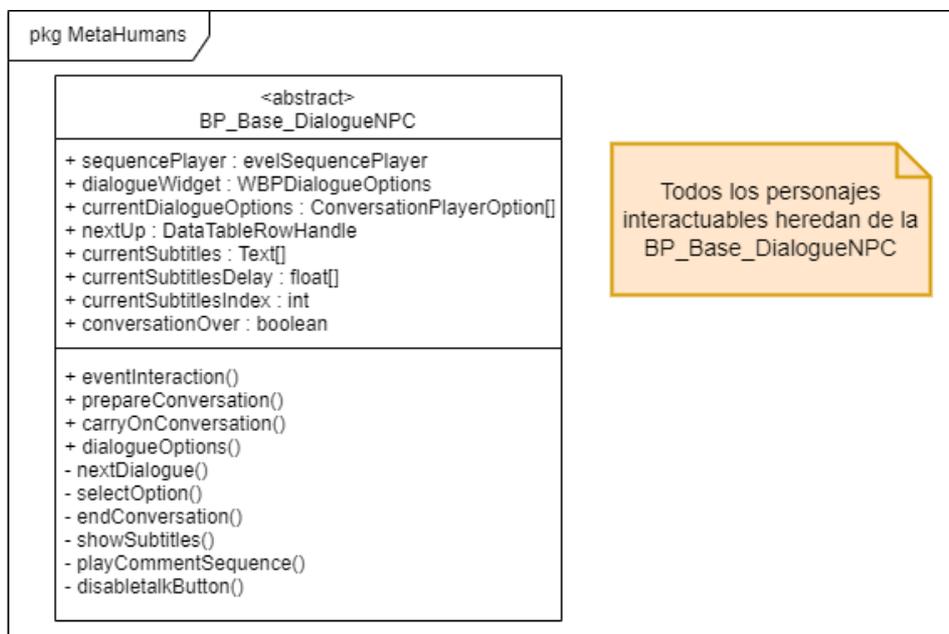


Ilustración 37 Diagrama de clases - paquete MetaHumans

### 6.2.1.3 Paquete UserInterface

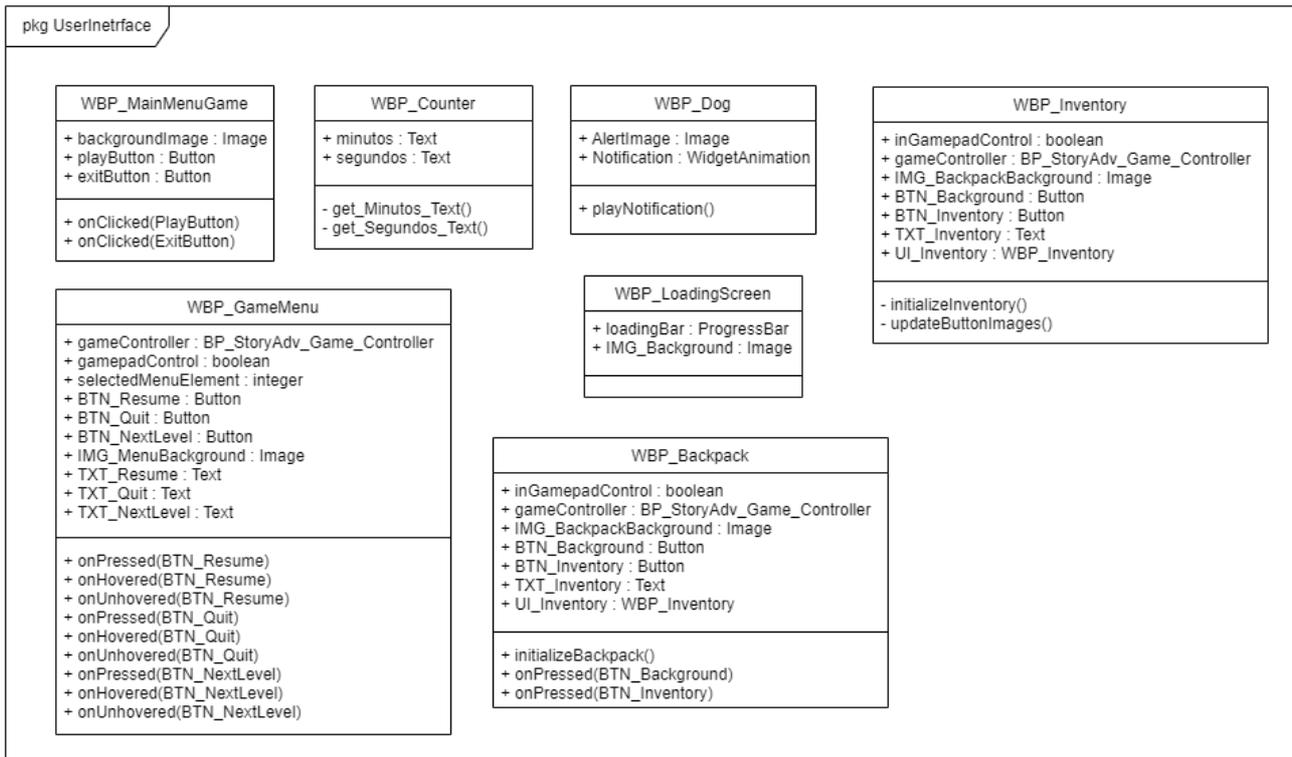


Ilustración 38 Diagrama de clases - paquete UserInterface

### 6.2.1.4 Game Mode

Esta clase define la lógica y reglas del juego, por lo tanto, es de gran importancia. Esta clase únicamente existe en el servidor y no debe contener datos que el usuario necesite conocer.

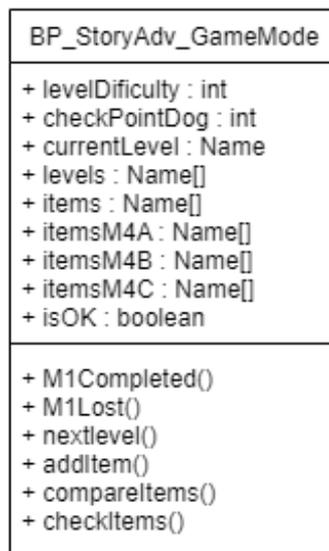


Ilustración 39 Diagrama de clases BP\_StoryAdv\_GameMode

## 6.3 DSI 3: DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE MÓDULOS DEL SISTEMA

### 6.3.1 Diagrama de paquetes

Para poder entender de forma clara como se relacionan los módulos del sistema y cómo interactúan entre sí, se muestra el siguiente diagrama; en el que cada paquete contiene clases cuya funcionalidad está relacionada entre ellas. Pudiendo mostrar una organización lógica de la organización de clases. Es especialmente importante para comprender la aplicación, ya que se trata de un sistema demasiado grande, lo cual dificulta su comprensión en otro tipo de diagramas.

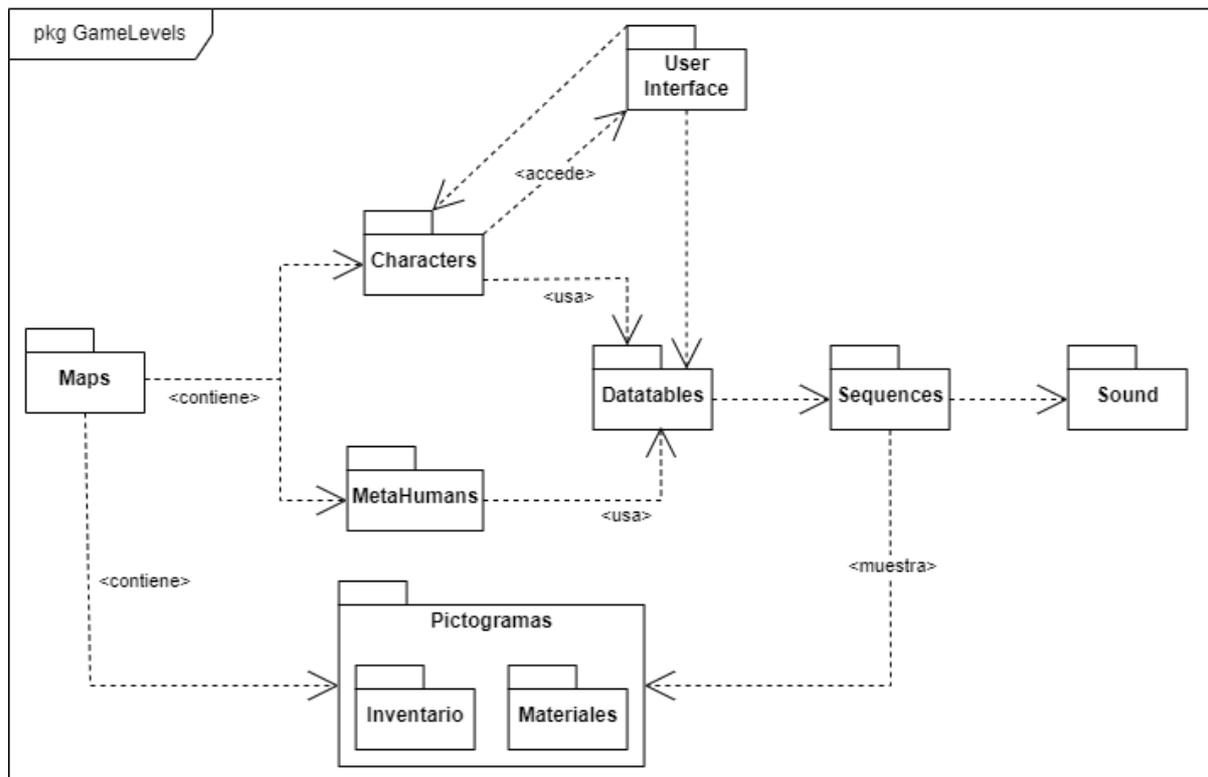


Ilustración 40 Diagrama de paquetes

### 6.3.2 DSI 3.1 Revisión de la Interfaz de Usuario

En el capítulo anterior de análisis del sistema, se muestran las interfaces finales del sistema. La definición de las interfaces definidas contiene características detalladas de su diseño y funcionalidad. Ver el apartado:

## ASI 5: Definición de Interfaces de Usuario.

La navegación entre cada ventana se muestra en el diagrama mostrado en el previo apartado, ver **Ilustración 31 Diagrama de navegabilidad**. A través de él, podemos observar las relaciones y dependencias que hay entre las distintas interfaces presentes en la simulación del juego didáctico. También ha de tenerse en cuenta el rendimiento relacionado con el tiempo de respuesta al navegar entre interfaces, para ello, ver el requisito no funcional **69RNF9**.

## 6.4 DSI 4: ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL PLAN DE PRUEBAS

Para realizar la especificación técnica a partir de las pruebas mencionadas en el capítulo **ASI 6: Especificación del Plan de Pruebas** ASI 6: Especificación del Plan de Pruebas, se divide en pequeños grupos donde se describe cómo se aplican las pruebas diseñadas previamente.

Las pruebas se realizan en un sistema HP Laptop 15s-fq2xxx de 16GB de RAM, con el sistema operativo Windows 11 y un procesador 11th Gen Intel(R) Core (TM) i7-1165G7 @ 2.80GHz 2.70 GHz.

### 6.4.1 Pruebas Unitarias

Estas pruebas se ejecutan durante el ciclo de vida del proyecto y describen las pruebas con el resultado esperado en cada una.

Jugabilidad	
Prueba	Resultado Esperado
Controlar el movimiento del personaje con el joystick izquierdo o las teclas WASD.	El personaje debe moverse a los lados en un espacio 3D según el input del usuario.
Controlar el movimiento de la cámara con el joystick derecho o el ratón.	La cámara se debe mover de forma correcta.
Interacción con los personajes: mirar pulsando Y en el gamepad.	El sistema reproduce un audio con la descripción del personaje.
Interacción con los personajes: hablar pulsando A en el gamepad.	El sistema reproduce una secuencia con audio y pictogramas, explicando la misión del nivel en el que se encuentra el usuario.
Interacción con objetos: mirar pulsando Y en el gamepad.	El sistema inspecciona el objeto de cerca y permite al usuario coger o no dicho objeto.
Coger objeto en la interacción con objetos.	El sistema almacena dicho objeto en el inventario y el elemento desaparece del nivel.
Volver atrás en la interacción con objetos.	El sistema muestra el nivel actual.
Abrir el inventario en un nivel con el botón "Back", número 4 en la <b>Ilustración 44 Gamepad</b> .	El sistema muestra el inventario con los objetos que ha recolectado el usuario.

Cerrar el inventario volviendo a presionar el botón 4 del gamepad.	El sistema muestra el nivel actual.
Abrir el menú de pausa con el botón "Start" del gamepad, número 8 en la <b>Ilustración 44 Gamepad</b> .	El sistema muestra el menú de pausa al usuario.
Cerrar el menú volviendo a presionar el botón 8 del gamepad.	El sistema muestra el nivel actual.
Seleccionar continuar con la partida en el menú de pausa.	El sistema continúa mostrando el nivel actual.
Seleccionar salir en el menú de pausa.	El sistema vuelve al menú de inicio de la herramienta.
Pasar al siguiente nivel a través del menú de pausa.	El sistema carga el siguiente nivel.
Cargar los mapas.	El sistema debe mostrar todos los niveles, junto con todos sus personajes y elementos necesarios para que el jugador complete la misión.

Tabla 50 Pruebas unitarias

## 6.4.2 Pruebas de Integración y del Sistema

Este tipo de pruebas se podrán realizar relativamente al comienzo del desarrollo, según vaya avanzando comprobaremos que estas pruebas se ejecuten de la manera esperada.

Integración del motor	
Prueba	Resultado Esperado
Comprobar la sincronización de la interfaz con la lógica implementada, por ejemplo, cuando la mascota deja de seguir al jugador en el primer tipo de misión.	Se debe mostrar el widget de alerta para informar al usuario que la mascota no le está siguiendo y debe retroceder.
Comprobar que la animación y el audio de una secuencia están sincronizadas.	El sistema debe mostrar la secuencia indicada con su audio correspondiente.
Seleccionar una opción de un puzle a través de un evento de control con el gamepad, seleccionando el botón Y.	El sistema responde al evento y muestra la siguiente secuencia definida.

Tabla 51 Prueba de Integración motor

Aquellas relacionadas con la integración de MetaHuman y Quixel Bridge son más sencillas.

Integración con servicios externos	
Prueba	Resultado Esperado

Importar recursos desarrollados en MetaHuman a partir de Quixel Bridge.	Los personajes metahumanos diseñados deben poder ser importados en Unreal Engine para posteriormente poder ser utilizados.
Verificar la correcta importación, comprobando la textura, material y malla del modelo importado.	Al emplear los modelos en un nivel, podemos observar a simple vista los problemas de escala o iluminación.

Tabla 52 Prueba de Integración servicios externos

### 6.4.3 Pruebas de Usabilidad y Accesibilidad

Para llevar a cabo estas pruebas, se emplea un cuestionario al cual responderán los usuarios basándose en su experiencia con la herramienta, a su vez, dan su opinión oral mientras lo usan en las terapias. Ya que el objetivo principal de estas pruebas es satisfacer la experiencia de los usuarios con el producto final desarrollado, facilitando la interacción con la herramienta y reduciendo el tiempo de aprendizaje, promoviendo un sistema sencillo e intuitivo.

#### 6.4.3.1 Cuestionario de Evaluación

Las siguientes tablas muestran las opiniones del alumnado respecto a las pruebas realizadas en las terapias, con relación a la funcionalidad de la herramienta, su comprensión o la calidad de los gráficos mostrados entre otras características. Se recoge la información de 12 alumnos voluntarios.

Funciones de la Aplicación				
Facilidad de Uso	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Nunca
¿Resulta sencillo el uso de la herramienta?	9	3	0	0
¿Crees que las misiones se ajustan a tus necesidades?	7	5	0	0
¿Crees que se entiende fácilmente cómo funciona la interfaz?	10	1	1	0
¿Cree que es fácil aprender cómo funciona?	9	3	0	0
¿Existe ayuda para las funciones en caso de que tenga dudas?	0	5	4	3
Funcionalidad	Siempre	Frecuentemente	A veces	Nunca
¿Funciona como te esperabas la herramienta?	8	2	2	0

¿Te parecen interesantes las mecánicas usadas en la herramienta?	8	3	1	0
¿Comprendes las instrucciones mostradas en las misiones?	6	5	1	0
¿Comprendes la navegación por interfaces?	9	2	1	0
¿El tiempo de respuesta es muy grande?	0	0	2	10
¿Te satisface usar esta nueva herramienta en la terapia?	11	1	0	0

Tabla 53 Cuestionario de Usabilidad – Funcionabilidad

Calidad del Interfaz				
Aspectos gráficos	Muy Adecuado	Adecuado	Poco	Nada
Los pictogramas empleados en las secuencias de las misiones son:	8	4	0	0
El tamaño de letra para la interacción con objetos y la interfaz es:	7	5	0	0
Los objetos y personajes que aparecen en los niveles son:	12	0	0	0
Los colores de la interfaz son:	10	2	0	0
Diseño de la Interfaz		Sí	No	A veces
¿Te resulta fácil de usar la interfaz?		12	0	0
¿El diseño de las interfaces es claro?		11	0	1
¿Crees que la herramienta está bien desarrollada?		9	0	3

Tabla 54 Cuestionario de Usabilidad - Interfaz

### 6.4.3.2 Observaciones

Respecto a la ayuda para los usuarios, tienen la posibilidad de reanudar las secuencias donde se explican las instrucciones de cada misión de forma sencilla empleando audios y pictogramas. Si no llegan a entender cómo funciona la herramienta o sus funciones, se busca que el alumno interactúe con el terapeuta en la sesión o el administrador si está presente. Esta es la razón por la que no se incluye un menú de ayuda, debido a que la investigación del proyecto busca fomentar las habilidades sociales del alumnado en el mundo real, no solo en el virtual.

### 6.4.3.3 Cuestionario para el responsable de pruebas

A su vez, se debe realizar un cuestionario para la persona encargada de realizar las pruebas, en este cuestionario se anotan aspectos observados durante la realización de pruebas con el alumnado.



<b>Aspecto observado</b>	<b>Notas</b>
Algunos usuarios se dispersan fácilmente.	Aquellos que por lo general tienen un mayor nivel de autismo o suelen ser más jóvenes, presentan mayores distracciones a la hora de realizar las pruebas. Algunos deciden no seguir las instrucciones de la herramienta y otros incluso comienzan a hablar de posibles cambios que les gustaría, pudiendo ver que el mero hecho de usar una herramienta como esta fomenta sus capacidades sociales de comunicación en algunos casos.
Tiempo en realizar las misiones.	De nuevo aquellos alumnos cuyo nivel de autismo es superior, suelen dedicar más tiempo que otros a la hora de realizar las pruebas. No es necesariamente algo negativo, ya que cumplen las reglas y participan de manera positiva en la terapia.

*Tabla 55 Cuestionario de Usabilidad - Responsable de pruebas*

## 6.4.4 Pruebas de Accesibilidad

No existe un estándar propio para la accesibilidad en los videojuegos, pero si algunos conceptos generales, los cuales promueve la adaptación accesible en esta clase de herramientas didácticas.

Uno de los mayores problemas para la accesibilidad se puede deber a la complejidad que pueden presentar los controles, dificultando el manejo y control de una herramienta. Sin embargo, otros desafíos como la comprensión de instrucciones a través de la lectura o la barrera auditiva y visual; sí pueden llevarse a cabo con mayor facilidad.

Esta tabla contiene algunas de las pruebas necesarias para hacer que el sistema sea accesible a un mayor número de personas.

Prueba	Resultado Esperado
Comprobar el acceso auditivo y visual de las secuencias de interacción.	Las secuencias que se muestran explicando la tarea a realizar en cada nivel debe contener efectos de sonido y audiovisuales, proporcionando ambas opciones a los usuarios, permitiendo que cualquier perfil pueda participar y probar la herramienta. De esta manera facilita la comprensión de los usuarios.
Proporcionar señales o alertas visuales y auditivas.	Proporcionar a los usuarios ambas opciones favoreciendo la accesibilidad sensorial en los alumnos.
Asegurar junto con los terapeutas y alumnado que las instrucciones sean claras y concisas.	Los usuarios que utilizan la herramienta en las terapias deben ser capaz de entender las instrucciones que se les transmite, estas deben de ser cortas y sencillas para ayudar al alumnado en su comprensión. Debe ser un lenguaje sencillo y accesible a usuarios de cualquier edad o nivel de autismo.
Verificar la accesibilidad de personas con sensibilidad sensorial.	La herramienta debe proporcionar un ambiente tranquilo para los usuarios, no debe haber una sobreestimulación sensorial. Para ello, se reduce la cantidad de efectos auditivos o visuales que puedan irritar al alunando TEA, empleando sonidos suaves y empleando colores que no sean demasiado llamativos.
Asegurarse que las interfaces de usuario como los menús, sean minimalistas sin sobrecargar al usuario de información.	Las UI contendrán únicamente la información necesaria, sin falta de dar demasiada información al usuario para facilitar su comprensión.

Tabla 56 Pruebas de Accesibilidad

## 6.4.5 Pruebas de Rendimiento

Para comprobar que la herramienta desarrollada funciona de manera correcta sin sufrir problemas que afecten a la jugabilidad como puede ser la lentitud o la caída de FPS (fotogramas por segundo) por el uso de recursos. Principalmente se debe a la gran demanda computacional y gráfica que presenta el sistema y el consumo de CPU y memoria.

Estas pruebas se realizan una vez completada la herramienta con todas sus funcionalidades. A partir de estas pruebas se pueden observar cuellos de botella, los cuales ralentizan la ejecución del sistema e interrumpen el flujo de trabajo esperados. Para ello se comprueban las estadísticas y porcentajes en uso del administrador de tareas, como el uso de la CPU, GPU, memoria y disco duro. A su vez, se estudia posibles caídas de FPS a lo largo de la ejecución del sistema o también tiempos medios en realizar una funcionalidad.

Prueba	Resultado Esperado
Comprobar la tasa media de FPS es correcta.	La tasa media de FPS debe ser alrededor de unos 30 FPS al ejecutar la herramienta.
Examinar el uso de la CPU, GPU, memoria y disco duro no sea excesivo.	No debe haber un sobre consumo de memoria o CPU y no sobrecargue el procesador, usando los recursos de manera eficiente, sin llegar al 100%.
Asegurarse que el tiempo medio para cargar niveles o secuencias no supera los 10 segundos.	El tiempo de carga de los niveles no debe ser superior a 15 segundos.
Verificar la jugabilidad de la herramienta a través de pruebas de estrés.	Debido a la alta cantidad de recursos que contiene el nivel y las características del equipo de pruebas, se produce una caída de FPS notable, por lo que es mejor emplear niveles sencillos que no usen demasiados recursos.
Verificar la jugabilidad de la herramienta en distintas configuraciones de escalabilidad.	El escalamiento de los gráficos de la herramienta no debe empeorar la jugabilidad del sistema, sin producir caídas de FPS que empeoren la experiencia del usuario.

Tabla 57 Pruebas de rendimiento



# Capítulo 7 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

**FASE DE DESARROLLO**

**CSI**



## 7.1 CSI 1: PREPARACIÓN DEL ENTORNO DE CONSTRUCCIÓN

---

Este capítulo se centra en la fase de desarrollo e implementación de la herramienta complementaria para terapias con personas con trastorno del espectro autista (TEA), detallando las múltiples herramientas o programas que se han usado para llevarlo a cabo, el lenguaje de programación o el empleo de algún estándar de codificación u otro tipo de normas.

### 7.1.1 Estándares y normas seguidos

Se han seguido un conjunto de estándares para implementar la herramienta:

#### **Unreal Engine's Blueprint Coding Guidelines**

Contiene un conjunto de normas y sugerencias para poder mantener el código eficiente y libre de vulnerabilidades, concreto al lenguaje visual de programación de Blueprints en Unreal Engine.

#### **RGPD (Reglamento General de Protección de Datos)**

Debe cumplirse lo establecido en dicha ley para la realización de pruebas con los alumnos presentes en la terapia, ya que se recompila información y se debe mantener la privacidad del usuario.

#### **PMBOK (Project Management Body of Knowledge)**

Se sigue dicha guía de fundamentos para gestionar un proyecto, la cual contiene principios para la gestión de planificación, desarrollo y pruebas entre otras.

### 7.1.2 Lenguajes de programación

#### **Blueprint**

Para el desarrollo de la herramienta se ha usado el lenguaje de programación visual Blueprint, se trata de un asset de Unreal Engine y consiste en un sistema de scripting y secuencias de comandos para crear funcionalidades y cualquier otro tipo de lógica a través de flujos de trabajo dividido en nodos gráficos. Estos nodos representan funciones en el lenguaje nativo de Unreal Engine, C++, que nos permite generar la lógica de una manera visual, pudiendo conectar los nodos unos con otros, creando nuestros propios flujos de lógica, dichos nodos representan distintos eventos o funcionalidades.

Este lenguaje ayuda a aquellas personas que poseen un menor conocimiento en programación, ya que, al estar integrado con el propio motor gráfico, facilita la llamada a eventos o el manejo de funciones relacionadas con las físicas de animación. A su vez, permite ser combinado con código escrito en C++. Al igual que muchos otros lenguajes de programación, sirve para almacenar contenido en propiedades y extender la funcionalidad de otras clases empleando la herencia.



Mientras que el C++ se compila a código de máquina, los Blueprints se transforman en bytecode, el cual es interpretado por la máquina virtual de Unreal (UVM). Permite cambios sin necesidad de recompilar todo el proyecto de nuevo.

Debido a que no es un lenguaje muy conocido, se explica en mayor detalle los tipos de Blueprints que existen y se han empleado para el desarrollo:

**1. Blueprint Class:**

Permite añadir funcionalidades definiendo un comportamiento determinado y se guardan como assets.

**2. Blueprint Interface:**

Define un conjunto de métodos o funciones, es la esencia del polimorfismo.

**3. Blueprint Actor:**

Se usa para añadir personajes u objetos interactivos en los niveles.

**4. Level Blueprint:**

Contiene la lógica de eventos globales para los niveles y generación de secuencias.

**5. Widget Blueprint:**

Se emplea para crear interfaces de usuario (UI), por ejemplo; el menú de inicio, pausa o el inventario del usuario. Permite editar la apariencia de la interfaz en la pestaña "Designer" del editor.

## 7.1.3 Herramientas y programas usados para el desarrollo

### Unreal Engine 5

Es la principal herramienta empleada en el proyecto, se trata del motor gráfico para poder desarrollar el videojuego didáctico. Permite la creación de mapas, interfaces de usuario y las funcionalidades de cada misión. En el previo apartado, **Unreal Engine 5**, se especifica en mayor detalle la razón para emplear este software. Para el desarrollo del proyecto se ha usado la versión 5.1.1.

### Quixel Suite

Es una herramienta de render, la cual es usada para la creación de personajes y otros materiales en los niveles. Esta herramienta está compuesta por varios programas, entre ellos Quixel Bridge, con la que podemos importar los modelos 3D generados al motor gráfico. A su vez, contiene una gran librería de recursos.

### Portal ARASAAC

Para la creación de pictogramas, los cuales se muestran en las secuencias de los niveles, se ha usado un Sistema Aumentativo y Alternativo de Comunicación (SAAC) para facilitar la comunicación con los alumnos en la terapia, a través del portal de Pictogramas - ARASAAC [12].

## Speechgen.io

Las voces de los personajes, los cuales explican al usuario las instrucciones a seguir en cada nivel han sido generadas a partir del “Convertidor de texto a voz realista y generador de voces de IA” [13], para después ser importadas al editor y añadidas a las secuencias.

Otras herramientas que han sido usadas durante el proyecto, aunque no necesariamente en la parte de desarrollo, son:

- OneDrive: para el almacenamiento de archivos.
- Microsoft 365: para llevar a cabo las pruebas con los usuarios posteriormente y realizar los estudios necesarios como el presupuesto o la planificación del proyecto.
- Draw.io: para la generación de diagramas.

## 7.2 CSI 3: EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS UNITARIAS

---

### 7.2.1 Pruebas Unitarias Automatizadas

Para realizar pruebas automatizadas sin intervención manual en el motor Unreal Engine 5, se emplea la clase Blueprint Functional Testing, se trata de un script para ejecutar un conjunto de pruebas, verificando el correcto funcionamiento del juego. Esta herramienta permite facilitar el desarrollo de pruebas según avanza el proyecto.

Este proceso automatizado facilita realizar pruebas que resultan repetitivas y sirven como verificación de la estabilidad del juego desarrollado.

#### ¿Cómo se hacen?

Primero se debe habilitar el plugin de Functional Testing. El proyecto contiene una carpeta “Test” dedicada a las pruebas, en ella se crean niveles muy sencillos para comprobar una única funcionalidad del juego, para ello se emplea un controlador que determina si la prueba automatizada falla o no. Para ello, se emplea una interfaz llamada “BPI\_SwitchControl” con una función “TurnOn”, responsabilidad para activar el controlador.

Después se crea una clase Blueprint Actor, llamada “BP\_MockSwitchControl”, la cual hereda la funcionalidad de la interfaz previa y contiene a su vez un atributo booleano. Este atributo se activa cuando se invoca el evento de activación “TurnOn”.

El controlador, “BP\_Switch”, se trata de un objeto con una caja de colisión, el cual invoca al evento de activación del target (objetivo), en este caso se trata del actor “BP\_MockSwitchControl” creado previamente.

Por último, se crea una clase Blueprint Functional Test, nombrada “BP\_SwitchTest”. Contiene la lógica que ejecuta la prueba como por ejemplo el control de un personaje dentro del nivel y la selección del target, de nuevo la clase “BP\_MockSwitchControl”. El test comprueba si el controlador



fue activado y en el caso de estar activado se finaliza la prueba de manera exitosa. Esta clase permite seleccionar el tiempo límite para realizar la prueba automatizada.

### **Demostración:**

Se ha verificado el correcto funcionamiento del control del personaje, el controlador “BP\_Switch” comprueba si el personaje colisiona con dicho objeto, en dicho caso la prueba es correcta.

Otra prueba, se comprueba el seguimiento de la mascota que se presenta en la primera misión. En este caso, se simula el movimiento del personaje y el controlador actúa como checkpoint, comprobando que la mascota pasa a través del objeto.

Para ejecutar las pruebas, se accede a la herramienta del motor “Session Frontend”, y dentro del menú de automatización y se selecciona los tests funcionales que se han desarrollado dentro del paquete “Project”.

### **Pruebas manuales:**

Es importante destacar que el uso de Blueprints no facilita el proceso de realizar pruebas unitarias. Además, suponen una gran cantidad de tiempo debido a la infinidad de posibles pruebas, suponiendo un periodo superior al desarrollo del propio juego. Por otra parte, al emplear una plantilla como se detalla en el apartado **Selección de Framework**, la realización de pruebas de este código encapsulado resulta innecesario, al estar testeado por la propia empresa Epic Games Inc.

No obstante, antes de realizar las pruebas finales con usuarios, se comprueba de forma manual todos los casos mostrados en el apartado **DSI 4: Especificación Técnica del Plan de Pruebas**.

### **Fases de Testing en un videojuego:**

Podemos distinguir varias fases:

#### **1. Prototipado:**

Para verificar los controles y funcionalidades básicas.

#### **2. Play Testing:**

Enfocado en la jugabilidad, observando como jugadores externos al proyecto interactúan con la herramienta.

#### **3. Pruebas de regresión:**

Se comprueba que las correcciones previas funcionan correctamente.

#### **4. Pruebas de aceptación:**

Valida que el juego cumple con los objetivos y el alcance establecido.

## 7.3 CSI 4: EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS DE INTEGRACIÓN

Estos son los resultados de las pruebas de integración mencionadas en el capítulo anterior.

Integración del motor	
Prueba	Resultado Obtenido
Sincronización de la interfaz y la lógica, cuando la mascota deja de seguir al jugador en el primer tipo de misión.	Una vez se para la mascota, aparece el widget de alerta y el sonido de la mascota ladrando, indicando que el jugador se ha alejado.
Sincronización de la animación y el audio en las secuencias.	Cada secuencia reproduce el audio respectivo.
Selección de una opción en un puzle a través de un evento de control con el gamepad, presionando el botón Y.	Se muestra la siguiente secuencia correspondiente, indicando al usuario si es la opción correcta.

Tabla 58 Ejecución Prueba de Integración motor

Integración con servicios externos	
Prueba	Resultado Obtenido
Importar recursos de MetaHuman a partir de Quixel Bridge.	Los personajes se importan en el proyecto de manera exitosa, generando una carpeta correspondiente a MetaHuman con todos ellos.
Verificar calidad de los recursos.	La calidad de los recursos importados es lo suficientemente realista para ayudar a la comprensión del alumnado, siendo exitosa.

Tabla 59 Ejecución Prueba de Integración servicios externos

## 7.4 CSI 5: EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS DEL SISTEMA

### 7.4.1 Pruebas de Usabilidad

En la especificación técnica de pruebas se diseña el cuestionario de evaluación, los resultados obtenidos, a partir de 12 alumnos, se muestran en la **Tabla 53 Cuestionario de Usabilidad – Funcionabilidad** y la **Tabla 54 Cuestionario de Usabilidad - Interfaz**. Se observa que los usuarios han tenido una buena experiencia con la herramienta y la encuentran lo suficientemente intuitiva.

Junto con los previos cuestionarios, la siguiente tabla basada en la Guía de Evaluación Heurística de Yusef Hassan Montero [14] cubre otros criterios relacionados a la usabilidad.

Criterios comunes de Usabilidad	¿Cumplido?
<b>Aspectos Generales</b>	
¿El aspecto (look & feel) de la herramienta se corresponde con las características y objetivos del proyecto? En este caso, un ambiente infantil de aprendizaje.	Sí
¿Es coherente el diseño del videojuego, manteniendo una uniformidad?	Sí
¿Se usa un lenguaje claro y conciso?	Sí
<b>Layout de las Interfaces</b>	
¿Se emplea la zona de alta jerarquía informativa (zona central de la interfaz <) para el contenido de información?	Sí
¿Se evita la sobrecarga de información en las interfaces?	Sí
¿Es una interfaz limpia, sin ruido visual?	Sí
¿Hay huecos en "blanco" entre los objetos informativos de la interfaz, de esta manera se descansa la vista?	Sí
<b>Elementos Multimedia</b>	
¿Se muestran fotografías con buena resolución?	Sí
¿Aportan el uso de imágenes o pictogramas valor en la comprensión de reglas, explicaciones o interfaces?	Sí
<b>Control y Retroalimentación</b>	
¿Tiene el jugador el control sobre la interfaz?	Sí
¿Se informa al jugador acerca del progreso? Por ejemplo, mientras se está cargando un nivel mostrando una barra de progreso.	Sí
¿Tiene el jugador libertad para jugar como desea?	Sí

Tabla 60 Checklist de Pruebas de Usabilidad

A su vez, el apartado Observaciones, contiene algunas aclaraciones con relación a la usabilidad.

## 7.4.2 Pruebas de Accesibilidad

Esta tabla muestra los resultados obtenidos sobre las pruebas de accesibilidad:

Prueba	Resultado Obtenido
Comprobar el acceso auditivo y visual de las secuencias de interacción.	Todas las secuencias proporcionan todos los componentes audiovisuales adecuados (pictogramas y audios).
Proporcionar señales o alertas visuales y auditivas.	Se muestran correctamente alertas tanto visuales como auditivas proporcionando mejor accesibilidad sensorial al alumnado TEA.
Comprobar que la fuente y el tamaño del texto sea legible.	Sí, es legible, facilitando la comprensión de los usuarios.
Asegurar la alineación de texto y botones en las interfaces.	Todas ellas están alineadas.
Comprobar que el texto de los botones tiene alto contraste en comparación con el fondo.	Todos los botones tienen contraste entre el texto y su fondo.
Asegurarse que las instrucciones sean claras y concisas.	Se ha verificado previamente a las pruebas con usuarios, que los alumnos comprenden las instrucciones, al ser sencillas y no mostrar demasiada información
Verificar la accesibilidad de personas con sensibilidad sensorial.	La jugabilidad proporciona un ambiente tranquilo sin estímulos innecesarios como ruidos o el uso de colores muy llamativos.
Comprobar que las interfaces de usuario sean minimalistas sin sobrecargar al usuario de información.	Las interfaces de usuario contienen la información justa y necesario para la comprensión del alumnado.

Tabla 61 Ejecución Pruebas de Accesibilidad

## 7.5 CSI 6: ELABORACIÓN DE LOS MANUALES DE USUARIO

---

### 7.5.1 Manual de Instalación

Para empezar, se necesita cumplir los requisitos mínimos y recomendaciones del sistema, detallado en la **Tabla 4 Requisitos y recomendaciones PC**.

Una vez cumplidos, se debe instalar el motor gráfico de Unreal Engine, al tratarse de un software externo que se va actualizando, se muestra en el siguiente enlace la documentación necesaria para instalar este software: <https://www.unrealengine.com/es-ES/download>. Primero se debe instalar el iniciador de Epic Games al que se debe asociar una cuenta, posteriormente, se instala el editor de Unreal Engine, para este proyecto se ha empleado la versión 5.1.1.

### 7.5.2 Manual de Ejecución

Una vez descargado el juego, podemos abrir en el explorador de archivos aquel con la extensión de archivos Unreal Tournament Game Data Format, “TPSA.uproject”, accediendo al proyecto a través del editor gráfico.



*Ilustración 41 Archivo de juego*

Por otra parte, se podría exportar el proyecto a un .exe y ejecutar dicho archivo, de esta manera no se abre el editor de Unreal. Pero debido a las limitaciones técnicas por la RAM se emplea el archivo mencionado “TPSA.uproject”.

La siguiente imagen, muestra el editor de Unreal Engine tras abrir el proyecto. Para verlo en pantalla completa se presiona la tecla de función (fn) + F11, mismo comando para salir de la pantalla completa. Para ejecutarlo, se presiona el botón verde Play o presionando Alt + P, para salir de la simulación basta con presionar la tecla escape.

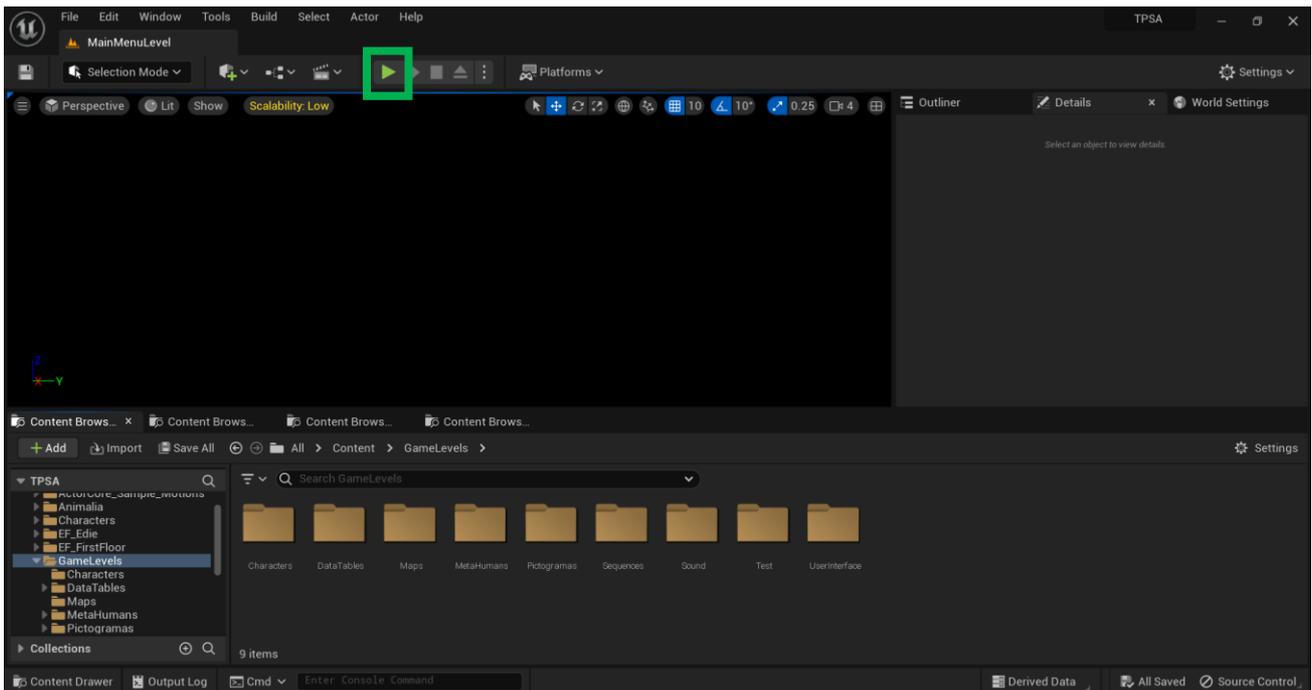


Ilustración 42 Ejecución de Proyecto en el Editor

En el editor se puede configurar la escalabilidad del renderizado, dependiendo del sistema empleado, el rendimiento puede verse afectado.

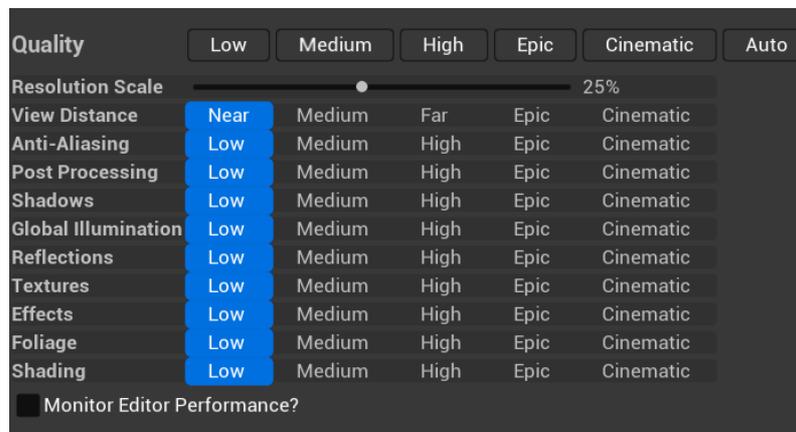


Ilustración 43 Escalabilidad en Unreal Engine

Tras ejecutar el proyecto, el sistema muestra el menú de inicio en el que el alumno puede decidir si jugar o salir, en cuyo caso finaliza la ejecución.

## 7.5.3 Manual de Usuario

En él, se explica de forma detallada el funcionamiento del juego desarrollado, permitiendo a los usuarios resolver posibles dudas acerca de las múltiples acciones presentes en la herramienta.

A continuación, se detalla en subapartados:

### 7.5.3.1 Controles y Navegación

- Movimiento del personaje: usando el joystick izquierdo (3) o las teclas W (adelante), A (izquierda), S (atrás), D (derecha).
- Movimiento de cámara: joystick derecho (1) o usando el ratón.
- Correr: presionando el botón R2 (9) mientras se mueve el personaje.
- Interactuar: botón “Y” o “A”.
- Acceder y salir del modo pausa: pulsando el botón 8.
- Acceder y salir del inventario: pulsando el botón 4.

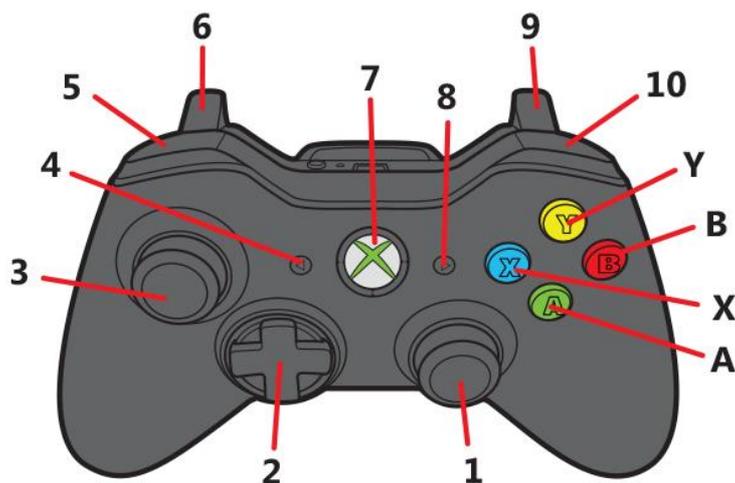


Ilustración 44 Gamepad

### 7.5.3.2 Menús del juego

#### 7.5.3.2.1 Inicio del juego

Al ejecutar el proyecto en el editor, primero se muestra la pantalla de inicio con dos posibles opciones, como se puede observar en la imagen **Ilustración 23 Interfaz – Pantalla de inicio**:

1. Jugar: el usuario comienza la partida en el primer nivel de todos, en su modalidad más sencilla.
2. Salir: la ejecución de la herramienta finaliza.

### 7.5.3.2.2 Pausa

Para pausar el juego y salir del menú, se presiona el botón de pausa en el gamepad, el botón número 8 en la **Ilustración 44 Gamepad**. No se encuentra el origen de la referencia.. Como se observa en la **Ilustración 25 Interfaz – Menú**, hay tres posibles opciones:

1. Continuar: se sale del menú de pausa y se continúa en la misión actual.
2. Salir: el sistema solicita al usuario su confirmación y en el caso de aceptar, el sistema vuelve al menú de inicio.
3. Siguiendo nivel: el sistema abre y muestra el siguiente nivel, si el usuario se encuentra en el último nivel de todos, se vuelve a la pantalla de inicio.

### 7.5.3.2.3 Puzle

Los puzles se basan en un conjunto de secuencias. La primera de todas siempre explica el ejercicio, usando pictogramas y audios con subtítulos, como la siguiente imagen.



Ilustración 45 Secuencia

La siguiente secuencia del puzle muestra las opciones que puede escoger el usuario. Si se desea volver a ver la secuencia inicial se presiona el botón A del gamepad. Según la opción escogida, la secuencia final varía, informando al usuario si ha escogido la opción correcta o no.



Ilustración 46 Puzle

#### 7.5.3.2.4 Inventario

Para acceder a este menú o salir de él, se presiona el botón 4 del gamepad, ver la **Ilustración 44 Gamepad**. Gracias a este menú, el jugador puede observar los elementos que ya ha recolectado, cuando se pasa a otro nivel, el inventario se vacía de nuevo.

La **Ilustración 30 Interfaz – Inventario** muestra el inventario con varios objetos recolectados.

#### 7.5.3.3 Misiones

En cada nivel del juego siempre aparece un personaje, el cual explica al jugador la tarea que debe realizar en dicho nivel. Para interactuar con dicho personaje, el usuario se debe acercar y seleccionar una de las posibles opciones:

1. Mirar: el sistema muestra una descripción del personaje.
2. Hablar: el sistema muestra al jugador una secuencia con pictogramas y un audio de voz con subtítulos explicando la misión que se debe completar.

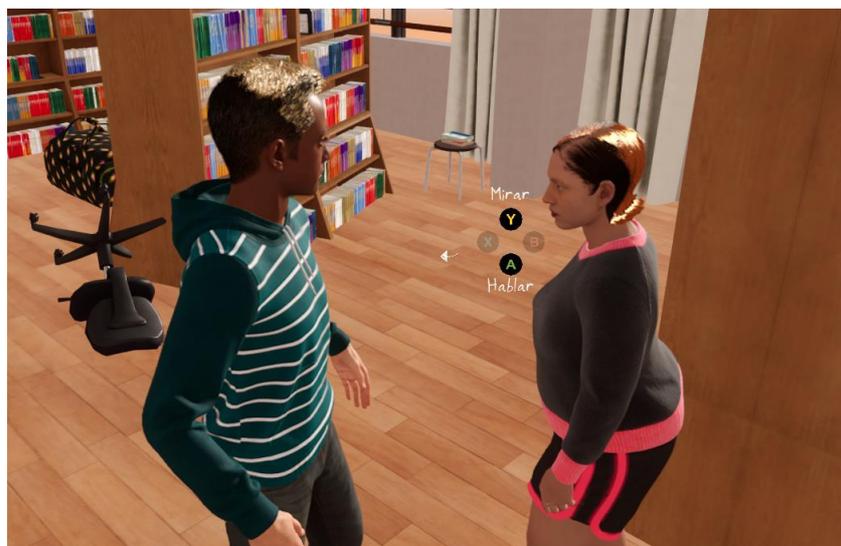


Ilustración 47 Interacción con personajes

#### 7.5.3.3.1 Misión 1 – Atención

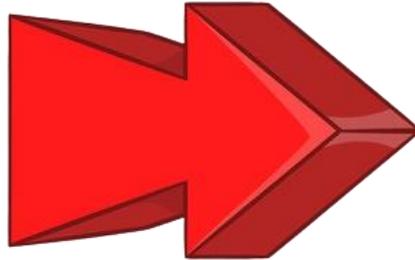
El jugador debe realiza un recorrido en el que pasea a su mascota, el perro de la siguiente imagen:



Ilustración 48 Mascota

La macota debe acompañar al jugador a lo largo del recorrido, el cual está indicado por unas flechas rojas. Para que el perro comience a seguir al jugador, éste debe estar dentro de su campo de visión a una distancia cercana. La mascota no sigue al personaje si se encuentra muy lejos, en ese momento, se sienta y comienza a ladrar. A su vez, se muestra un widget que actúa como alarma visual junto con el ladrido, informando al jugador que su mascota se ha parado y le está llamando.

Para completar la misión de forma correcta el jugador debe finalizar el recorrido en un tiempo inferior a 2 minutos y medio, la **Ilustración 27 Interfaz - Cuenta atrás y Alerta** muestra dicha interfaz.



*Ilustración 49 Flecha de seguimiento*

La dificultad aumenta empleando recorridos distintos y más largos.



*Ilustración 50 Recorrido Misión 1*

#### 7.5.3.3.2 Misión 2 - Lectura de Emociones e Imitación

Este tipo de misión se enfoca en el proceso resolución de conflictos ante situaciones negativas y la imitación. El sistema muestra a los jugadores una pelea entre dos alumnos y se emplea la funcionalidad del puzle para la lectura de emociones. También se emplea la ironía en las explicaciones, para comprobar si el usuario comprende este tipo de lenguaje.

La **Ilustración 45 Secuencia** y la **Ilustración 46 Puzle** muestran este tipo de misión.

### 7.5.3.3 Misión 3 - Inteligencia y Abstracción

Al igual que la misión anterior, esta emplea a su vez puzzles simples relacionados con la abstracción de animales y objetos.

El nivel de mayor complejidad emplea una matriz progresiva Raven como la siguiente imagen. Consisten en reconocer patrones relacionados con formas geométricas para evaluar la inteligencia y abstracción de los jugadores.

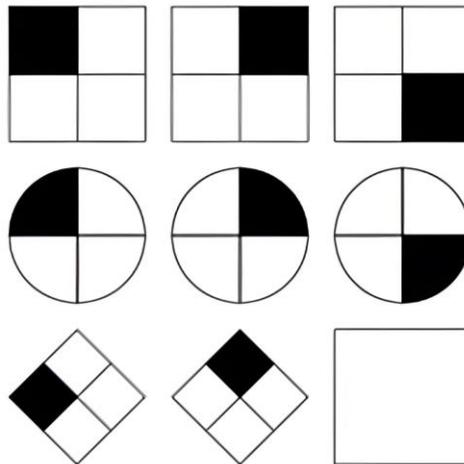


Ilustración 51 Matriz Raven

### 7.5.3.4 Misión 4 - Imitación, Comunicación y Atención

Por último, el jugador debe conseguir un conjunto de objetos indicado en cada nivel. Según incrementa la dificultad, incrementa el número de objetos que el jugador debe memorizar. Evaluando la capacidad de atención y memoria. A su vez, la habilidad de imitación para realizar tareas comunes, pudiendo interactuar con los objetos para recolectarlos en el inventario como muestra la **Ilustración 29 Interfaz - Producto**.

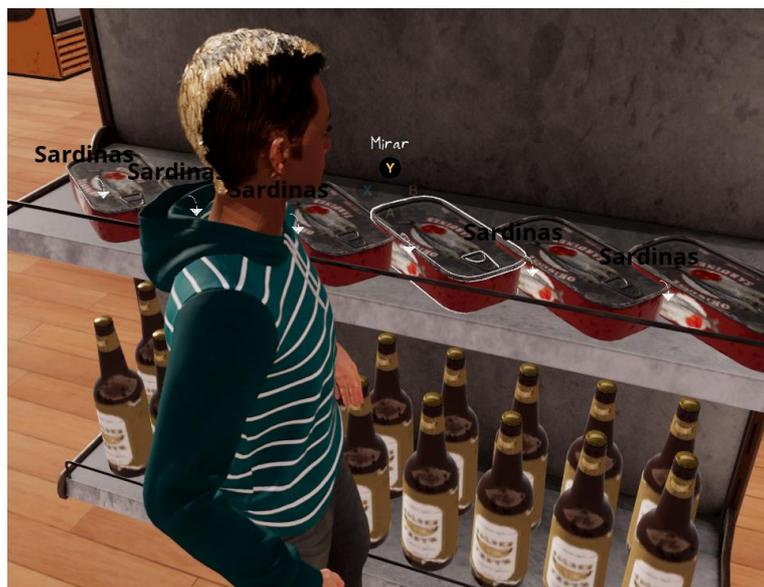


Ilustración 52 Interacción con objetos

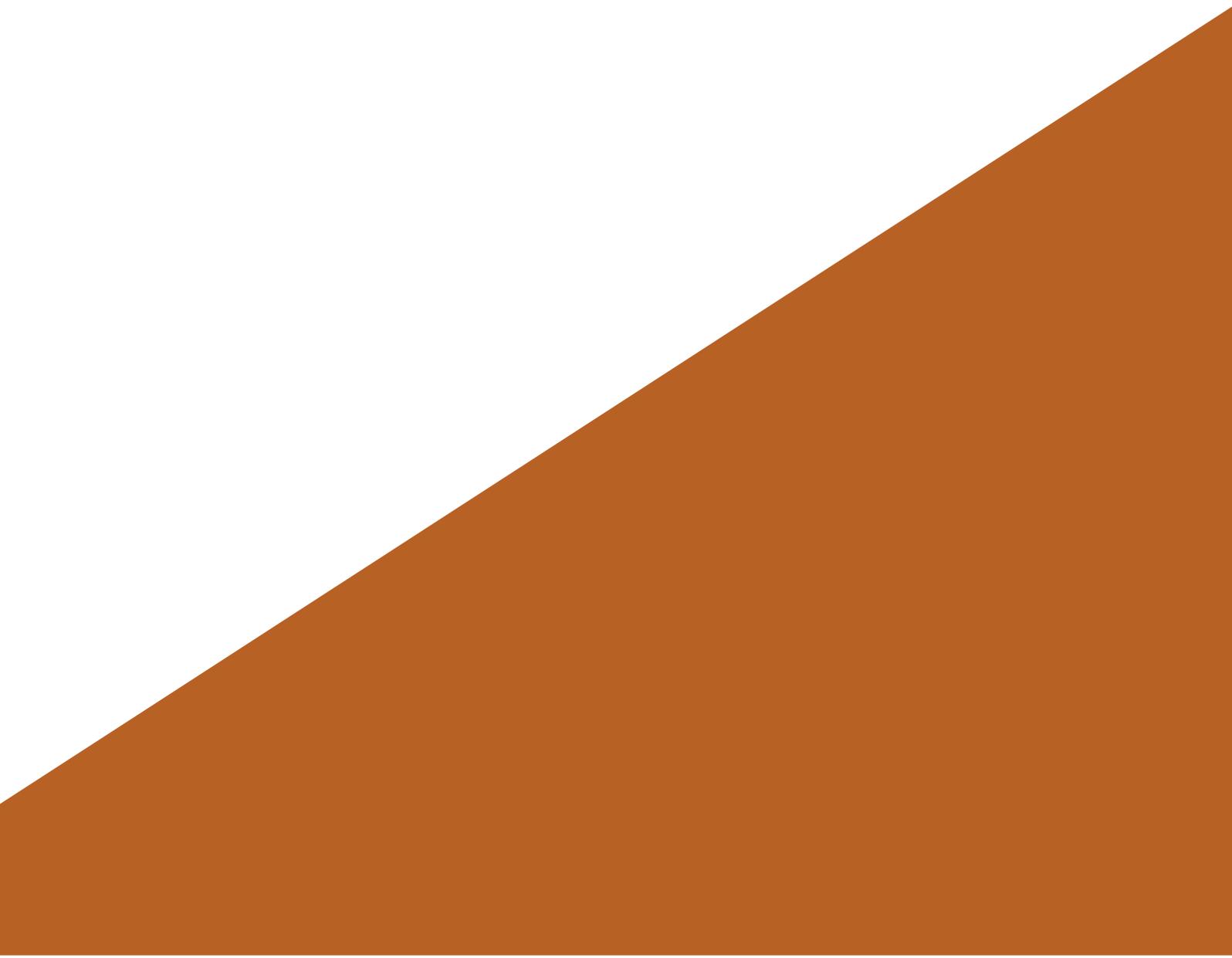
## 7.5.4 Manual del Programador

El diseño del proyecto está orientado para facilitar el cambio, así es más fácil realizar posibles modificaciones o ampliaciones futuras.

La estructura se compone de múltiples carpetas dentro del directorio, estas son las principales:

- TPSAT: contiene toda la lógica importada de la plantilla “Third Person Story Adventure Template”. Las carpetas más importantes son:
  - Blueprints:
    - Core: contiene la estructura principal del juego en las clases “BP\_StoryAdv\_GameMode” y “BP\_StoryAdv\_Game\_Instance”, el modo y la instancia del juego. También contiene la clase que maneja el input del usuario a través del gamepad con la clase “BP\_StoryAdv\_Game\_Controller”.
    - Character: proporciona el control del personaje y la cámara.
    - Intercative Actors: contiene la interfaz para la interacción con objetos y personajes del juego.
  - UserInterface: se reutilizan algunas interfaces como el menú de pausa o el inventario.
- GameLevels:
  - Characters: presenta personajes como la mascota u otros actores como el checkpoint.
  - Datatables: contiene las tablas de datos relacionadas con la interacción de objetos y personajes.
  - Maps: contiene los múltiples niveles, cada uno con una misión.
  - MetaHumans: contiene los recursos importados de Quixel Bridge, en ellos se crean los personajes NPC (non-playable characters) y el protagonista de la historia, Nate, personaje que controla el jugador.
  - Pictogramas: almacena las texturas y materiales de los pictogramas y otros objetos.
  - Sequences: en ella se encuentran las secuencias al interactuar con otros personajes.
  - Sound: esta carpeta almacena los sonidos.
  - Test: se encuentran los tests automatizados.
  - UserInterface: contiene las múltiples interfaces; menú, inventario...
- El resto de carpetas están relacionadas con assets importados al juego, los materiales o texturas.

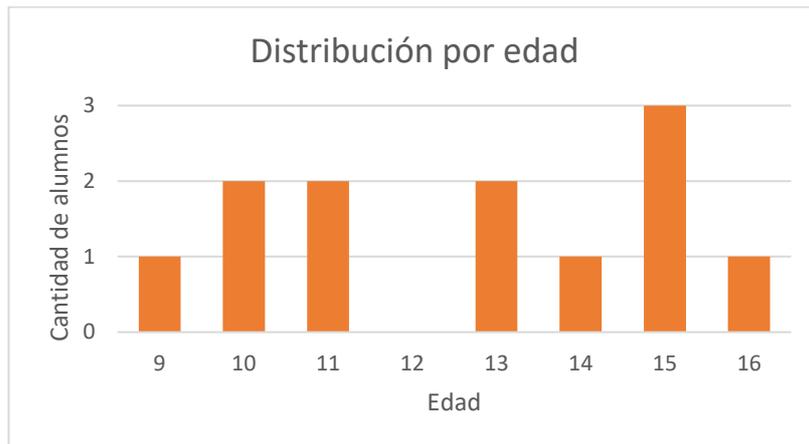
# Capítulo 8 CONCLUSIONES Y AMPLIACIONES



## 8.1 MUESTREO

Las pruebas con alumnos voluntarios con Trastorno del Espectro Autista se han llevado a cabo en la asociación ADANSI en Oviedo y Gijón, España en mayo y junio de 2024. Con una participación total de 12 alumnos, entre las edades de 9 a 16 años.

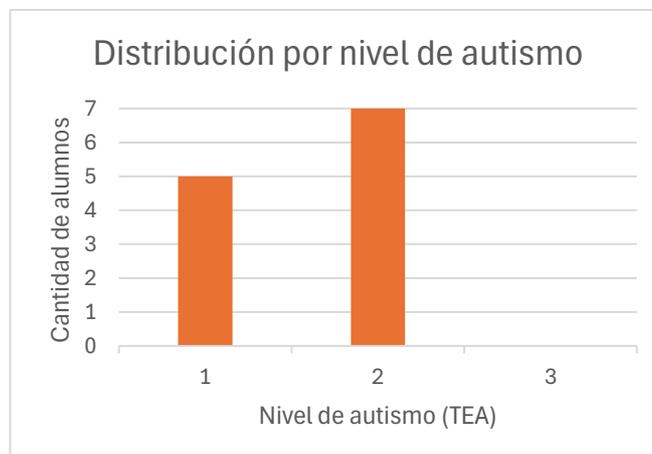
La siguiente gráfica refleja la cantidad de alumnos según su edad y se observa que no hay alumnos de 12 años y hay un máximo de 3 alumnos con 15 años.



Gráfica 1 Distribución por edad

Por otra parte, no se han tenido en cuenta alumnos con nivel 3, ya que presentan un mayor desafío para llevar a cabo el estudio. Para empezar, necesitan un apoyo intenso por parte de los terapeutas, dificultando las pruebas con la herramienta de forma autónoma, además son más resistentes al cambio en cuanto a rutinas. También poseen mayor dificultad para comunicarse, pudiendo no utilizar un lenguaje verbal. Estas dificultades requieren otro enfoque para desarrollar las pruebas, por lo que no se tiene en cuenta estos usuarios en el estudio de este proyecto.

Los alumnos con autismo de nivel 1 presentan el 42% del total, mientras que los de nivel 2 son el 58% restante. Esta gráfica muestra la cantidad de alumnos que han participado según su nivel de autismo:



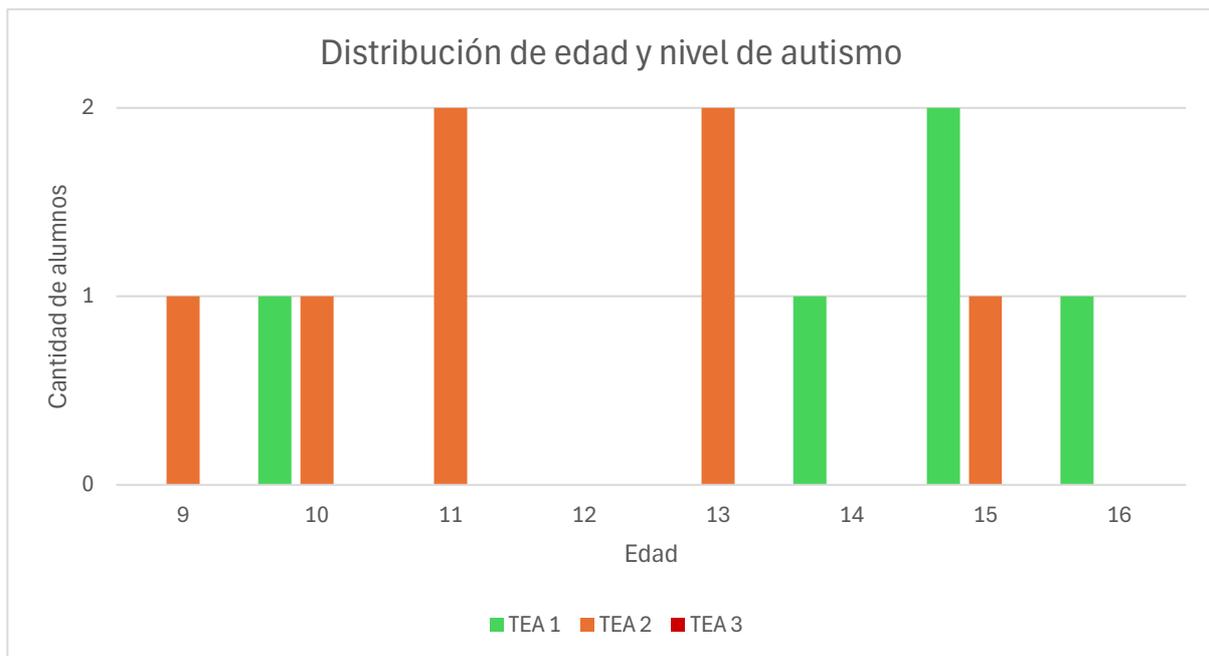
Gráfica 2 Distribución por nivel de autismo

A su vez, es destacable ver que el 75% del alumnado es masculino y el 25% restante femenino, como se observa en este gráfico:



Gráfica 3 Distribución por sexo

Esta última gráfica representa la cantidad de alumnos según su edad y grado de autismo:



Gráfica 4 Distribución por edad y nivel de autismo

Cabe destacar que 3 usuarios particulares poseen otro tipo de trastorno adicional, uno tiene déficit de atención con hiperactividad (TDH), otro posee limitación cognitiva y un último que posee ambos. Estos tres alumnos tienen nivel 2 de autismo.



## 8.2 EVALUACIÓN DEL ALUMNADO

---

Tras realizar las pruebas finales con los 12 alumnos y haber completado la rúbrica desarrollada en el apartado **Cuestionario de evaluación**, se realiza el estudio comparando las diferencias entre el alumnado con nivel 1 y 2 de autismo. El documento Excel de evaluación con todas las tablas completas se incluye en los anexos.

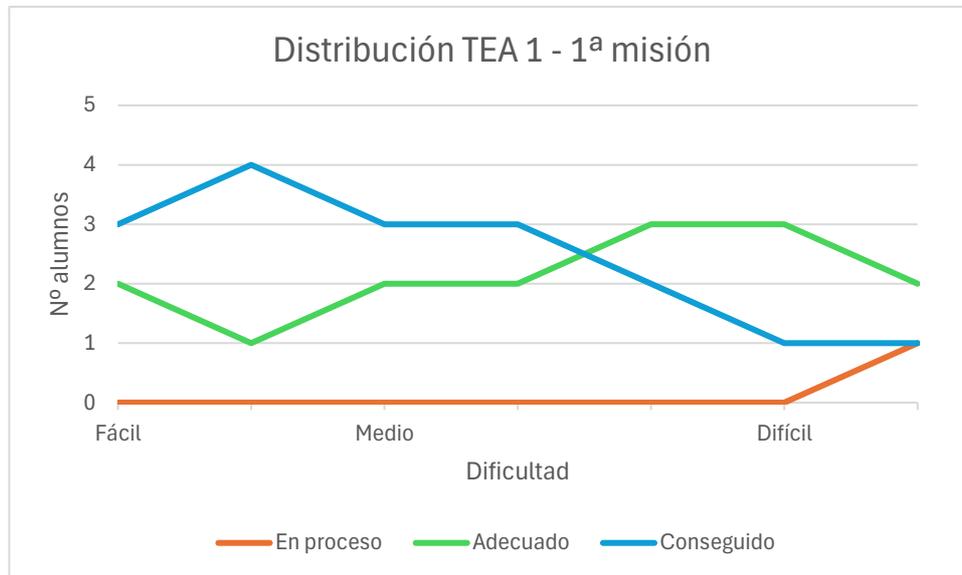
Para empezar, se recolectan los datos de todos los alumnos y se filtran según su grado de autismo. Las áreas de evaluación más relevantes en el proyecto son aquellas enfocadas en las misiones que presenta el juego, por ello el estudio se centra en ellas. Como se observa en la **Tabla 18 Evaluación Misión 1**, se evalúa al jugador en una escala de 1 al 5 (Sin iniciar y Conseguido respectivamente).

Para comparar resultados, se muestran unas gráficas que representan el desempeño del alumnado según su nivel de autismo en cada misión. Para facilitar la comprensión de estas gráficas y que no contengan demasiado ruido visual, únicamente se incluye la cantidad de alumnos dentro de la escala del 3 al 5 (En proceso, Adecuado y Conseguido). Siendo la serie azul “Conseguido” la más relevante de todas, con la cual se basa la evaluación del alumnado.

A continuación, se divide la evaluación según la misión:

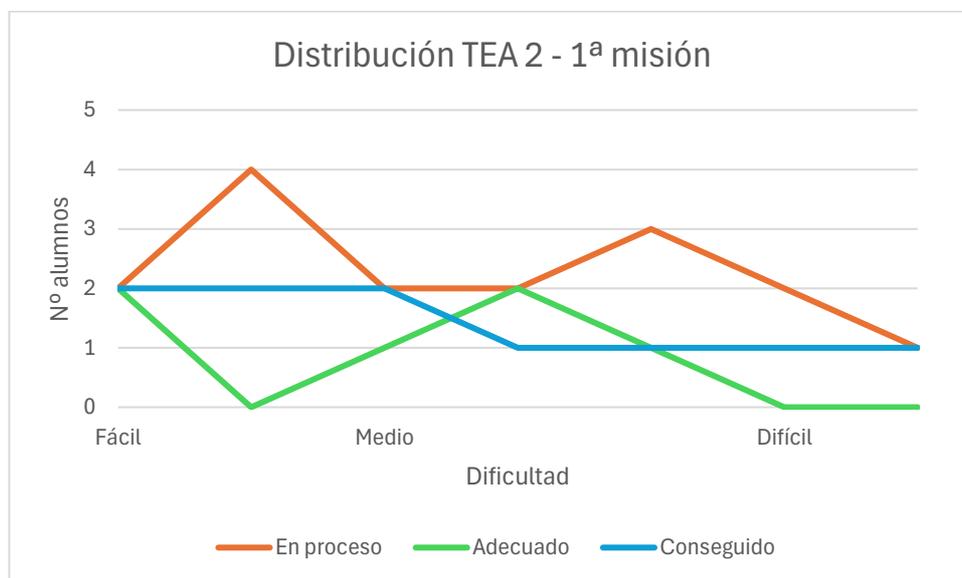
## 8.2.1 Primera Misión

Al comienzo, en los alumnos de nivel 1, se observa un pico de 4 alumnos los cuales muestran gran atención al seguimiento de la mascota y también consiguen realizar el recorrido a tiempo, cuando la dificultad es más sencilla. En el nivel más complejo, se observa que estas cifras decrecen a 1, debido a que el recorrido es más largo y presenta más obstáculos.



Gráfica 5 Distribución TEA 1 - 1ª misión

Sin embargo, para los alumnos de nivel 2, el pico más alto en la serie “Conseguido” es únicamente 2.

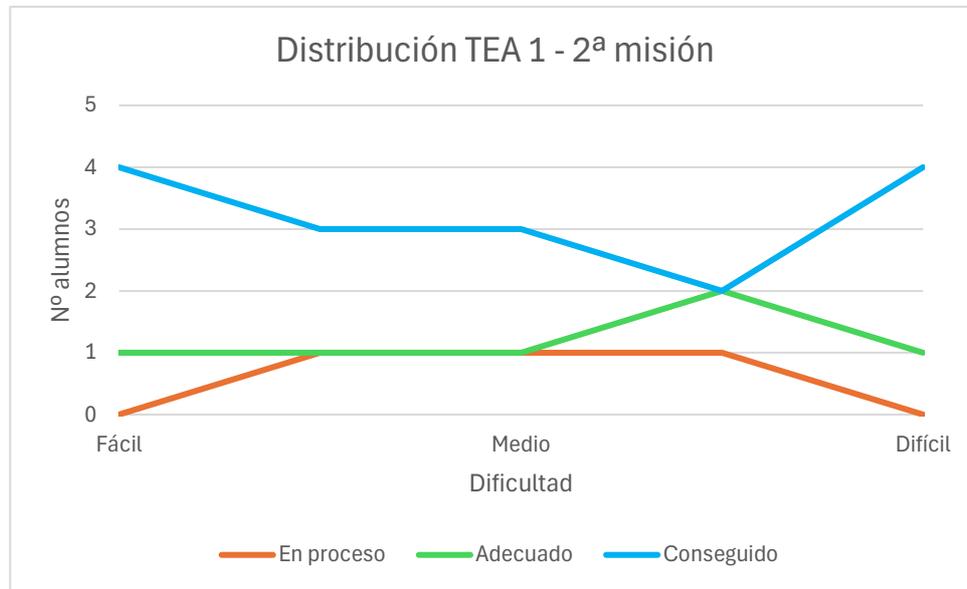


Gráfica 6 Distribución TEA 2 - 1ª misión

En ambas gráficas se observa que a medida que avanza la dificultad, el número de alumnos que obtienen la puntuación “Conseguido” disminuye. Sin embargo, dicho decrecimiento es más evidente en los alumnos de nivel 2 de autismo que, a pesar de que el número de personas en este grupo es superior, sus cifras son inferiores.

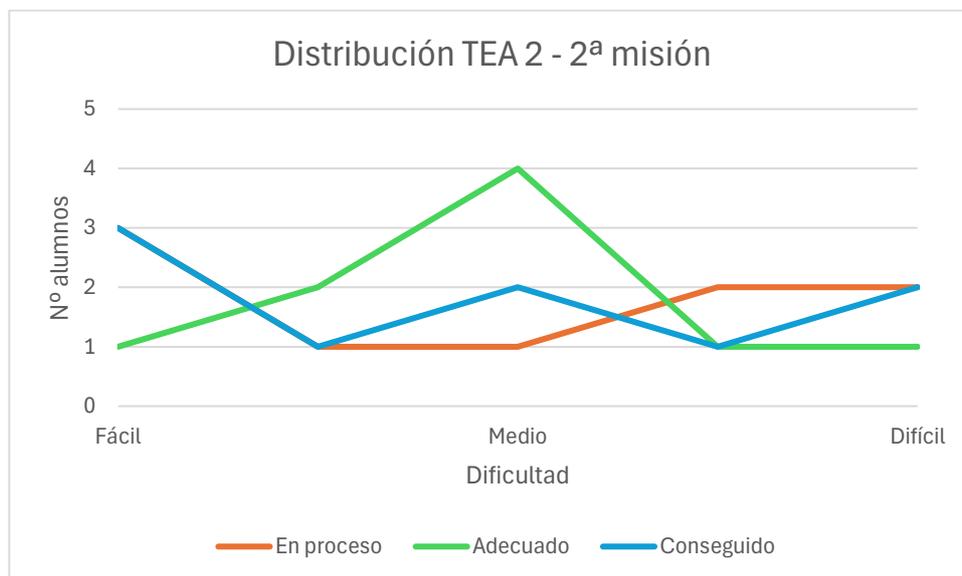
## 8.2.2 Segunda Misión

Esta misión basada en reconocimientos emociones, imitación, comprensión de la ironía y resolución de conflictos, muestra un mayor progreso en el alumnado con TEA nivel 1. El pico más alto de 4 alumnos se repite dos veces y el más bajo es de 2, en el caso de reconocer la ironía, presentando una mayor dificultad en el lenguaje para los alumnos.



Gráfica 7 Distribución TEA 1 - 2ª misión

Una vez más, aquellos con nivel 2 presentan mayor dificultad y su progreso general es más limitado.

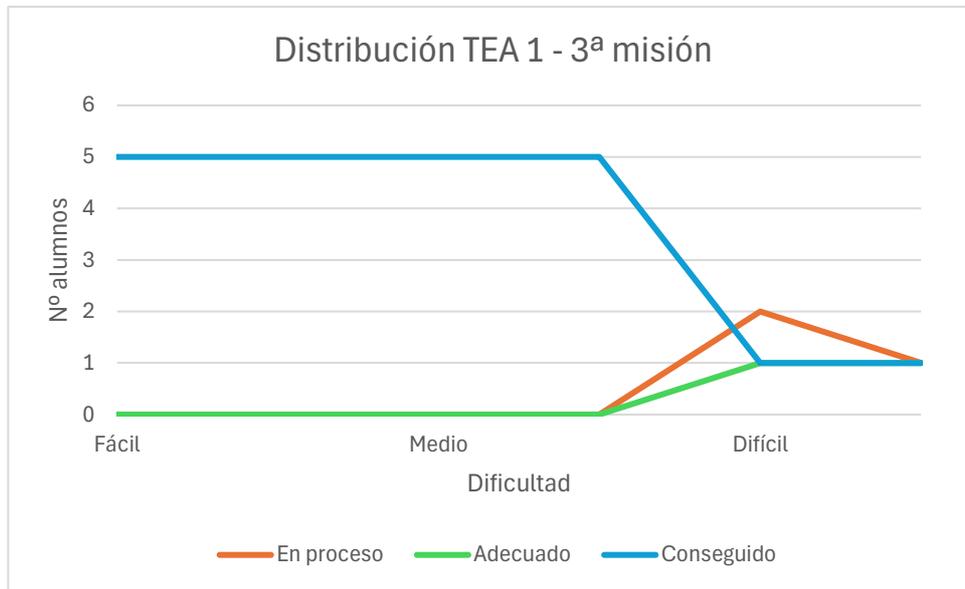


Gráfica 8 Distribución TEA 2 - 2ª misión

En ambos casos, la serie “Conseguido” crece en el nivel más complejo. Este nivel presenta la resolución de conflictos, en la que los jugadores deben encontrar un objeto. Ya que no es demasiado complejo y no presenta elementos lingüísticos complicados como la ironía, los aciertos son mayores.

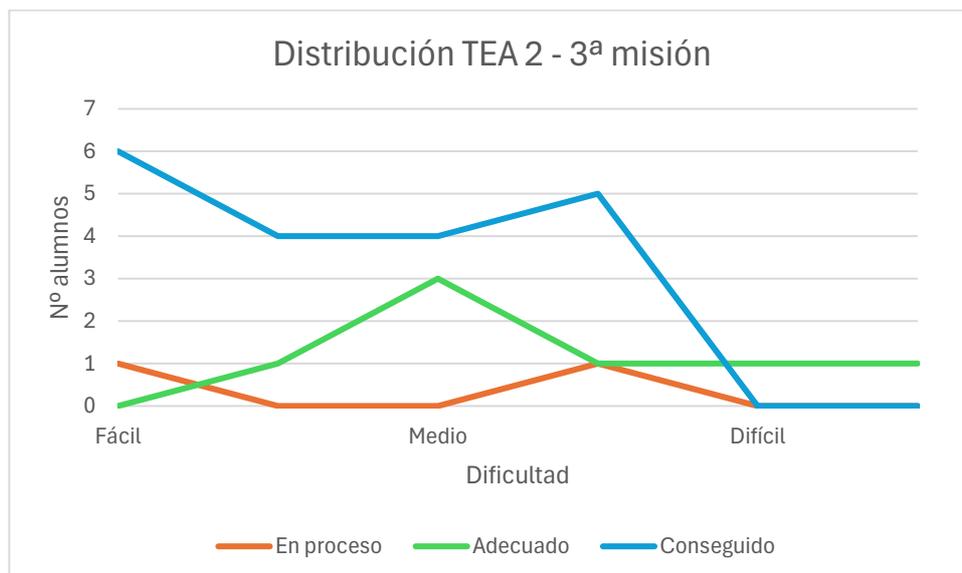
### 8.2.3 Tercera Misión

De nuevo se incluyen puzzles para comprobar la inteligencia y abstracción, asociando patrones de objetos y figuras abstractas. En el último nivel se presenta un patrón con rectángulos en sentido horario y deben reconocer la pieza que falta, la línea decrece drásticamente ya que muchos no supieron interpretar dicho patrón.



Gráfica 9 Distribución TEA 1 - 3ª misión

Las cifras en la distribución de autismo nivel 2 son mayores, ya que en total se trabaja con 7 alumnos. Aunque la línea de “Conseguido” en esta gráfica no es tan estable en comparación con la anterior.

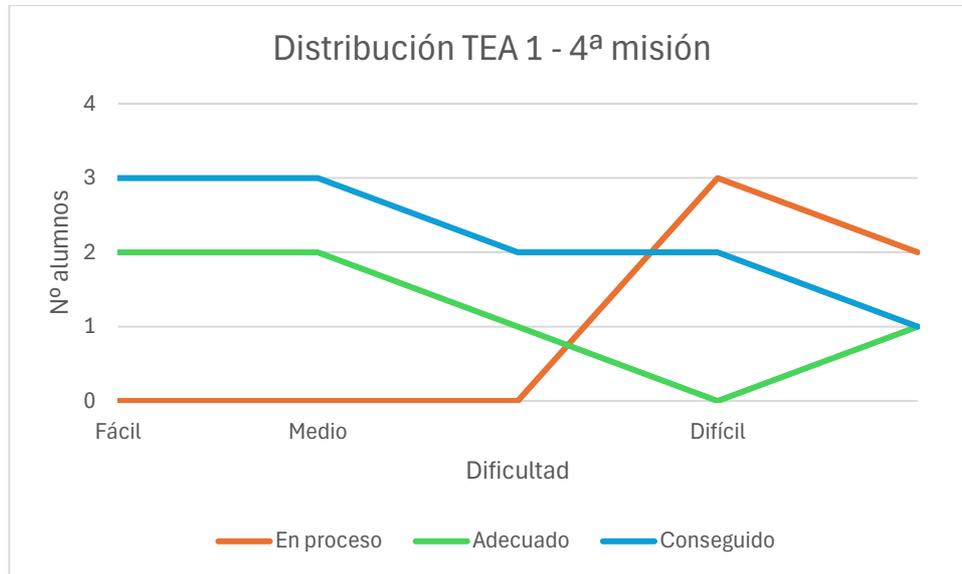


Gráfica 10 Distribución TEA 2 - 3ª misión

En su mayor dificultad, es notable destacar que ambos grupos tienen gran dificultad para reconocer patrones abstractos. Por otra parte, los alumnos de nivel 1 mantienen un desempeño más estable.

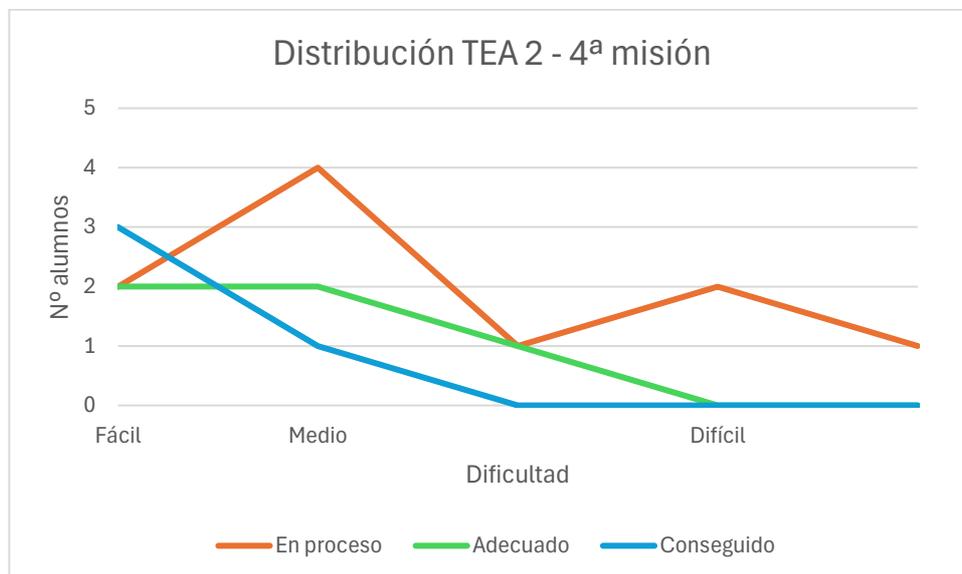
## 8.2.4 Cuarta Misión

Por último, va disminuyendo el número de alumnos con TEA de nivel 1 que obtienen la puntuación “Conseguido”, a medida que aumenta el número de objetos que deben recordar y recolectar.



Gráfica 11 Distribución TEA 1 - 4ª misión

Los alumnos de nivel 2 han presentado más problemas a la hora de recordar los objetos que debían recoger o incluso obteniendo aquellos que no se les ha solicitado.



Gráfica 12 Distribución TEA 2 - 4ª misión

En la cuarta y última misión, menos alumnos recordaban todos los objetos que debían recoger conforme éstos aumentaban, especialmente los alumnos con TEA nivel 2. Algunos incluso optaban por volver a ver la secuencia donde se explican las instrucciones, pero la mayor parte, se quedaban estancados.



## 8.3 CONCLUSIONES

---

A través del estudio realizado, se puede observar como el alumnado con autismo de nivel 1 muestra mayor destreza en comparación con los alumnos de nivel 2. Las personas con TEA de grado 1 tienen mayor capacidad de comunicación y adaptación, desempeñando así las actividades del juego de forma exitosa con mayor facilidad. Mientras que los de nivel 2 presentan mayor dificultad, por lo que los ejercicios deben ser adaptados a sus habilidades cognitivas y avanzar de forma progresiva, conforme se refuerzan sus habilidades lingüísticas y sociales. Se corrobora que el grado de autismo afecta en gran medida a la comprensión de interacciones sociales y habilidades cognitivas.

No obstante, todos los alumnos que participaron en las pruebas finalizaron todas las misiones, cada uno a su manera y dedicándole el tiempo necesario para ello. El feedback recibido por los pacientes voluntarios ha sido positivo, proporcionándoles una experiencia inmersiva, didáctica y lúdica. Todos los alumnos han mostrado un alto grado de interacción y gran interés con la herramienta, algunos incluso aportaban ideas sobre las que expandir el juego, ya sea con nuevas funcionalidades o misiones, acorde a sus gustos.

A medida que aumenta la complejidad de los niveles, supone un mayor desafío para los alumnos, los cuales muestran mayor dificultad a la hora de superar los retos. Aun así, el uso de esta herramienta como instrumento complementario en las terapias, favorece las capacidades cognitivas del alumnado y atiende a sus necesidades recreativas. Además, la herramienta se debe usar a lo largo de varias sesiones, para obtener mayores beneficios. Por otra parte, los terapeutas involucrados en estas terapias aprueban el diseño y uso de la herramienta elaborada.

Según el estudio “Gamificación y necesidades específicas de apoyo educativo: una revisión bibliográfica” [15] por Alberto José Pellicer Jiménez de la Universidad de La Laguna en Tenerife, la gamificación promueve el aprendizaje de habilidades cognitivas como la comunicación y la interacción social para las personas con autismo. Como también indica la publicación “Revisión Sistemática: Impacto de los videojuegos en las habilidades cognitivas de niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA)” [16] por Lorena Tapasco Martínez y otros autores, se concluye que emplear un videojuego como herramienta cooperativa en las terapias con alumnado TEA, abre mayores posibilidades para enriquecer el proceso de aprendizaje de estas personas.



## 8.4 AMPLIACIONES

---

Este apartado incluye posibles cambios futuros a realizar, los cuales no se han implementado debido a la falta de tiempo o al requerir de un equipo mayor. Para el proyecto, simplemente se ha desarrollado un prototipo de un videojuego para favorecer el aprendizaje de habilidades sociales en niños y jóvenes con autismo.

Debido a que la patología presenta diversos síntomas y afecta a las personas en distinto nivel, la expansión de niveles y el propio contenido del juego, abarcará un mayor número de necesidades para los pacientes. Una mayor variedad de misiones, cada una centrada en una determinada necesidad, cubre otras áreas del desarrollo social del alumnado; dichas áreas pueden ser de mayor importancia para otro conjunto de sujetos con distintas dificultades. Por ejemplo, se podría abordar el trabajo en equipo entre alumnos con autismo o incluso con algún familiar o compañero que no forme parte del espectro autista. La ampliación de niveles ofrece a los usuarios una experiencia más enriquecedora y extensa, de esta manera no siempre deberán repetir los mismos ejercicios de forma constante, proporcionando innovación a los usuarios.

Otra posible mejora sería la personalización del personaje, permitiendo a los jugadores crear su propio avatar, de esta manera los alumnos pueden sentirse más identificados e inmersos en la experiencia que proporciona el juego.

Por otro lado, el seguimiento de los alumnos es un factor muy importante en el estudio. Para ello se podría integrar la herramienta con otras plataformas educativas que dispongan los terapeutas, de esta manera, el proceso de seguimiento resulta más cómodo y eficaz.

Por último, la creación de un módulo de configuración, en el que se pueda adaptar las misiones a la dificultad seleccionada por los terapeutas. Lo cual beneficia a los alumnos que posean mayores dificultades y no comprendan los ejercicios más complejos debido a sus capacidades.

# APÉNDICES





## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- [1] J. M. Redondo, «Documentos-modelo para Trabajos de Fin de Grado/Master de la Escuela de Informática de Oviedo,» 17 6 2019. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/327882831\\_Plantilla\\_de\\_Proyectos\\_de\\_Fin\\_de\\_Carrera\\_de\\_la\\_Escuela\\_de\\_Informatica\\_de\\_Oviedo](https://www.researchgate.net/publication/327882831_Plantilla_de_Proyectos_de_Fin_de_Carrera_de_la_Escuela_de_Informatica_de_Oviedo).
- [2] J. Redondo, «Creación y evaluación de plantillas para trabajos de fin de grado como buena práctica docente.,» *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, p. pp, 2020.
- [3] «Autismo: qué es, síntomas, diagnóstico y tratamiento. Clínica Universidad de Navarra,» [En línea]. Available: <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/autismo>. [Último acceso: 5 Octubre 2024].
- [4] L. Jiménez-Muñoz, I. Peñuelas-Calvo, P. Calvo-Rivera, I. Díaz-Oliván, M. Moreno, E. Baca-García y A. Porras-Segovia, «Video Games for the Treatment of Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review,» 1 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10803-021-04934-9>. [Último acceso: 20 Mayo 2024].
- [5] A. I. Ledo Rubio, J. d. I. Gándara Martín, M. I. García Alonso y R. Gordo Seco, «Videojuegos y salud mental: de la adicción a la rehabilitación,» 2016. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5564733>. [Último acceso: 5 Octubre 2024].
- [6] R. Beaumont, H. Walker, J. Weiss y K. Sofronoff, «Randomized Controlled Trial of a Video Gaming-Based Social Skills Program for Children on the Autism Spectrum,» 1 10 2021. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04801-z>. [Último acceso: 13 5 2024].



- [7] D. M. Ninahuanca Arone, «Uso de estrategias visuales en el proceso enseñanza de los niños que presenta TEA,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.unife.edu.pe/repositorio/handle/20.500.11955/1136>. [Último acceso: 21 Mayo 2024].
- [8] O. C. Acosta, «El uso del pictograma en el proceso de enseñanza-aprendizaje del niño con autismo,» [En línea]. Available: [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/54026/2/0750462\\_00000\\_0000.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/54026/2/0750462_00000_0000.pdf). [Último acceso: 21 5 2024].
- [9] R. Fernández Díaz, «Desarrollo de historias sociales digitales para niños con trastorno del espectro del autismo,» 2012. [En línea]. Available: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/9929>. [Último acceso: 21 Mayo 2024].
- [10] N. López-Bouzas, M. E. del Moral Pérez y J. Castañeda Fernández, «Estimulando la Competencia Comunicativa en alumnado con TEA a partir de un Entorno Gamificado Aumentado,» 2023. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/376223166\\_Estimulando\\_la\\_Competencia\\_Comunicativa\\_en\\_alumnado\\_con\\_TEA\\_a\\_partir\\_de\\_un\\_Entorno\\_Gamificado\\_Aumentado](https://www.researchgate.net/publication/376223166_Estimulando_la_Competencia_Comunicativa_en_alumnado_con_TEA_a_partir_de_un_Entorno_Gamificado_Aumentado). [Último acceso: 20 Febrero 2024].
- [11] B. Jose, «El Director de Proyectos a Examen: Guía de estudio en español para la capacitación del Director de Proyectos. Preparación para el Examen PMP/CAPM del PMI según la Guía del PMBOK,» 1 Enero 2015. [En línea].
- [12] «Pictogramas - ARASAAC,» [En línea]. Available: <https://arasaac.org/pictograms/search/lata%20de%20tomate>. [Último acceso: 21 Febrero 2024].



- [13] «Convertidor de texto a voz realista y generador de voces de IA,» SpeechGen.io, [En línea].  
Available: <https://speechgen.io/es/>. [Último acceso: 30 Marzo 2024].
- [14] Y. H. Montero, «No solo usabilidad: revista sobre personas, diseño y tecnología,» 30 Marzo 2003.  
[En línea]. Available: <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/heuristica.htm>. [Último  
acceso: 17 Octubre 2024].
- [15] A. J. Pellicer Jiménez, «Gamificación y necesidades específicas de apoyo educativo: una revisión  
bibliográfica,» 2021. [En línea]. Available: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/22950>.  
[Último acceso: 11 Mayo 2024].
- [16] L. Tapasco Martínez, L. M. Posada Martínez y C. V. Gómez Calvo, «Revisión Sistemática: Impacto  
de los videojuegos en las habilidades cognitivas de niños con Trastorno del Espectro  
Autista (TEA),» Mayo 2022. [En línea]. Available:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12494/45424>. [Último acceso: 21 Mayo 2024].



## GLOSARIO

---

La siguiente liste muestra un conjunto de términos y abreviaturas relevantes en el proyecto:

- **AR:** Realidad Aumentada.
- **ASI:** Análisis Sistema de Información.
- **DSI:** Diseño del Sistema de Información.
- **Gamificación:** técnica de aprendizaje a partir de mecánicas de juego lúdicas.
- **GDD:** Game Design Documentation
- **PSI:** Planificación de Sistemas de Información.
- **TEA:** Trastorno del Espectro Autista.
- **VR:** Realidad Virtual.
- **XR:** Realidad Extendida.

## PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS

---

Tras haber realizado el análisis de riesgos en la sección de **Riesgos**, en la que se han identificado 11 de posibles riesgos que pueden aparecer a lo largo del proyecto y una vez hayan sido categorizados, se establece el plan de contingencia. Este plan sirve para manejar los posibles riesgos y evitar las consecuencias negativas que puedan surgir a través de ellos.

La **Tabla 24 Evaluación de Riesgos** muestra las estrategias que se emplean para cada posible amenaza y respuesta para evitar disminuir las consecuencias, siendo el objetivo principal evadir dichos riesgos en el menor tiempo posible, sin olvidar invertir el menor coste posible. Por último, deben ser monitorizados en todo momento, para evitar que vuelvan a aparecer más adelante.

En el contenido entregado en los anexos se incluye este plan de gestión.



## ANEXOS

---

### Contenidos

A continuación, se muestra cómo se organizan las carpetas del fichero comprimido:

Directorio	Contenido
<b>./</b>	Contiene un fichero README.TXT explicando la estructura del fichero comprimido y también un enlace de OneDrive con el proyecto de Unreal Engine desarrollado.
<b>./documentación</b>	Contiene la memoria del proyecto (este documento) y la documentación asociada: planificación, presupuesto, riesgos, la evaluación del alumnado y la presentación de la defensa.
<b>./documentación/audio</b>	Incluye los audios utilizados en el juego.
<b>./documentación/img</b>	En esta carpeta se encuentran los pictogramas empleados para facilitar la comprensión del alumnado.
<b>./documentación/uml</b>	Contiene archivos .png y .drawio con los diagramas UML desarrollados.

*Tabla 62 Estructura del fichero anexo entregado*