



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

PAWN: Del tablero a videojuego en 3D con Unity  
Desarrollo del modo multijugador online

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

AUTOR/A: Muñoz Alejandro, Sergio

Tutor/a: Mollá Vayá, Ramón Pascual

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica  
Superior d'Enginyeria  
Informàtica

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Universitat Politècnica de València

## Resumen

---

"Pawn" es un videojuego que nace en la asignatura "Desarrollo de Videojuegos 3D" como proyecto conjunto entre 5 alumnos de Ingeniería Informática y 2 de Bellas Artes. Aunque durante la asignatura el desarrollo del juego ha sido realizado por 7 personas, para la continuación de este el trabajo ha sido dividido entre mis compañeros Jennifer Canuto Soler, Diego Ramos Nebot y yo, todos alumnos de Ingeniería Informática.

Este videojuego está ambientado en un mundo fantástico con esencia medieval en el cuál todos los personajes son figuras del ajedrez. El protagonista, Pawn, harto de la guerra y la violencia que asola su mundo, buscará la manera de acabar con sus reyes para detener las hostilidades entre ambos bandos.

En este trabajo de fin de grado se va a plantear la creación de un modo multijugador online usando Photon PUN, haciendo énfasis en la configuración del servidor, la sincronización de los movimientos de los jugadores y la gestión de los eventos de red producidos por estos. Además de los apartados más técnicos de la red, también se implementará el HUD del multijugador, el control de la cámara y los cambios de escena del juego en general. Por último, se desarrollará una aplicación web basada en Wordpress para publicar contenido informativo acerca del videojuego.

Todo esto, junto a otros aspectos secundarios, tales como el diseño de nivel o modelado de escenario, los cuáles se han llevado a cabo entre los tres miembros del equipo de desarrollo, serán los principales aspectos que se tratarán en esta memoria.

**Palabras clave:** Pawn, ajedrez, rey, cámara, HUD, videojuego, multijugador, Photon.

## Resum

---

"Pawn" és un videojoc que naix en l'assignatura "Desenvolupament de Videojocs 3D" com a projecte conjunt entre 5 alumnes d'Enginyeria Informàtica i 2 de Belles Arts. Tot i que durant l'assignatura el desenvolupament del joc ha sigut realitzat per 7 persones, per a la continuació del mateix el treball ha sigut dividit entre els meus companys Jennifer Canuto Soler, Diego Ramos Nebot i jo, tots alumnes d'Enginyeria Informàtica.

Aquest videojoc està ambientat en un món fantàstic amb essència medieval en el qual tots els personatges són figures de l'escac. El protagonista, Pawn, fart de la guerra i la violència que assola el seu món, buscarà la manera d'acabar amb els seus reis per aturar les hostilitats entre tots dos bàndols.

En aquest treball de fi de grau es va a plantejar la creació d'un mode multijugador online utilitzant Photon PUN, fent èmfasi en la configuració del servidor, la sincronització dels moviments dels jugadors i la gestió dels esdeveniments de xarxa

produïts per aquests. A més dels apartats més tècnics de la xarxa, també s'implementarà l'HUD del multijugador, el control de la càmera i els canvis d'escena del joc en general. Per últim, es desenvoluparà una aplicació web basada en Wordpress per publicar contingut informatiu sobre el videojoc.

Tot això, al costat d'altres aspectes secundaris, com ara el disseny de nivell o modelatge d'escenari, els quals s'han dut a terme entre els tres membres de l'equip de desenvolupament, seran els principals aspectes que es tractaran en aquesta memòria.

**Paraules clau:** Pawn, escacs, rei, càmera, HUD, videojoc, multijugador, Photon.

## Abstract

---

"Pawn" is a videogame that was born in the subject "3D Videogame Development" as a joint project between 5 Computer Engineering students and 2 Fine Arts students. Although during the course the development of the game has been carried out by 7 people, for the next part of the game, the work has been divided between my colleagues Jennifer Canuto Soler, Diego Ramos Nebot and myself, all Computer Engineering students.

This videogame is set in a fantastic world with medieval essence in which all the characters are chess figures. The protagonist, Pawn, fed up with the war and violence that plagues his world, will look for a way to defeat the crown to stop the hostilities between both sides.

In this final degree project, the creation of an online multiplayer mode using Photon PUN will be proposed, emphasizing the configuration of the server, the synchronization of the movements of the players and the management of the network events produced by them. In addition to the more technical sections of the network, the HUD of the multiplayer, the control of the camera and the scene changes of the main game will also be implemented. Finally, a Web application based on Wordpress will be developed to publish informative content about the video game.

All this, besides other secondary aspects, such as level design or scenario modeling, which have been carried out between the three members of the development team, will be the main aspects that will be discussed in this report.

**Keywords:** Pawn, chess, king, camera, HUD, videogame, multiplayer, Photon.

## Índice de contenidos

---

1. Introducción .....	7
1.1 Motivación .....	8
1.2 Objetivos.....	8
1.3 Estructura de la memoria.....	10
1.4 Colaboraciones .....	11
1.5 Convenciones .....	12
1.6 Impacto esperado .....	12
2. Estado del arte.....	13
2.1 Crítica al estado del arte .....	18
2.2 Propuesta .....	20
3. Análisis del problema.....	21
3.1 Análisis de mercado.....	21
3.2 Especificación de requisitos .....	23
3.3 Motor gráfico .....	23
3.4 Motor de desarrollo del multijugador en línea .....	27
3.5 Otras herramientas de desarrollo utilizadas.....	28
3.6 Solución propuesta .....	30
3.7 Plan de trabajo .....	31
3.8 Presupuesto .....	32
4. Diseño de la solución.....	33
4.1 Arquitectura del sistema .....	33
4.2 Diseño detallado .....	35
4.3 Tecnologías utilizadas .....	36
5. Desarrollo de la solución propuesta .....	39
5.1 Desarrollo del modo historia .....	39
5.2 Desarrollo del modo multijugador .....	41
6. Implantación.....	47
7. Pruebas.....	49
8. Conclusiones .....	51
8.1 Relación del trabajo con los estudios cursados .....	52
9. Trabajos futuros.....	53
10. Referencias bibliográficas .....	54
11. Glosario.....	55

Anexos .....	58
Anexo II: GDD .....	60

## Índice de figuras

---

Figura 1.1. Póster y máquina recreativa original de PONG (1972).....	7
Figura 1.2. Imagen del videojuego The Last of Us 2 (2020).....	7
Figura 2.1. Pantalla y mando de juego del Tennis for Two (1958).....	13
Figura 2.2. Imagen de Empire (1973) (izquierda) y Spasim (1974) (derecha).....	14
Figura 2.3. Imagen de Pac-Man (1980).....	14
Figura 2.4. Imagen de Donkey Kong(1981).....	14
Figura 2.5. Imagen del videojuego Habitat(1986).....	15
Figura 2.6. Imagen del videojuego DOOM (1993).....	16
Figura 2.7. Dreamcast de SEGA (izquierda) y XBOX de Microsoft (derecha).....	16
Figura 2.8. Final del campeonato mundial de League of Legends (2015).....	17
Figura 2.9. Gráfico de las principales empresas de videojuegos.....	19
Figura 3.1. Gráfica de la facturación en el sector del videojuego (2020).....	21
Figura 3.2. Clasificación por número actual de jugadores.....	22
Figura 3.3. Tabla de los principales motores gráficos.....	26
Figura 3.4. Logo del motor Unity.....	26
Figura 3.5. Logo de Photon Engine.....	28
Figura 3.6. Logo de GitHub.....	29
Figura 3.7. Logo de Visual Studio Code.....	29
Figura 3.8. Logos de Discord (izquierda) y Microsoft Teams (derecha).....	30
Figura 3.9. Logo de Blender.....	30
Figura 3.10. Diagrama de Gantt personal de PAWN.....	32
Figura 4.1. Esquema inicial de navegabilidad de PAWN.....	33
Figura 4.2. Esquema de navegabilidad de PAWN al inicio del trabajo.....	34
Figura 4.3. Esquema de navegabilidad final de PAWN.....	35

Figura 4.4. Esquema del segundo nivel de juego.....	36
Figura 4.5. Esquema del modo multijugador.....	36
Figura 5.1. Pawn siendo atacado por los peones de su ejército.....	40
Figura 5.2. Pawn luchando contra el jefe del nivel 1.....	40
Figura 5.3. Pawn luchando contra caballos enemigos.....	41
Figura 5.4. Servidor dedicado de PAWN.....	42
Figura 5.5. Pantalla de carga del multijugador.....	43
Figura 5.6. Pantalla de la sala de espera o lobby.....	43
Figura 5.7. Sistema de salas de Photon Engine.....	44
Figura 5.8. Dos jugadores luchando contra peones y un alfil.....	45
Figura 5.9. Combate contra la Dama.....	45
Figura 6.1. Logo de WordPress.....	47
Figura 6.2. Logo de Hostinger.....	47
Figura 6.3. Página web de PAWN.....	48
Figura 7.1. Imagen de la consola dentro de Unity.....	49

# 1. Introducción

---

Desde la creación en 1972 de *Pong*<sup>1</sup>, el famoso videojuego de Nolan Bushnell y Ted Dabney para Atari, los videojuegos han evolucionado notablemente (véase figura 1.1). En cincuenta años, se ha pasado de ver dos rectángulos blancos imitando un partido de tenis en una pantalla negra, a sumergirnos en mundos inmensos y complejos que hacen que cada vez cueste más distinguirlos de la realidad, como en el videojuego *The Last of Us 2*<sup>2</sup>, producido por *Naughty Dog* en 2020 (véase figura 1.2).

Aunque estos dos ejemplos sean muy diferentes comparten una cualidad fundamental: entretener y estimular al jugador. Por este motivo, aunque hoy en día existan multinacionales que crean verdaderas obras maestras, también existen multitud de desarrolladores independientes que publican títulos originales e innovadores, y en algunas ocasiones tienen más éxito que videojuegos con mucho más presupuesto.



Figura 1.1. Póster y máquina recreativa original de PONG (1972)



Figura 1.2. Imagen del videojuego *The Last of Us 2* (2020)

---

<sup>1</sup> Más información en <https://proyectoidis.org/ataripong/>

<sup>2</sup> Más información en <https://www.playstation.com/es-es/games/the-last-of-us-part-ii/>

El mundo de los videojuegos une a profesionales de muchas áreas de conocimiento diferentes (programación, modelado 3D, animación, diseño del juego, postproducción, ...), algo que contribuye a que cada juego cuente con su propia personalidad, tanto a nivel técnico como artístico. Cabe destacar que los desarrolladores involucrados en este trabajo no somos profesionales y no contamos con experiencia previa a este proyecto. Todos hemos asimilado las directrices y protocolos necesarios para organizar y gestionar correctamente un videojuego y además hemos aprendido de cero a utilizar las tecnologías necesarias para la creación de *PAWN*.

Aunque el videojuego que se va a tratar en esta memoria está lejos de ser una gran producción, se va a explicar, de principio a fin, cómo es estar involucrado en el desarrollo de una obra multimedia de esta índole.

## 1.1 Motivación

---

Dentro de un grado como el de Ingeniería informática existen infinidad de posibilidades a la hora de realizar un TFG. En mi caso, estuve valorando durante varios meses con qué trabajo acabaría la carrera. En un principio valoré la idea de crear una aplicación web, pero una vez que empezó la asignatura de Desarrollo de Videojuegos 3D, tuve claro que quería seguir con *PAWN*, este videojuego que nació en el pasado mes de octubre.

Por desgracia, en España, el sector de los videojuegos no está todavía lo suficientemente extendido. Aunque las previsiones indican un crecimiento continuo en facturación anual y en creación de puestos de trabajo para los próximos años, la industria española aún tiene un largo camino por delante para poder equipararse a potencias tecnológicas como Japón, Estados Unidos o China.<sup>3</sup>

Por ese motivo, la intención de este proyecto es la de exponer los valores prácticos y teóricos que aporta la creación de un videojuego, tales como el trabajo en equipo o la interdisciplinariedad y, asimismo, la de aprender los conocimientos necesarios para poder construir este tipo de producto software desde cero.

## 1.2 Objetivos

---

El objetivo principal de este trabajo es realizar un videojuego en 3D usando el motor gráfico Unity<sup>4</sup> sin conocimientos previos en la creación de videojuegos. La idea y la base del juego ya se estudiaron y se implementaron anteriormente en la asignatura Desarrollo de videojuegos 3D por un equipo de 5 estudiantes de Ingeniería informática

---

<sup>3</sup> Datos reflejados en <https://es.statista.com/grafico/25685/los-principales-mercados-de-los-videojuegos/>

<sup>4</sup> Motor gráfico utilizado para el desarrollo de videojuegos en varias plataformas (PC, videoconsolas, móviles, etc.)

y 2 de Diseño de tecnologías creativas, pero para la continuación de éste hemos intervenido 3 personas del equipo inicial.

PAWN es un videojuego de acción *arcade* en tercera persona basado en el juego del ajedrez, pero llevado a un mundo medieval fantástico. Para más información acerca de conceptos de diseño del juego como la historia, temática y personajes, se puede consultar el anexo con el GDD<sup>5</sup> del videojuego.

Los objetivos generales que se pretenden adquirir a lo largo del ciclo de vida del videojuego son los siguientes:

- Seguir una metodología de trabajo adecuada y ordenada como Scrum, Kanban, XP o Lean.
- Familiarizarse con el entorno gráfico de *Unity*
- Conocer las diferentes disciplinas que coexisten dentro de un videojuego
- Obtener una versión final del videojuego jugable

Además de estos objetivos, se pretende adaptar el videojuego para que disponga de un modo multijugador *online* basado en oleadas de enemigos. Para conseguir este propósito, se llevarán a cabo las siguientes tareas:

- Buscar la tecnología más adecuada para implementar el multijugador
- Configurar Unity para soportar el modo en línea
- Adaptar el jugador del modo historia para que funcione en el multijugador
- Desarrollar un sistema de creación y unión a salas de juego
- Diseñar pantallas y menús para mostrar la información necesaria en el HUD<sup>6</sup>.
- Implementar un sistema de creación de oleadas de enemigos.
- Modelar escenarios de combate
- Sincronizar todos los eventos necesarios a través de la red para evitar inconsistencias
- Realizar pruebas con varios jugadores para detectar posibles fallos durante el transcurso de la partida

Por último, se va a crear un sitio web basado en *WordPress*<sup>7</sup> para publicar la información esencial de PAWN junto a los archivos necesarios para poder probar el videojuego.

---

<sup>5</sup> El *GDD* o Documento de diseño de juego es una síntesis de los conceptos vitales que definen el videojuego (historia, género, plataformas, personajes, equipo de producción, etc.)

<sup>6</sup> El *HUD* o *Head-Up Display* se refiere a la información que aparece en todo momento en la pantalla de juego, como el estado de la salud del personaje o un indicador de enemigos.

<sup>7</sup> Sistema de gestión de contenidos usado a nivel mundial para la creación de webs de manera sencilla.

## 1.3 Estructura de la memoria

---

A modo de guía resumida, en los siguientes capítulos se podrá encontrar la siguiente información:

**Capítulo 2. Estado del arte:** Explica el origen y la evolución de los videojuegos de tipo multijugador en línea en los últimos años y cuáles son los principales videojuegos que existen en la actualidad dentro de esta categoría.

**Capítulo 3. Análisis del problema:** Analiza qué herramientas hay disponibles actualmente en el mercado para la creación de un videojuego y concretamente para un entorno multijugador e identifica los requisitos y necesidades para realizar el videojuego de manera organizada y coherente.

**Capítulo 4. Diseño de la solución:** Indica qué decisiones se han tomado respecto a las tecnologías escogidas y cuál es la arquitectura interna del videojuego.

**Capítulo 5. Desarrollo de la solución propuesta:** Profundiza en las particularidades del entorno de desarrollo, las etapas en las cuales se han realizado las diferentes partes del videojuego y los problemas que han surgido.

**Capítulo 6. Implantación:** Comenta la etapa final del desarrollo del videojuego y la subida de los contenidos del videojuego a la web para su difusión.

**Capítulo 7. Pruebas:** Detalla los diferentes tipos de pruebas que se han ido realizando a lo largo del ciclo de vida del videojuego.

**Capítulo 8. Conclusiones:** Expone los resultados a los cuales se ha llegado al finalizar el trabajo y si se han cumplido o no todos los objetivos propuestos. Además de los conocimientos aprendidos y su relación con los estudios cursados.

**Capítulo 9. Trabajos futuros:** Plantea las diferentes opciones de expansión del videojuego y su posible publicación o comercialización.

**Capítulo 10. Referencias bibliográficas:** Fuentes consultadas a las que se ha recurrido durante la realización del proyecto.

**Glosario:** Colección de entradas que han aparecido a lo largo de toda la memoria y que explican vocabulario específico del ámbito de los videojuegos o de las tecnologías que se han utilizado.

**Anexos:** *Game Design Document* (GDD) o Documento de Diseño de Juego, en el cual se explican las bases y se sintetizan los conceptos esenciales del videojuego (título, historia, personajes, categoría, plataforma, etc.). También se incluirá el anexo ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible).

## 1.4 Colaboraciones

---

Durante la asignatura optativa Desarrollo de Videojuegos 3D se formó un equipo de 7 personas compuesto por 5 alumnos de Ingeniería Informática (Luis Alberto Álvarez Zavaleta, David Arnal García, Jennifer Canuto Soler, Diego Ramos Nebot y el autor de este TFG, Sergio Muñoz Alexandre) y 2 de la facultad de Bellas Artes, concretamente del grado de Diseño de Tecnologías Creativas (Siboney Luis Martín y Pablo Moreno Martínez).

Durante el transcurso de la asignatura se concretaron los conceptos básicos del videojuego, plasmados en el GDD del anexo, y se realizó el desarrollo del primer nivel de juego.

Para la creación de la cinemática<sup>8</sup> que explica la historia de PAWN también participaron voluntariamente otros alumnos de Diseño de Tecnologías Creativas (Elena María Carrero León, Pablo Martínez Alcaraz, Tamara García Muñoz y Enrique Gandía Soriano).

Todos los nombres citados anteriormente se pueden encontrar en el apartado “Créditos” dentro del menú de inicio del videojuego.

Mi contribución al proyecto durante la asignatura fue la de crear las mecánicas de movimiento de *Pawn*, configurar el sistema de la cámara, modelar gran parte del escenario del nivel 1 y ayudar a otros compañeros en aspectos como los efectos de sonido o la implementación de las animaciones.

Al acabar la asignatura, Jennifer Canuto Soler, Diego Ramos Nebot y yo continuamos con el desarrollo del videojuego con el objetivo de presentarlo en nuestros respectivos trabajos de final de grado, especializándonos en diferentes ámbitos, pero colaborando también en muchos aspectos.

Jennifer se ha especializado en las mecánicas del jugador y la adaptación del juego inicial a diferentes tipos de plataformas, además de los efectos de sonido. El título de su trabajo es el siguiente: “Videojuego Pawn: Multiplataforma, desarrollo de mecánicas y efectos de sonido”.

Diego se ha especializado en el apartado de inteligencia artificial, al desarrollar el comportamiento de los enemigos junto a sus animaciones. Su trabajo se puede encontrar buscando: “Videojuego PAWN. Implementación de la inteligencia artificial y las animaciones”.

En mi caso me he centrado en adaptar la primera versión del juego para que disponga de un nuevo modo que sea multijugador cooperativo en línea.

Aparte de las ayudas mutuas que nos hemos proporcionado durante el transcurso de este proyecto, también hemos desarrollado el segundo nivel de la historia inicial entre los tres integrantes del equipo.

---

<sup>8</sup> Secuencia de vídeo a través de la cual el jugador pierde el control del personaje. Se suele utilizar para separar niveles o acontecimientos importantes en el transcurso del videojuego.

## 1.5 Convenciones

---

Los títulos de obras y palabras extranjeras se van a remarcar en cursiva, siempre y cuando no exista una palabra adaptada al castellano para referirse a la palabra en cuestión, siguiendo las recomendaciones de la Real Academia Española.

Para comentar las figuras aparecidas en la memoria se han seguido las normas APA, que nos indican que el número de la figura debe ir en negrita y el título en cursiva.

Las referencias bibliográficas también seguirán las normas APA y serán citadas en el texto con corchetes y el número correspondiente a la fuente bibliográfica.

## 1.6 Impacto esperado

---

El siguiente proyecto va a destacar el objetivo de desarrollo sostenible número 17, que habla de las alianzas para lograr objetivos. En un videojuego, tener un equipo de desarrollo capacitado supone una gran ayuda para formar un producto final profesional y completo.

Tras la finalización de Pawn, se espera que el impacto esperado sobre los usuarios sea el de proporcionar un medio de entretenimiento que divierta a muchas personas y que haga reflexionar al jugador por el mensaje que se pretende recalcar con la historia del peón.

## 2. Estado del arte

---

En este capítulo se va a explicar el origen de los videojuegos multijugador y los videojuegos multijugador en línea, la forma en la que han evolucionado en las últimas décadas y cómo se han convertido en el tipo de juego más demandado en los últimos años.

Como ya se ha visto brevemente en la introducción, la historia de los videojuegos es relativamente corta, debido principalmente a la falta de tecnología necesaria para poder crearlos. Aun así, a mitad del siglo 20 ya hubo algunos experimentos que se pueden considerar precursores de los videojuegos o juegos electrónicos, tales como el *Dispositivo de entretenimiento con tubo de rayos catódicos* en 1947 o el *OJO* en 1952. Allá por el año 1958 William Higginbotham creó el *Tennis for Two*, basado en un osciloscopio adaptado con un programa de cálculo de trayectorias y destinado a los visitantes del *Brookhaven National Laboratory* [1]. Este proyecto tenía como objetivo simular un partido de tenis de mesa entre dos jugadores y fue considerado por muchos el primer videojuego multijugador de la historia (véase figura 2.1).

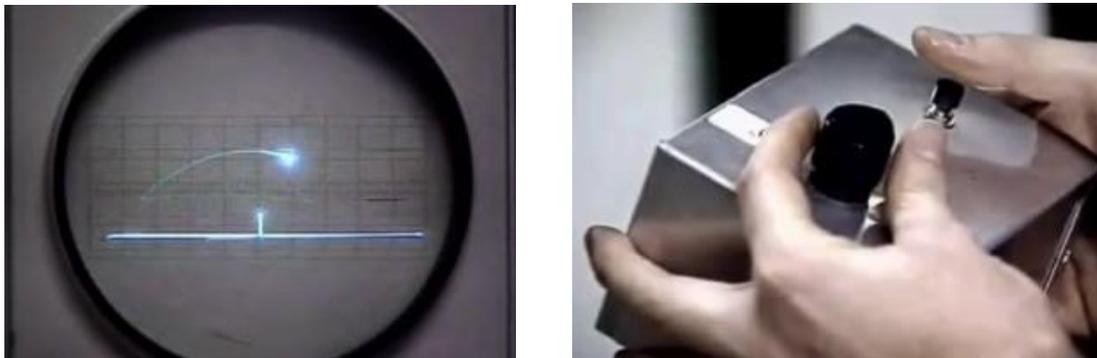


Figura 2.1. Pantalla y mando de juego del *Tennis for Two* (1958)

A partir de la década de los 70, el desarrollo de las redes de intercambio de paquetes empezó a madurar. Además de la aparición de la compañía *Atari*, con sus famosos *Pong* (1972), *Space Invaders* (1978) o *Asteroids* (1979), también surgieron videojuegos creados sobre redes de la época, como la del sistema *PLATO* [2], creado en la universidad de Illinois. Juegos como *Empire* (1973) o *Spasim* (1974) funcionaban sobre esta red educativa y son considerados los primeros videojuegos multijugador en línea de la historia. En la figura 2.2 se pueden apreciar imágenes de estos dos juegos mencionados.

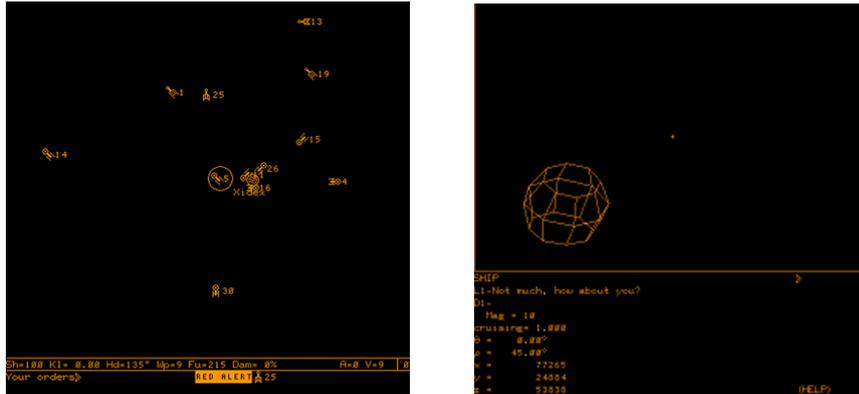


Figura 2.2. Imagen de *Empire* (1973) (izquierda) y *Spasim* (1974) (derecha)

Aunque se siguieron desarrollando videojuegos de este estilo durante la década de 1970, todos funcionaban en redes internas de universidades o instituciones. Los videojuegos se producían por estudiantes con altos conocimientos en computación, pero no estaban demasiado extendidos en la sociedad. En 1979, un grupo de alumnos de la universidad de Essex crearon una versión del famoso juego de rol *Dungeons & Dragons*, llamado MUD, o *Multi-User Dungeon*, que consistía en un videojuego de texto alfanumérico en línea que alcanzaría un gran éxito años más tarde [3].

En los años 80 todo cambió con la llegada de internet y la presencia de los salones de máquinas recreativas. La popularidad de los videojuegos creció notablemente en esta década y la industria se expandió rápidamente por todo el mundo, sobre todo en Estados Unidos y en Japón [4]. Juegos icónicos como *Pac-Man* (figura 2.3), *Mario Bros*, *Tetris*, *Donkey Kong* (figura 2.4) o *Dragon's Lair* se lanzaron al mercado durante esta época.

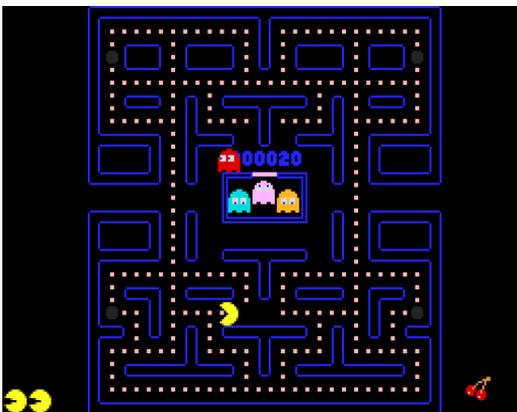


Figura 2.3. Imagen de *Pac-Man* (1980)



Figura 2.4. Imagen de *Donkey Kong* (1981)

En el apartado *online* no hubo mucha diferencia con la década anterior, aunque cabe destacar el que fue el primer videojuego multiusuario con imágenes, llamado *Habitat* y creado en 1986 por *LucasArts* para el *Commodore 64* (véase figura 2.5).

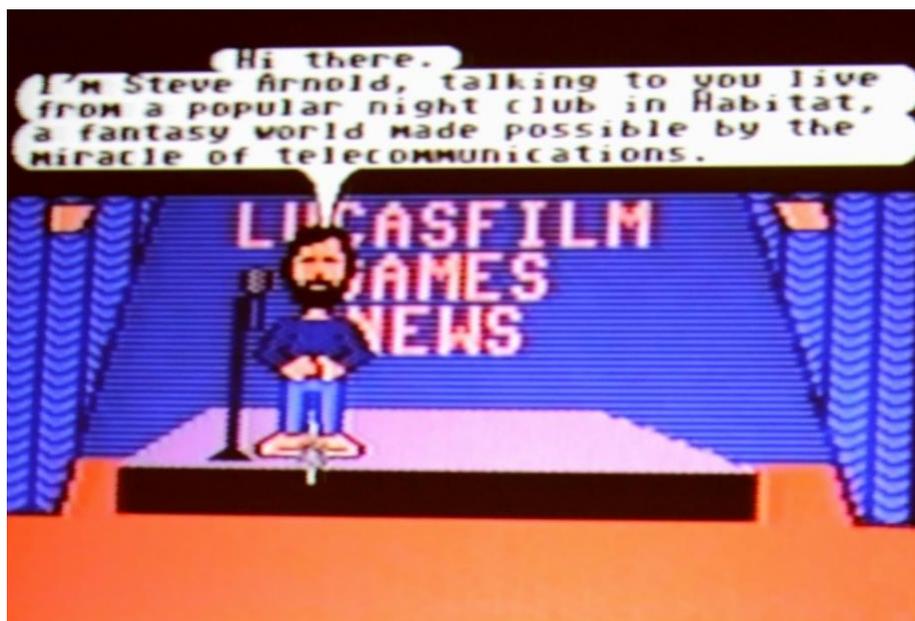


Figura 2.5. Imagen del videojuego Habitat (1986)

En 1993 se presentó la *World Wide Web*<sup>9</sup>, un hecho que provocó una revolución en el ámbito de las telecomunicaciones y la informática, ya que la difusión de internet se generalizó por todo el mundo. Este acontecimiento repercutió positivamente en el sector de los videojuegos multijugador en línea, apareciendo títulos como *DOOM* (1993)<sup>10</sup>, un videojuego que estableció el estándar del género FPS<sup>11</sup> en los años venideros y que supuso una gran innovación en aspectos como la creación del término "Partida a muerte" (del inglés, *deathmatch*), en el cual 4 jugadores podían matarse entre sí a distancia. En la figura 2.6 se puede apreciar una imagen de este videojuego vanguardista. Además de este, surgieron otros FPS importantes como *Quake* (1996) o *Counter-Strike* (1999) y los primeros MMORPG<sup>12</sup> de renombre como *Ultima Online* (1997) y *Everquest* (1999).

<sup>9</sup> Sistema interconectado de páginas web públicas accesibles a través de internet.

<sup>10</sup> Más información en <https://slayersclub.bethesda.net/es/article/4Nd2dn3FywyBKmi5FaJupk/top-5-innovations-of-doom-1>

<sup>11</sup> FPS (del inglés, *first-person shooter*) es un género de videojuegos que simula el uso de armas de fuego desde una perspectiva en primera persona.

<sup>12</sup> MMORPG (del inglés, *massively multiplayer online role-playing game*), son videojuegos de rol que permiten a miles de jugadores introducirse en un mundo virtual de forma simultánea a través de internet e interactuar entre ellos.



Figura 2.6. Imagen del videojuego DOOM (1993)

Con la entrada del nuevo siglo siguieron apareciendo videojuegos destacados como *World of Warcraft* (2004). El MMORPG por excelencia se convirtió en número 1 en ventas durante sus primeros años de vida y ha mantenido una enorme comunidad activa a lo largo de sus casi 20 años de vida gracias a las expansiones que *Blizzard* ha ido introduciendo a lo largo del tiempo. Actualmente se encuentra en una situación en la cual va perdiendo jugadores año tras año, pero eso no quita para que a finales de 2021 todavía contase con una base de 4,74 millones de suscriptores anuales<sup>13</sup>.

Por estas fechas, el sector de las videoconsolas estaba siendo dominado por *Nintendo* y *Sony* a costa de *Sega*, que a pesar de lanzar al mercado la *Dreamcast* (1999), una consola innovadora que apostó por ser la primera con conexión a la red a nivel internacional, incluyendo de fábrica un módem de 56 Kbps, no obtuvo las ventas esperadas y acabaron por no producir más consolas [5][6]. Hubo que esperar hasta el año 2001 a que *Microsoft* sacara al mercado la primera *Xbox*, la cual contaba con un servicio llamado *Xbox Live*, para que los juegos multijugador en línea despegaran en las consolas. Los mayores incentivos de *Xbox Live* fueron *Halo: Combat Evolved* (2001) y *Project Gotham Racing* (2002). En la figura 2.7 se pueden ver las dos consolas anteriormente citadas.



Figura 2.7. Dreamcast de SEGA (izquierda) y XBOX de Microsoft (derecha)

<sup>13</sup> Más información en <https://areajugones.sport.es/videojuegos/cuanta-gente-juega-a-world-of-warcraft-a-dia-de-hoy-esta-el-juego-muriendo/>

Después del éxito que obtuvo Microsoft con el servicio en línea para su videoconsola, Sony y posteriormente Nintendo adaptaron sus respectivas consolas para que también pudieran conectarse a internet<sup>14</sup>.

Hoy en día, los videojuegos multijugador online son los más demandados por la mayoría del público, al ser cada vez más complejos y variados. Además, la existencia de una infraestructura de redes con velocidades de transmisión de datos más rápidas ha supuesto una reducción en la latencia de red y la experiencia de juego es más satisfactoria que la de hace cinco años [7]. Al ser mejoras prácticamente independientes a los dispositivos electrónicos, la variedad de videojuegos de este estilo se ha expandido a ordenadores, consolas y móviles, siendo este último sector el que más ha cambiado en la última década<sup>15</sup>.

En el año 2009 *Riot Games* creó *League of Legends*, un videojuego de género MOBA<sup>16</sup> que se ha convertido en uno de los títulos más jugados diariamente en todo el mundo. Gracias a su competitividad y a su curva de aprendizaje, fue uno de los pioneros en la consolidación de los *eSports* o deportes electrónicos, es decir, competiciones profesionales de videojuegos de ámbito multijugador en línea, en los cuales se enfrentan normalmente dos equipos. En la figura 2.8. se puede apreciar la final del campeonato mundial de *League of Legends* en el año 2015.



**Figura 2.8.** Final del campeonato mundial de *League of Legends* (2015)

<sup>14</sup> Más información en [https://elpais.com/diario/2003/04/24/ciberpais/1051149744\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2003/04/24/ciberpais/1051149744_850215.html)

<sup>15</sup> Más información en [https://www.diariodesevilla.es/videojuegos/smartphones-soporte-preferido-videojuegos-Espana\\_0\\_1340266312.html](https://www.diariodesevilla.es/videojuegos/smartphones-soporte-preferido-videojuegos-Espana_0_1340266312.html)

<sup>16</sup> MOBA (del inglés *Multiplayer Online Battle Arena*), es un género en el cual los jugadores controlan a un solo personaje, generalmente con poderes y capacidades únicas en un equipo, que compite contra otro equipo de jugadores, normalmente del mismo número.

Además del videojuego de *Riot Games*, hay otros ejemplos claros que se pueden englobar dentro de los *eSports*, como *Counter-Strike: Global Offensive* (2012), *Call of Duty*, *FIFA* o *Rocket League* (2015).

Por último, cabe destacar la aparición del *Battle Royale*<sup>17</sup>, un género de videojuegos en el cual un gran número de jugadores luchan por mantenerse con vida hasta que solo queda un único jugador. Su nombre e idea proviene de una novela japonesa de los años 90, pero no fue demasiado explotado hasta la llegada de *PUBG: Battlegrounds* y sobre todo *Fortnite* en el año 2017.

En conclusión, los títulos multijugador en línea son una realidad consolidada en la industria del videojuego, a diferencia de hace solo 15 o 20 años. Además, la mayoría de estos juegos generan una rentabilidad mayor que aquellos que solo disponen de un modo historia<sup>18</sup>. Esto se debe al formato *free-to-play*<sup>19</sup> con microtransacciones que han adquirido muchos estudios en la actualidad [8]. Quién sabe lo que el futuro deparará a los videojuegos con avances como los servicios en la nube o las nuevas redes 5G... Lo que está claro, sin duda, es que en los próximos años los veremos cambiar todavía más.

## 2.1 Crítica al estado del arte

---

Viendo cuál es el paradigma actual de los videojuegos se podría criticar más bien poco si miramos la situación en la que nos encontrábamos en el pasado, pero, aunque la industria parezca perfecta cuenta también con varios problemas.

Cada vez existen menos estudios pequeños, tendiendo a una monopolización de la industria por parte de compañías como *Microsoft*, *Sony*, *Tencent*, *Ubisoft* o *Electronic Arts*, como se puede ver en la figura 2.9. Este hecho tiene ventajas como la de agrupar muchos videojuegos famosos en una misma plataforma o unir varios estudios para que colaboren en proyectos más ambiciosos, pero también supone un retroceso de libertades a la hora de crear nuevos videojuegos.

Un claro ejemplo de esta monopolización es el de la compra valorada en 68.700 millones de dólares por parte de Microsoft de la compañía *Activision Blizzard*, uno de los mayores estudios de videojuegos, con más de 30 años de vida y creadores de juegos como el antes mencionado *World of Warcraft* o el famoso *Overwatch*<sup>20</sup>.

<sup>17</sup> Género en el cual se desafía a un grupo de jugadores, comenzando con un equipamiento mínimo, a que busquen armas y eliminen a otros oponentes, mientras evitan quedar fuera de un "área segura" (el campo de juego se hace más pequeño), siendo el ganador el último jugador en pie.

<sup>18</sup> Más información en <https://www.muycomputer.com/2017/11/25/modelo-free-to-play-videojuegos/>

<sup>19</sup> Tipo de videojuego que permite a los jugadores el acceso al conjunto de su contenido, o al menos a una parte importante del mismo, sin necesidad de pagar.

<sup>20</sup> Más información en <https://www.vidaextra.com/listas/bombazo-microsoft-compra-activision-blizzard-68-700-millones-dolares-mayor-operacion-historia-videojuegos>



## 2.2 Propuesta

---

Tras analizar otros trabajos de final de grado que he podido observar, en los cuales se ha desarrollado un videojuego, he podido apreciar una diferencia importante con el proyecto que se va a exponer. En la mayoría de los casos se crea un prototipo de juego para un solo jugador y, en alguna ocasión, se crea con opción de multijugador únicamente.

Aunque PAWN es un videojuego que no nace de cero al inicio de este trabajo, se pretende que combine dos características importantes que no todos los videojuegos presentados anteriormente tienen, es decir, la capacidad de disponer de un modo historia y, a su vez, de un modo multijugador cooperativo en línea para 4 jugadores.

## 3. Análisis del problema

El asunto de este trabajo de final de grado es la creación de un videojuego, por lo tanto, es necesario conocer diferentes aspectos antes de comenzar a desarrollarlo. Se va a realizar un análisis exhaustivo de requisitos y necesidades para lograr cumplir con los objetivos que tenemos en mente.

### 3.1 Análisis de mercado

En primer lugar, se necesita saber cómo se encuentra el mercado actualmente a nivel nacional e internacional para saber si nuestro videojuego puede tener éxito o no una vez se finalice su desarrollo.

El sector de los videojuegos está en continuo crecimiento desde hace años, pero, en el año 2020 se ha reflejado un avance importante en términos económicos a nivel de facturación en España y en el resto del mundo. Como se puede ver en la figura 3.1, el mercado español ha sufrido un crecimiento del 18% respecto al año 2019. Aunque es cierto que la pandemia ha ayudado notablemente a fomentar este tipo de contenidos multimedia, al igual que la música y los servicios de vídeo bajo demanda, en 2021 también ha habido un crecimiento respecto al año anterior del 2,75 %, llegando a 1795 millones de euros en facturación total<sup>22</sup>, lo que indica que la tendencia del sector sigue siendo positiva.

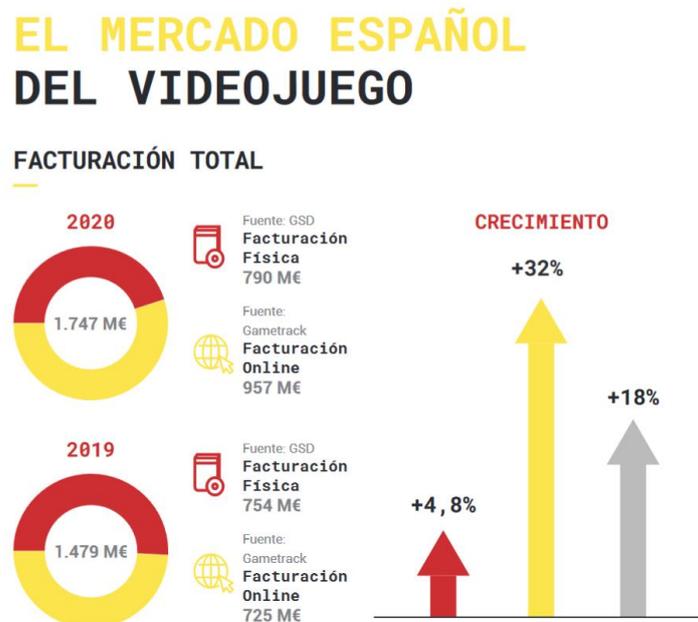


Figura 3.1. Gráfica de la facturación en el sector del videojuego (2020)

<sup>22</sup> Más información en [Anuario AEVI 2021](#)

Después de analizar los datos económicos, también interesa saber qué clase de videojuegos son los más jugados en la actualidad. Para ello, se ha hecho un análisis de diferentes plataformas de distribución digital de juegos como *Steam*<sup>23</sup>. En la figura 3.2 se puede apreciar la lista de los videojuegos con más jugadores activos en junio de 2022.

Clasificación por número actual de jugadores		
JUGADORES ACTUALES	PICO DE HOY	JUEGO
531,834	798,738	Counter-Strike: Global Offensive
390,209	639,971	Dota 2
193,223	350,926	PUBG: BATTLEGROUNDS
183,550	326,921	Apex Legends
113,736	113,736	MONSTER HUNTER RISE
102,511	128,377	Team Fortress 2
81,187	117,675	Grand Theft Auto V
80,104	142,469	ARK: Survival Evolved
71,221	89,787	Wallpaper Engine
57,422	94,881	NARAKA: BLADEPOINT
53,040	87,224	Rust
50,288	50,393	Unturned
45,655	47,513	MIR4
43,810	47,883	PAYDAY 2
39,451	69,659	Dead by Daylight

**Figura 3.2.** Clasificación por número actual de jugadores

De la figura anterior se pueden extraer datos muy importantes relacionados con los objetivos de este trabajo. De los 15 videojuegos que aparecen en la lista, excluyendo a *Wallpaper Engine*, una aplicación de fondos de escritorio interactivos, el resto cuentan con modos multijugador *online* (*Grand Theft Auto V*) o son completamente en línea (*Dota 2*, *Apex Legends*, *Rust*, ...).

Estos datos remarcan la importancia de los videojuegos con funciones en red y apoyan la adaptación del videojuego PAWN para que disponga de un modo multijugador en línea.

<sup>23</sup> Plataforma de distribución digital de videojuegos desarrollada por *Valve Corporation*. Fue lanzada en septiembre de 2003 y actualmente es una de las plataformas más utilizadas por los usuarios de PC.

## 3.2 Especificación de requisitos

---

Antes de nada, debemos especificar los requisitos que nuestro videojuego debe cumplir. Para ello, vamos a dividirlos en dos categorías, en requisitos funcionales y no funcionales.

Los funcionales son declaraciones de los servicios que va a presentar el sistema. Los principales requisitos y necesidades de este tipo con los que debe contar el videojuego son:

- Debe disponer de un menú principal.
- Tiene que incluir al menos una cinemática que explique la historia.
- El jugador podrá moverse y saltar.
- La cámara seguirá al jugador en todo momento.
- Debe tener un menú de pausa para cambiar ajustes o salir del juego.
- Se implementará un modo multijugador en línea.
- Los jugadores podrán atacar y hacer daño a los diferentes enemigos.

Después de listar los principales requisitos funcionales, vamos a pasar con los no funcionales. Estos requisitos describen restricciones que limitan las elecciones para construir la solución. En este caso, los principales requisitos no funcionales son:

- Se debe poder jugar en varias plataformas.
- La arquitectura del modo online debe estar basada en la creación de salas.
- El tiempo de respuesta en el multijugador debe estar por debajo de los 100 ms.
- La disponibilidad del servidor al cual se conectará el jugador debe ser superior al 98%.
- El lenguaje de programación utilizado debe ser C# o C++.

Tras especificar los principales requisitos de nuestro proyecto, lo que se precisa para el desempeño del juego es la elección de las herramientas de desarrollo. Para ello es fundamental saber qué tecnologías existen actualmente en el mercado y cuáles son las más indicadas para empezar a implementar la solución.

## 3.3 Motor gráfico

---

Los motores gráficos son entornos de trabajo diseñados específicamente para la creación y desarrollo de videojuegos. En sus orígenes los videojuegos no mostraban una separación clara entre los componentes de sus arquitecturas software. No fue hasta mediados de los 90 cuando se empezó a acuñar el término de *Game Engine*

para referirse a los componentes comunes sobre los que se asientan los nuevos desarrollos<sup>24</sup>.

Existen muchos motores de videojuegos, la mayoría permiten a los desarrolladores crear juegos para múltiples plataformas (ordenador, consolas, dispositivos móviles o realidad virtual) y normalmente se parecen en sus interfaces gráficas o en la forma en la cual estructuran la forma de trabajar. Aun así, cada uno cuenta con particularidades que lo diferencian de los demás.

A continuación, se va a mostrar un análisis de los motores gráficos más utilizados en la industria en los últimos años, exponiendo sus características principales, además de sus ventajas e inconvenientes.

- **RPG Maker:** Este motor se especializa en la creación de videojuegos de rol en 2D. Cuenta con varias versiones, ya que llevan en el mercado desde 1995, siendo las más modernas y utilizadas RPG Maker MZ y RPG Maker MV. Su editor destaca por tener una interfaz clara e intuitiva y por ofrecer a los usuarios la posibilidad de crear un videojuego de este género sin la necesidad de tener unos conocimientos avanzados de programación. Incluye la posibilidad de crear gráficos en alta resolución, gráficos de 3 capas y batallas frontales o laterales. Utiliza los lenguajes de programación Ruby y Javascript.
- **Godot:** Está considerado uno de los mejores motores del mercado para realizar un videojuego en 2D. También está capacitado para el desarrollo de videojuegos 3D. Además, es gratuito y de código abierto, una característica con la que cuentan pocos motores de la lista. Utiliza principalmente los lenguajes C y C++ para su funcionamiento.
- **Scratch:** Desarrollado por el Grupo Kindergarten del MIT Media Lab. Su principal característica consiste en que permite el desarrollo de habilidades mentales mediante el aprendizaje de la programación sin tener conocimientos profundos sobre el código. Es gratuito, de código abierto y muy recomendado en el sistema educativo para los estudiantes con poca experiencia. Es sencillo de utilizar gracias al uso de bloques reutilizables en la interfaz gráfica, pero también supone un limitante a la hora de dotar de flexibilidad a un usuario más avanzado.
- **Urho3D:** Es un motor ligero multiplataforma para juegos 2D y 3D. Está implementado en C y C++ y publicado bajo la licencia MIT<sup>25</sup>. Se puede descargar de manera totalmente gratuita. Está inspirado en otros motores como OGRE y Horde3D.
- **Source:** Desarrollado por Valve en 2004, es el sucesor directo de GoldSrc. Nació con la intención de ser actualizado poco a poco a medida que avanzaba la tecnología. Con este motor se desarrollaron juegos como *Counter Strike: Global Offensive* o *Half-Life 2*. Es un motor que permite solo la creación de

---

<sup>24</sup> Más información en

<https://www.aragon.es/documents/20127/674325/Estado%20del%20arte%20GameEngines%20y%20su%20impacto%20en%20la%20industria.pdf/db827568-09ef-e931-01e8-d293b9fca834>

<sup>25</sup> Licencia originada en el Instituto Tecnológico de Massachusetts que impone muy pocas limitaciones en la reutilización de software.

videojuegos en 3D. Source utiliza el lenguaje C++ para programar. Se pueden desarrollar juegos con este software, pero se necesita una licencia de Valve para ello. Es utilizado principalmente por los usuarios para crear *mods*<sup>26</sup>.

- **Unreal Engine:** Motor gráfico desarrollado por Epic Games y distribuido de manera gratuita desde 2015. Permite la creación de múltiples tipos de videojuegos, desde un sencillo plataformas en 2D hasta un juego en 3D de clase Triple A<sup>27</sup>. Su calidad gráfica es una de las más potentes en el mercado hoy en día, aunque su lenta curva de aprendizaje y la falta de una comunidad más grande lo hacen todavía una opción no destinada a todos los perfiles de usuarios. Utiliza el lenguaje C++.
- **GameMaker Studio:** De forma similar a Scratch, GameMaker es una plataforma que permite desarrollar videojuegos sin la necesidad de tener ningún tipo de conocimientos sobre programación. Gracias a esta característica es ampliamente utilizado en el mundo. Por otra parte, su versión gratuita limita mucho a aquellos desarrolladores que quieren ir un paso más allá, haciendo casi obligada la compra de las versiones profesionales. Funciona en los lenguajes Delphi, C++ y C#.
- **Unity:** Es uno de los motores gráficos más utilizados en la industria por los desarrolladores independientes gracias a su amplia gama de posibilidades. Con él se pueden desarrollar videojuegos en 2D y 3D para ordenador, consolas como *Playstation* o *Xbox*, realidad virtual o dispositivos móviles. Además, cuenta con una gran comunidad de usuarios, un aspecto que es importante para la resolución de errores y dudas frecuentes. Fue lanzado al mercado en 2005 por Unity Technologies de manera gratuita. Otras ventajas de este motor son su curva de aprendizaje sencilla y la *Asset*<sup>28</sup> *store*, una tienda propia de Unity donde los desarrolladores publican diferentes contenidos para ayudar a los usuarios a crear los videojuegos de una manera más rápida y sencilla. Utiliza el lenguaje de programación C#.
- **Open 3D Engine (O3DE):** Motor 3D modular, de código abierto y multiplataforma diseñado para impulsar juegos AAA hasta mundos 3D con calidad de cine y simulaciones de alta fidelidad. Cuenta con una licencia *Apache 2.0* y está directamente gestionado por la fundación *Linux*. Es sucesor directo del motor *Lumberyard* de *Amazon Web Services*, lanzado en 2016. Dispone de una gran potencia de rendimiento, pero al ser bastante nuevo (llegó al mercado a principios de 2022), cuenta con una comunidad de usuarios pequeña.

Tras analizar las principales plataformas de desarrollo de videojuegos, se puede observar la comparativa de sus características principales en la tabla de la figura 3.3:

---

<sup>26</sup> Acortamiento de modificación, es una extensión del software proporcionado originalmente por un videojuego que aporta nuevas posibilidades al mismo. Normalmente son desarrollados por terceros.

<sup>27</sup> Dícese de aquellos proyectos de alto presupuesto producidos por compañías importantes.

<sup>28</sup> Elemento que puedes usar en tu proyecto. Puede provenir de un archivo creado fuera de Unity, como un modelo 3D, un archivo de audio, una imagen o cualquiera de los otros tipos de archivo compatibles con este entorno de desarrollo.

	RPG Maker	Godot	Scratch	Urho3D	Source	Unreal Engine	GameMaker Studio	Unity	O3DE
<b>Gratuito</b>	Prueba de 30 días	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	Solo versión estándar	SÍ	SÍ
<b>Código abierto</b>	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	SÍ
<b>Lenguajes</b>	Ruby, Javascript	C++	Scratch Language	C++	C++, Lua	C++	GameMaker Language, Javascript	C++, C#	C++, Lua
<b>Conocimientos informáticos requeridos</b>	Bajos	Medios	Bajos	Medios	Medios	Altos	Bajos	Medios-Altos	Medios
<b>Multiplataforma</b>	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
<b>Desarrollo en 2D/3D</b>	2D	2D,2.5D,3D	2D	2D,3D	3D	2D,3D	2D,3D	2D,3D	3D
<b>Flexibilidad para usuarios avanzados</b>	Baja	Alta	Baja	Media	Alta	Alta	Baja	Alta	Alta
<b>Comunidad de usuarios</b>	Alta	Media	Alta	Baja	Alta	Media	Alta	Alta	Baja

**Figura 3.3** *Tabla de los principales motores gráficos*

A la luz del análisis anterior, tras estudiar cuál de estas herramientas se ajusta más a los requisitos del proyecto que se pretende realizar, se ha decidido que el desarrollo del videojuego se hará finalmente en el motor gráfico Unity (véase figura 3.4).



**Figura 3.4.** *Logo del motor Unity*

La razón principal por la cual se ha escogido esta tecnología y no otra de la lista es porque Unity cuenta con una amplia comunidad de usuarios que ante una duda o algún error inesperado se puede consultar información específica más rápidamente y solucionar problemas con más facilidad. Además, es gratuito, multiplataforma y, aunque su curva de aprendizaje no es la más rápida de la lista y se necesitan conocimientos previos de programación es una opción que hoy en día es una de las más elegidas por muchos desarrolladores *indies*.

Unreal Engine también es una opción muy interesante, gracias a su gran potencia y sus capacidades para desarrollar videojuegos complejos y extensos, además de ser gratuito y multiplataforma, pero al contar con una comunidad con un menor número de usuarios y tener una curva de aprendizaje más lenta, en el proyecto se utilizará el motor gráfico de Unity Technologies.

### 3.4 Motor de desarrollo del multijugador en línea

---

Ya hemos observado cuál va a ser el motor gráfico con el que se va a construir el videojuego. La base sobre la cual se va a trabajar está asentada, pero Unity no permite desarrollar una solución con conexión a la red por sí mismo. Para ello necesitamos analizar qué herramientas existen en el mercado en este momento y determinar con qué ventajas y desventajas cuentan cada una de ellas para escoger una de manera correcta.

Tras investigar sobre las diferentes alternativas que existen, se va a exponer las características de las principales opciones de motores o librerías destinadas a crear esta clase de videojuegos.

- **Mirror:** Es una *API*<sup>29</sup> de redes para Unity de alto nivel, que soporta protocolos de bajo nivel. Cuenta con una gran comunidad y su curva de aprendizaje es bastante rápida, aun así, se necesitan unos conocimientos básicos del lenguaje de programación C#. Es una herramienta gratuita y de código abierto.
- **Photon Unity Networking:** Es una solución que cuenta con una gran integración con Unity, al dar la posibilidad de crear videojuegos online para varios tipos de plataformas. Cuenta con una gran comunidad de usuarios activos y es gratuita hasta 20 CCU<sup>30</sup>. Su estructura cuenta con un servidor dedicado al cual se conectan sus clientes. Permite la creación de salas y *matchmaking*<sup>31</sup>.
- **Nakama:** Es un servidor de código abierto diseñado para potenciar juegos y aplicaciones modernas. Entre sus características destacan la creación de cuentas de usuario, chat de voz, *matchmaking* y multijugador en tiempo real. Su cliente está construido en .NET con extensiones para el motor Unity. A pesar de ser innovador y contar con propiedades interesantes, su base de usuarios todavía es muy pequeña.
- **MLAPI:** Esta herramienta independiente ha acabado siendo adquirida y soportada de manera oficial por *Unity*. Al ser una API de nivel medio dispone de acceso a procesos básicos de una API de bajo nivel mientras conserva la sensación de estar trabajando con una librería de alto nivel. Este motor está

---

<sup>29</sup> API (en inglés, Application Programming Interface) es un conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos que ofrece una librería para ser utilizada por otro software como capa de abstracción.

<sup>30</sup> Usuarios conectados concurrentemente (a la vez).

<sup>31</sup> Proceso que se lleva a cabo para conectar jugadores con la misma habilidad competitiva en partidas de juegos en línea, para generar un campo más competitivo en el videojuego.

desarrollado para abarcar muchos aspectos de las conexiones en red dentro de un videojuego, pero debido a su reciente compra y estar todavía en desarrollo por *Unity Technologies* no cuenta con la mayor comunidad de usuarios.

Como se puede comprobar, la cantidad de utilidades de Unity capaces de implementar funciones en red no es muy extensa, pero a la luz de la información expuesta anteriormente se puede tomar una decisión para el objetivo que queremos cumplir en el proyecto.

La opción elegida para PAWN va a ser la tecnología *Photon Engine*, también llamada *Photon Unity Networking* (véase figura 3.5). Se ha escogido esta opción principalmente por la gran cantidad de información que existe de esta herramienta y por la amplia comunidad de usuarios que la utiliza desde hace años. Puede que en un futuro cercano otras opciones como MLAPI se impongan, ya que esta API, al haberse integrado con Unity recientemente podría acabar convirtiéndose en una librería propia con menos problemas y más soporte por la compañía del motor gráfico. Aun así, la falta de uso por parte de la comunidad ha hecho que *Photon* sea el motor de desarrollo escogido.



Figura 3.5. Logo de Photon Engine

### 3.5 Otras herramientas de desarrollo utilizadas

---

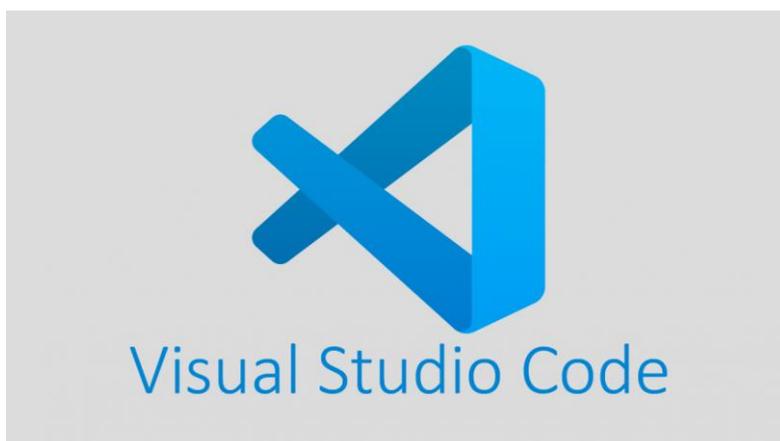
Ya se han visto qué tecnologías principales se van a usar durante el transcurso del desarrollo del videojuego, pero todavía falta indicar qué productos software existen y cuales se van a escoger para la realización de aspectos no menos importantes como la gestión y la organización del trabajo en equipo, la implementación de código dentro del motor gráfico o la creación de modelados y animaciones introducidos en el proyecto.

Para comenzar, lo primero que se debe hacer es buscar la manera en la cual todos los integrantes del videojuego puedan compenetrarse y sincronizar el trabajo realizado para evitar problemas. Para ello existen varias opciones como *Azure DevOps Services*, *GitLab*, *GitHub* o *Bitbucket*. En este caso se ha decidido usar *GitHub* (figura 3.6), al ser una de las principales plataformas para crear proyectos abiertos de herramientas y aplicaciones. Además, la facilidad que aporta a la hora de descargar el código desde el repositorio y modificarlo lo hacen muy útil para equipos de desarrollo.



**Figura 3.6.** Logo de GitHub

Para la creación de scripts y modificación de código de Unity de diferente índole se debe elegir un editor o IDE<sup>32</sup>. En el caso que se presenta todos los integrantes del proyecto no utilizamos la misma herramienta. Para trabajar con Unity se pueden elegir multitud de entornos de desarrollo. Por defecto *Unity* tiene integrado *Visual Studio*, pero hay opciones con mejores características. *Jetbrains Rider* es un entorno muy utilizado por desarrolladores, al estar diseñado principalmente a la edición y depuración de aplicaciones basadas en .NET y C#. Aunque esta opción iba a ser la que en un principio se iba a escoger, la familiaridad y experiencia personal con el editor *Visual Studio Code* (véase la figura 3.7) hizo que escogiera esta solución.



**Figura 3.7.** Logo de Visual Studio Code

Para la comunicación entre los miembros del equipo de PAWN no hemos utilizado una aplicación, sino dos. La pandemia ha contribuido a que nos especialicemos en este tipo de software y con el paso de los meses las aplicaciones de comunicación que utilizan videoconferencias o chats de voz se han hecho indispensables para realizar cualquier trabajo en equipo. En nuestro caso, las dos herramientas que se han elegido han sido *Microsoft Teams* y *Discord* (figura 3.8) por ser gratuitas, mantener una conexión estable durante mucho tiempo y disponer de

---

<sup>32</sup> Entorno de desarrollo integrado o entorno de desarrollo interactivo, en inglés *Integrated Development Environment*, es una aplicación informática que proporciona servicios integrales para facilitarle al desarrollador o programador el desarrollo de software

funcionalidades básicas para la compartición de archivos de cualquier tipo de manera rápida a través de sus canales.



**Figura 3.8.** Logos de Discord (izquierda) y Microsoft Teams (derecha)

Por último, aunque no pertenezca a mi ámbito de trabajo en este videojuego, hay que destacar el uso de la herramienta de modelado y animación que han usado mis compañeros para implementar los personajes y los movimientos de estos.

Dentro del mundo del modelado 3D, el renderizado y la animación existen muchos programas que requieren una gran práctica y experiencia para ser usados correctamente. Para PAWN se ha utilizado el programa *Blender* (figura 3.9), por ser totalmente gratuito, ser de código abierto y disponer de muchas opciones, por ejemplo, la creación de personajes en 3D y su posterior animación mediante procesos de *rigging*<sup>33</sup>.



**Figura 3.9.** Logo de Blender

### 3.6 Solución propuesta

---

A modo de conclusión de lo visto en los apartados anteriores, el videojuego se va a desarrollar sobre el motor gráfico *Unity*, que cumple con los requisitos de proporcionar un entorno de desarrollo completo y disponer de los recursos esenciales

---

<sup>33</sup> Proceso de creación de un sistema de controles digitales y su posterior agregación a un modelo 3D para que así pueda ser animado fácil y eficientemente.

para crear un juego de acción y aventuras en 3D. Para trabajar sobre *Unity* incorporando funcionalidades originales mediante *scripts*<sup>34</sup> se va a utilizar el editor *Visual Studio Code*, por su ligereza y rapidez en la depuración de código.

Para la inclusión del modo multijugador en línea, al no poderse hacer directamente en *Unity*, se ha optado por integrar e instalar el motor de desarrollo *Photon Engine* sobre el motor gráfico para aprovechar las opciones que nos ofrece a la hora de diseñar especificaciones para varios jugadores.

Además, para el diseño de los personajes y diversos objetos empleados en los diferentes niveles del juego, como árboles, barriles o carros se ha escogido el programa *Blender*.

Por último, para establecer un orden y poder garantizar una gestión adecuada del proyecto se ha optado por seguir una metodología de trabajo utilizando las herramientas de comunicación y colaboración de proyectos *GitHub*, *Microsoft Teams* y *Discord*.

### 3.7 Plan de trabajo

---

Para la gestión y planificación del trabajo realizado se han definido unos ciertos parámetros a cumplir. Este proyecto comenzó a principios de mayo de 2022 por diversos motivos de coordinación entre los 3 miembros del equipo. De todas formas, se han ido marcando hitos a completar periódicamente y se han organizado reuniones semanales que se han ido cumpliendo de manera responsable y sin originar retrasos que hayan repercutido en el trabajo del resto de compañeros.

En mi caso, no he podido plasmar todas las actividades que he tenido que completar en una sola tabla, aun así, la mayor parte de las tareas que he realizado se pueden apreciar en el diagrama de Gantt de la figura 3.10.

La mayor parte de las actividades aparecidas en este diagrama están relacionadas con el diseño, desarrollo e implementación del modo multijugador en línea, ya que esta funcionalidad del juego me parecía interesante tratarla de principio a fin debido a que mis conocimientos sobre redes eran mayores a los de mis otros dos compañeros por la especialidad que he cursado en el grado.

---

<sup>34</sup> Fragmentos de código que tienen como objetivo realizar o añadir funciones dentro de un videojuego, aplicación web, servidor de datos, etc.

	03/05/2022	10/05/2022	17/05/2022	24/05/2022	31/05/2022	07/06/2022	14/06/2022	21/06/2022	28/06/2022
Aclarar ideas sobre el trabajo a realizar y distribución de tareas	■								
Instalación y configuración de Photon	■								
Conexión y sincronización de los jugadores		■	■						
Creación de salas inicial		■	■						
Diseño y modelado del escenario del multijugador			■	■	■	■			
Introducción de los primeros enemigos					■				
Sincronización de los peones enemigos					■				
Modificación de la cámara de Pawn en el multijugador					■				
Creación del sistema de oleadas de enemigos						■	■		
Mejora del sistema de creación y unión a salas de juego						■	■		
Implementación y adaptación del HUD						■	■	■	
Creación de la primera parte del nivel 2						■	■	■	
Menú de pausa y muerte del multijugador							■	■	
Pruebas y solución de errores								■	■

Figura 3.10. Diagrama de Gantt personal de PAWN

## 3.8 Presupuesto

En un videojuego siempre es difícil poner límites a qué se pretende desarrollar y cuánto tiempo y esfuerzo va a suponer realizar determinadas actividades y tareas. En mi caso, con la experiencia que he adquirido en los últimos meses, considero que voy a ser capaz de expandir el videojuego de tal forma que cuente con un modo multijugador en línea basado en oleadas de enemigos, aunque al ser la primera vez que participo en este tipo de tareas no sé con qué me voy a encontrar. Es por ello por lo que al finalizar este proyecto seguramente queden ciertos aspectos por pulir por falta de tiempo o personal, al solo encargarme yo de toda la implementación del código en red. Aun así, el valor que me aporta crear este videojuego me va a servir, sin duda alguna para futuros proyectos.

## 4. Diseño de la solución

Ya hemos analizado en qué condiciones se encuentra el mercado de los videojuegos actualmente, los requisitos que debe cumplir nuestro proyecto y las principales herramientas que existen en el mercado, además de decidir cuáles son las más indicadas para proceder a realizar el videojuego.

A continuación, se expondrá esquemáticamente cómo se pretende que sea la estructura interna del videojuego según las decisiones tomadas a partir del análisis del apartado anterior.

### 4.1 Arquitectura del sistema

En primer lugar, este apartado va a presentar los niveles y diferentes pantallas del videojuego y cómo se relacionan entre ellos. Según la idea inicial del juego, PAWN cuenta con 6 niveles lineales, cada uno con diferentes entornos y estilos de juego, además de incorporar nuevas piezas del ajedrez a medida que avanzas de pantalla. El último nivel se desarrolla en el castillo oscuro, donde se lucha contra enemigos previamente vistos y finalmente contra la Dama, el enemigo más difícil del videojuego y más versátil en el ajedrez.

A continuación, en la figura 4.1, se puede observar un esquema de la idea inicial del videojuego.

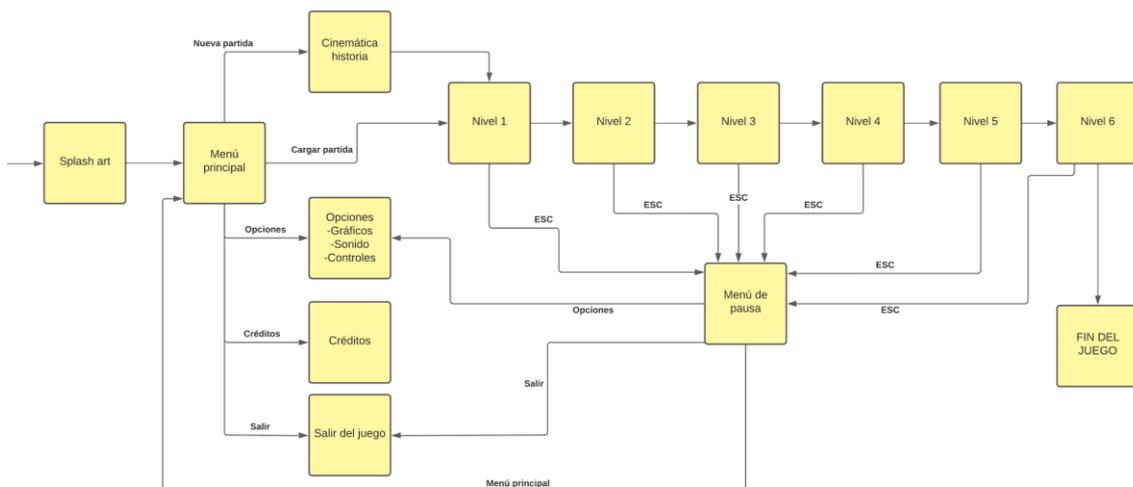
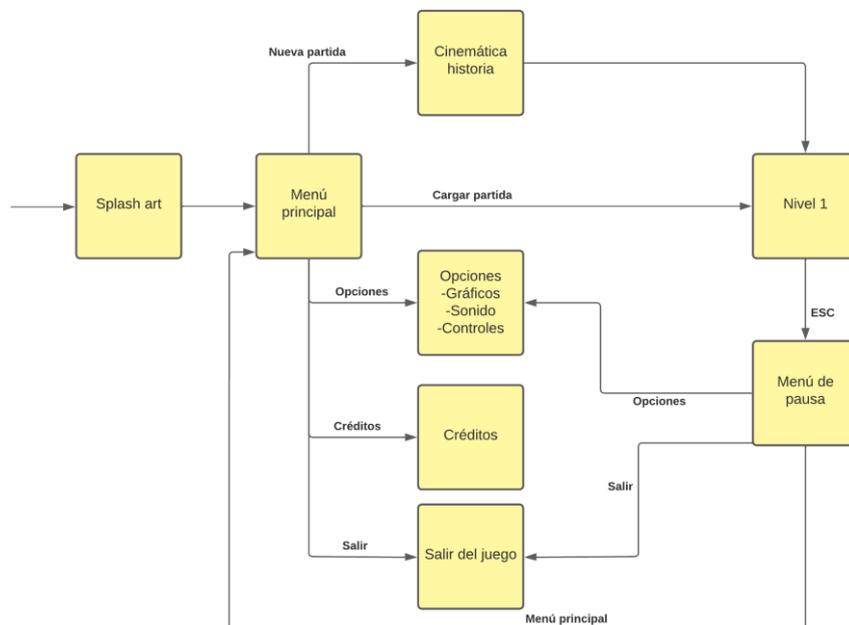


Figura 4.1. Esquema inicial de navegabilidad de PAWN

Este esquema de navegabilidad se fue adaptando con el tiempo principalmente por falta de tiempo, al disponer solo de 3 meses de desarrollo y empezar el juego desde cero.

Al comienzo de este trabajo de final de grado, la estructura real del videojuego es la que se muestra en la figura 4.2. Se puede observar que solo aparece el nivel 1 en vez de los 6 previamente mencionados tras haber revisado el alcance que teníamos en un primer momento y darnos cuenta de los plazos de tiempo con los que contábamos.



**Figura 4.2.** Esquema de navegabilidad de PAWN al inicio del trabajo

A partir de este punto, el equipo de desarrollo pasó de tener 7 integrantes a contar solamente con 3, lo cual supuso una nueva revisión del plan inicial y se tomaron algunas decisiones que han derivado en los objetivos que se quieren alcanzar al final del presente proyecto.

Finalmente, el diseño del videojuego PAWN se ha cambiado de tal manera que va a contar con un modo multijugador en línea al cuál se podrá acceder a través del menú principal y un segundo nivel en la historia, que extienda la jugabilidad y duración que presentaba el videojuego anteriormente. Estos cambios están reflejados en el esquema de la figura 4.3. Los detalles sobre el nivel 2 y los niveles del multijugador cooperativo en línea se explicarán con mayor detalle en el apartado siguiente.

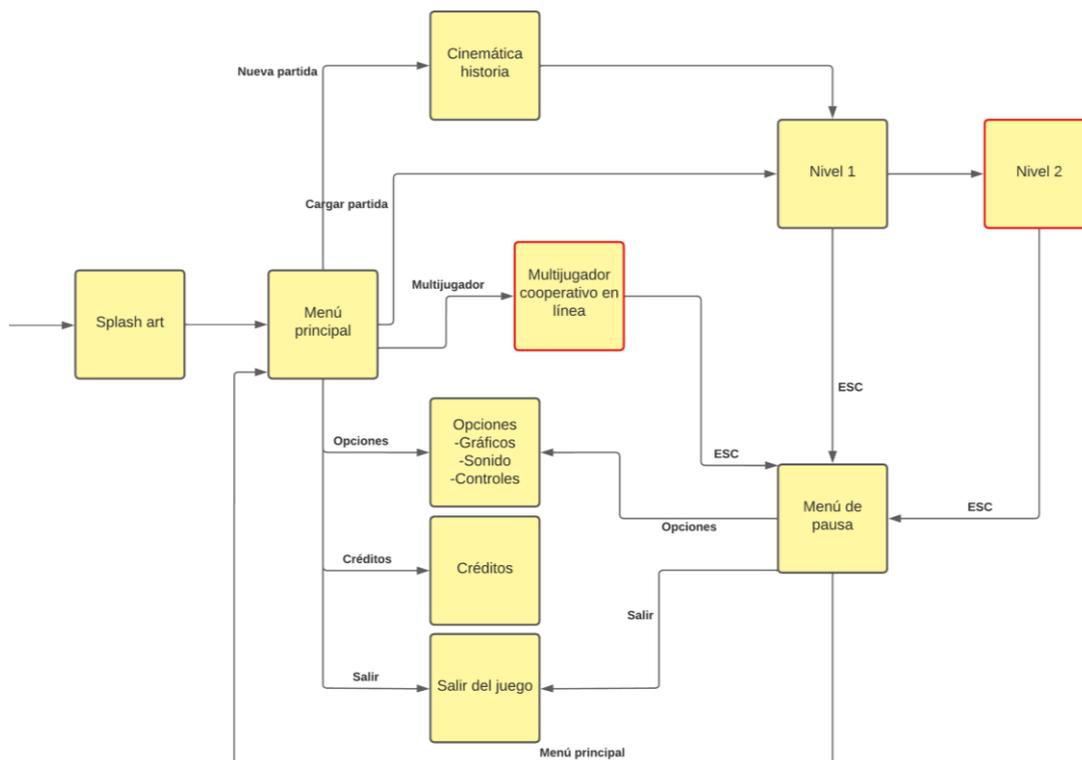


Figura 4.3. Esquema de navegabilidad final de PAWN

## 4.2 Diseño detallado

Ante los esquemas anteriores, que muestran la evolución de diseño y planificación que ha ido tomando el videojuego a lo largo del tiempo, en esta sección se va a pasar a detallar los bloques que van a ser implementados en la fase de desarrollo.

En primer lugar, el segundo nivel de juego, al cual se accede tras derrotar al peón jefe del primer nivel, va a contar con tres fases distintas, cambiando las mecánicas y jugabilidad en cada una de sus partes. En la figura 4.4 se aprecia cómo va a ser este nivel. En la parte 1, Pawn debe escapar de la villa donde ha derrotado al peón jefe y seguir avanzando hasta conseguir un caballo con el cual poder huir de la zona. Una vez que alcanza el corcel, se hace una transición a la parte 2, en la que el escenario pasa a ser generado de manera procedural<sup>35</sup> y el jugador debe ir esquivando los objetos y enemigos que se interponen en su camino. Tras una determinada distancia recorrida, empieza la parte 3, última de este nivel. En ella, Pawn es forzado a luchar en un coliseo contra el caballo jefe y su jinete, teniendo que esquivar muchos de sus ataques para poder derrotarlo.

<sup>35</sup> Método de creación de diferentes tipos de contenidos a través de algoritmos computacionales, en oposición a un método de creación manual.

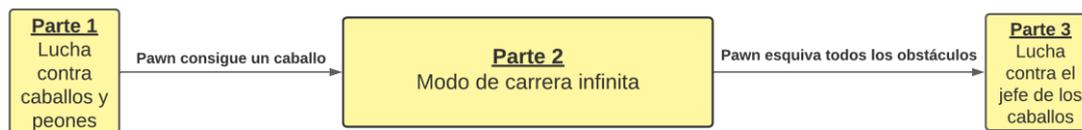


Figura 4.4. Esquema del segundo nivel de juego

Para la creación de este nivel se ha decidido repartir el trabajo entre los tres miembros del equipo, realizando cada uno de nosotros una parte distinta. En mi caso, me he ocupado de desarrollar la parte 1 del nivel, que sirve de punto de unión entre el final del nivel 1 y la parte de carrera infinita del nivel 2.

Aparte del nivel de la historia construido conjuntamente, me he especializado en el diseño del modo multijugador en línea. En esta parte, se ha decidido introducir una pantalla de carga para esperar a que el jugador se conecte al servidor y posteriormente pueda crear o unirse a una sala de juego. Al no darnos tiempo a realizar más niveles del modo historia, hemos decidido introducir a todos los enemigos que teníamos pensados de manera que hasta 4 jugadores puedan enfrentarse a oleadas de diferentes clases de piezas del ajedrez. Tras vencer a las distintas oleadas, los jugadores se enfrentarán en otro escenario distinto a la Dama, considerado el jefe final del juego. En la figura 4.5 se puede observar mejor lo que se acaba de comentar.

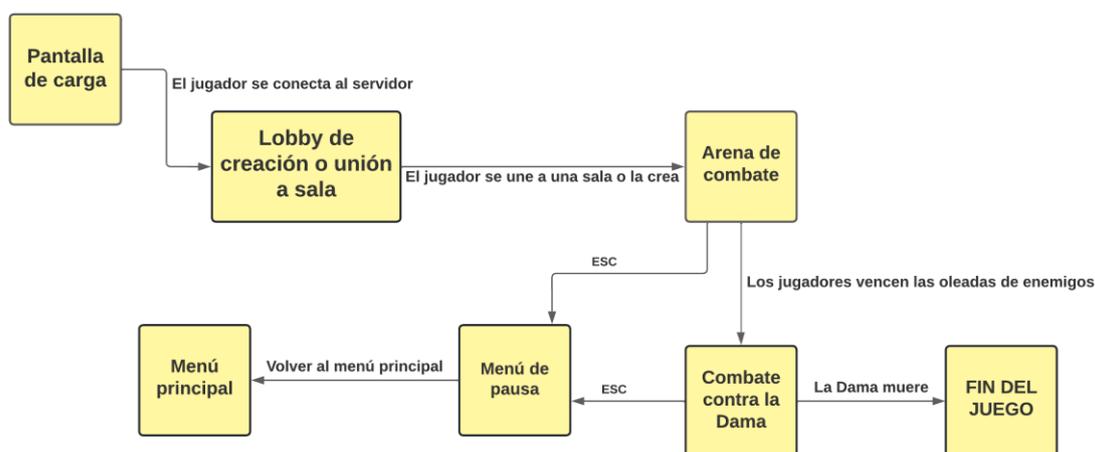


Figura 4.5. Esquema del modo multijugador

## 4.3 Tecnologías utilizadas

Ya se ha visto anteriormente todas las herramientas que se han escogido para conseguir los objetivos propuestos. En este apartado se va a hacer énfasis en aquellas tecnologías esenciales para poder desarrollar el videojuego, el modo online y los paquetes de *assets* descargados para facilitar la creación del entorno del videojuego.

- **Unity:** Para poder iniciar el proyecto, se decidió utilizar la versión 2020.3.14f1 de este motor gráfico. Al tener cierta antigüedad, es una versión con un buen soporte. Además, al tener menos de dos años de diferencia con la última versión cuenta con un gran abanico de funcionalidades.

A partir de aquí, todas las herramientas utilizadas han sido descargadas de la *Unity Asset Store* de *Unity Technologies* e incorporadas dentro del motor gráfico de manera legítima y siguiendo los parámetros de las licencias indicadas en cada paquete descargado.

- **Photon Unity Networking:** Esta tecnología ha sido la escogida para proporcionar las funciones de red al modo multijugador que se va a implementar. La versión que se ha escogido es la 2.40. Esta API es de las opciones más usadas hoy en día por su velocidad, su baja latencia a nivel global, al disponer de servidores por todo el mundo, su fácil integración con Unity y su gran soporte a todo tipo de plataformas. Además, la estructura de su red es algo peculiar. La comunicación en línea se establece a través de un servidor dedicado de *Photon*, llamado *Master Server*<sup>36</sup>, para que los clientes no tengan que conectarse punto a punto. Solo se puede asignar un servidor por juego. Este contiene la lista de todas las salas creadas por los usuarios que estén jugando al videojuego. Una vez que un cliente crea una sala, este pasa a ser el *host* o *Master Client*<sup>37</sup>, que mantiene una comunicación especial con el servidor, al ser este cliente el que dirige y sincroniza la conexión del resto de jugadores en la sala y los eventos que ocurren en ella. La versión elegida es la gratuita, que permite la conexión de hasta 20 jugadores de manera concurrente.
- **Rock01:** Paquete de texturas de rocas, creado por el desarrollador Crazytextures y utilizado para decorar los escenarios del nivel 1 y 2.
- **Low Poly Fence Pack:** Paquete que incluye diferentes tipos de modelados de vallas en 3D usados en la villa del nivel 1. Pertenece a BROKEN VECTOR.
- **Stylized Water For URP:** Este *asset* contiene opciones avanzadas para la creación de agua usando el *shader*<sup>38</sup> URP<sup>39</sup>. Desarrollado por Alexander Ameye.
- **RPG Poly Pack – Lite:** Paquete con cabañas y elementos usados en la villa del nivel 1 y en el primer escenario del multijugador. Desarrollado por Gigel.

---

<sup>36</sup> Servidor dedicado al cual se conectan los clientes que usan *Photon* para poder acceder a funcionalidades en línea del videojuego.

<sup>37</sup> Dícese de aquel cliente que crea una sala de juego y tiene más privilegios que el resto para poder gestionar y sincronizar los eventos que se van sucediendo durante el tiempo de juego.

<sup>38</sup> Aplicación que se ejecuta directamente en la GPU para producir sombras y efectos de luz sobre los objetos.

<sup>39</sup> Del inglés, *Universal Render Pipeline*. Es una solución gráfica que permite conseguir gráficos de alta calidad dentro de *Unity*.

- ***FREE Slavic Medieval Environment Town Interior and Exterior***: Este paquete contiene diferentes tipos de estructuras medievales y elementos naturales como árboles o piedras. Se han utilizado algunas casas en la villa del nivel 1, la parte 1 del nivel 2 y la arena de combate del multijugador. Ha sido desarrollado por EmacEArt.

Tras especificar todas las herramientas que se han usado, se va a pasar a detallar los aspectos más importantes de la fase de desarrollo de la solución.

## 5. Desarrollo de la solución propuesta

---

La intención de este capítulo es explicar los aspectos fundamentales en los que he trabajado y he colaborado desde el principio del videojuego PAWN y, en concreto, la forma en la cual se ha elaborado toda la adaptación e implementación del multijugador en línea.

### 5.1 Desarrollo del modo historia

---

En primer lugar, considero importante explicar en qué partes de PAWN he estado colaborando antes del comienzo de este trabajo. Cuando se ideó esta solución ningún integrante tenía experiencia ni conocimientos previos en desarrollar videojuegos. Poco a poco fuimos familiarizándonos con el entorno de Unity y sus diferentes ramas (sistemas de cámaras, iluminación, físicas, colisiones, movimiento, animaciones, sonido, etc). A lo largo de los primeros meses y hasta acabar la asignatura de Desarrollo de Videojuegos 3D fui relevante en tareas como la creación del sistema de movimiento del personaje principal, es decir, Pawn. Posteriormente, me encargué de asignarle una cámara en tercera persona sensible al movimiento del ratón que siguiera al jugador en todo momento. Esta cámara fue implementada como una cámara virtual de *Cinemachine*<sup>40</sup>, lo que me permitió configurarla de una forma más fácil y completa sin necesidad de añadir prácticamente código extra. Además de esto, colaboré en el diseño del nivel 1, modelando y decorando gran parte del escenario.

Al final de la asignatura, como se ha comentado anteriormente, solo estaba desarrollado el primer nivel, con los respectivos menús necesarios para poder navegar por las diferentes escenas del videojuego, las mecánicas básicas de Pawn y dos tipos de enemigos (en ese momento se habían introducido peones normales y el peón jefe como únicos enemigos, véase la figura 5.1 y 5.2).

---

<sup>40</sup> Suite de herramientas para cámaras dinámicas, inteligentes y sin código que permite modificar, experimentar y crear comportamientos de cámara en tiempo real.



**Figura 5.1.** Pawn siendo atacado por los peones de su ejército



**Figura 5.2.** Pawn luchando contra el jefe del nivel 1

Después de esta etapa se empezó con el desarrollo del nivel 2 y el multijugador en línea.

Para la creación de la primera parte del nivel 2, se ha tenido en cuenta la historia diseñada inicialmente y se ha desarrollado una escena que conecta el final del nivel 1, en el cual se derrota al jefe de los peones con la carrera “infinita” de la segunda parte del nivel 2.

En esta parte se puede observar como la villa donde Pawn ha luchado queda detrás y se abre por delante un camino que debe seguir, en el que se encuentra con más peones y caballos enemigos. Pawn debe derrotar a todos los enemigos de esta zona para poder pasar a la siguiente pantalla, ya que, para poder llegar hasta un corcel introducido al final del camino hace falta romper una cuerda que impide a Pawn

avanzar. Esta cuerda solo se puede destruir una vez se han eliminado todos los enemigos. Posteriormente, tras alcanzar el caballo, un *event trigger*<sup>41</sup> se activa para ejecutar el salto a la segunda parte del nivel. En la figura 5.3 se puede observar parte de este nivel.



Figura 5.3. Pawn luchando contra caballos enemigos

Después de explicar brevemente cómo se ha implementado mi parte del nivel 2, se va a pasar a detallar la configuración y la forma de trabajar con *Photon* para la realización del multijugador de PAWN.

## 5.2 Desarrollo del modo multijugador

---

Para comenzar a crear una solución que contara con un modo online lo primero que se hizo fue analizar las diferentes herramientas compatibles con Unity que existían y al final se acabó utilizando *Photon Unity Networking* para ello.

El primer paso que se debe seguir para conseguir que se integre con Unity es añadir el paquete de *PUN2 FREE* a *My Assets* dentro del *Package Manager*<sup>42</sup> de Unity. Si no aparece dentro de este gestor, seguramente haga falta buscarlo en la *Unity Asset Store* para que aparezca dentro del motor gráfico.

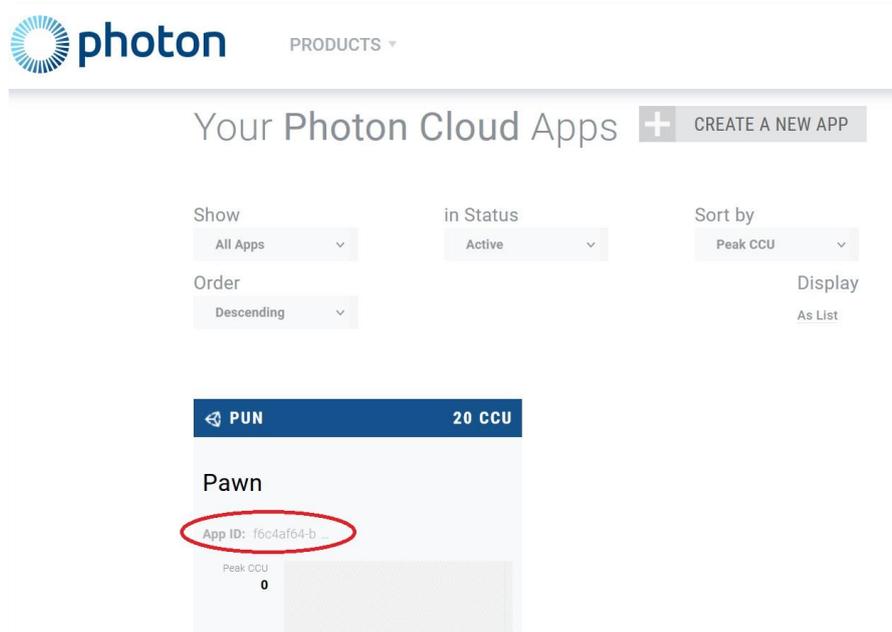
Una vez que aparezca dentro del *Package Manager* es necesario importarlo para que todos los archivos de PUN se instalen correctamente. Tras esta instalación, la API de *Photon* nos requerirá un *App ID*. Este identificador se obtiene registrándose en la página de Photon Engine y creando una nueva aplicación. Esta aplicación no es otra cosa que el servidor dedicado que se deberá vincular al proyecto de PAWN.

---

<sup>41</sup> Recibe eventos del sistema de eventos y llama las funciones registradas para cada evento.

<sup>42</sup> Gestor de paquetes de Unity. Se utiliza para ver los paquetes que hay instalados en el proyecto del juego o los que se pueden instalar.

Tras la creación de este servidor, aparecerá un identificador debajo del nombre que le hayamos indicado, como se ve en la figura 5.4. Este identificador es necesario introducirlo en Unity para que la API sepa a dónde se debe conectar una vez se ejecute el juego.



**Figura 5.4.** Servidor dedicado de PAWN

Tras completar este paso, *Photon* ya estará configurado en nuestro proyecto de *Unity*. Después de este proceso, hace falta crear una escena temporal que internamente ejecute el código necesario para conectarse al servidor de la herramienta que se está utilizando. En mi caso, he creado una pantalla de carga que cumple este requisito (véase figura 5.5). Cuando la conexión se ha establecido, el juego lo detecta y un evento hace una transición a la siguiente escena, imprescindible en cualquier videojuego multijugador, el *lobby*<sup>43</sup>. Desde esta pantalla de espera, se puede observar una lista de las salas creadas por jugadores que están dentro del juego y unirse a una de ellas o simplemente se puede introducir un nombre alfanumérico cualquiera para crear una sala nueva. Esta escena se puede apreciar en la figura 5.6.

<sup>43</sup> En videojuegos con modos online, zona de espera previa al comienzo de la partida donde se reúnen los jugadores que van a participar en la misma.



Figura 5.5. Pantalla de carga del multijugador



Figura 5.6. Pantalla de la sala de espera o lobby

El servidor de *Photon*, también llamado *Master server* almacena un listado con todas las salas del juego, y las mantiene conectadas para que los jugadores no tengan que conectarse punto a punto. Por cada sala de juego existe un cliente que tiene más funciones que los demás. Según la nomenclatura de *Photon*, a este cliente se le denomina *Master client*, un jugador que se encarga de dirigir los eventos del juego en línea y sincronizar los parámetros más importantes para que todos los jugadores de la sala puedan observar los mismos hechos. En la figura 5.7 se observa un esquema de la estructura de salas de *PUN*.

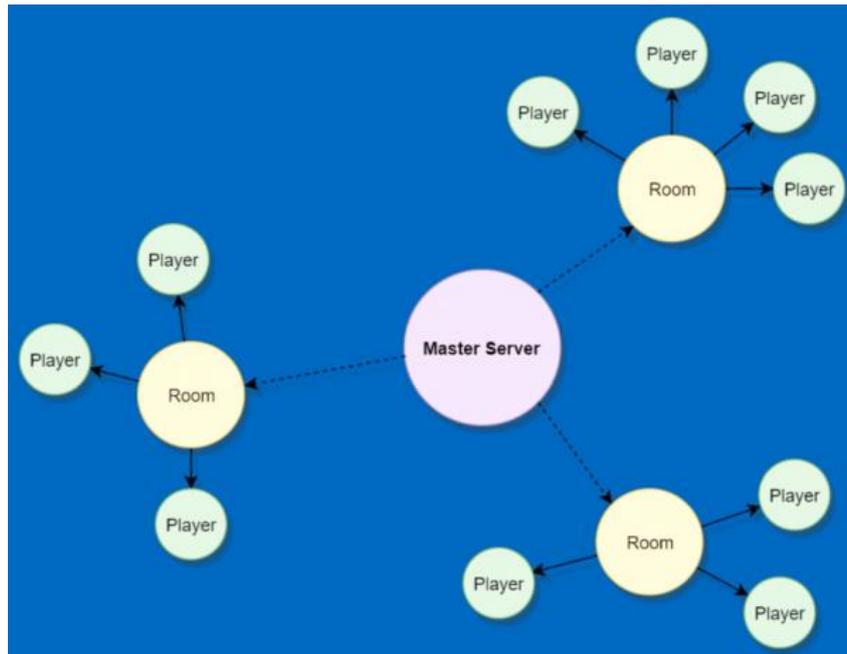


Figura 5.7. Sistema de salas de Photon Engine

A continuación, cuando el jugador accede a una sala, un *script* llama una función que crea a nuestro jugador en el escenario de combate. Cada uno de los jugadores y enemigos del multijugador necesitan estar sincronizados para que todos los jugadores puedan ver la misma versión espacial y temporal del videojuego. En primer lugar, hace falta introducir en el *prefab*<sup>44</sup> del jugador un componente de tipo *PhotonView*<sup>45</sup>, uno de los bloques más importantes y útiles de *Photon*, que permite y obliga al jugador a solo controlar a su peón y no a todos los que hay en la sala.

El *prefab* del jugador, además de todos los enemigos del modo en línea cuentan con 4 componentes esenciales para la sincronización básica de sus instancias. *PhotonView* es el principal, que asigna a cada objeto un identificador único para poder controlarlo en línea y hacerlo independiente de los demás.

*Photon Transform View Classic* es otro de los componentes, que sincroniza la posición, rotación y escala del objeto donde esté asignado.

*Photon Animator View* se encarga de la sincronización de todas las animaciones que tengan el jugador y los enemigos.

*Photon Rigidbody View* solo se ha aplicado en los enemigos, ya que Pawn no cuenta con el componente *Rigidbody*<sup>46</sup>. Este componente sincroniza las físicas de todos los enemigos.

<sup>44</sup> Objeto reutilizable y creado con una serie de características dentro de la vista proyecto de Unity, que puede ser instanciado en el videojuego cada vez que se estime oportuno y tantas veces como sea necesario.

<sup>45</sup> Identifica a un objeto a través de la red y configura cómo el cliente controlador actualiza las instancias remotas.

<sup>46</sup> Componente de Unity que permite a sus objetos actuar bajo el control de la física.

Para la aparición de los diferentes tipos de enemigos en el modo multijugador se ha creado un sistema de oleadas que genera las diferentes piezas del ajedrez a elección del desarrollador, pudiendo cambiar qué enemigos hay en cada ronda y qué cantidad habrá de cada uno de ellos. La aparición de los enemigos y el salto entre oleadas están controlados por el cliente maestro, ya que, de lo contrario, todos los jugadores ejecutarían el mismo código y el número de rivales sería proporcional al número de jugadores, además de haber inconsistencias entre las rondas de cada instancia de juego.

En la figura 5.8 se puede observar el terreno de juego principal del multijugador, que también ha sido diseñado desde cero.



**Figura 5.8.** *Dos jugadores luchando contra peones y un alfil*

Una vez que los jugadores han conseguido sobrevivir a todas las rondas de enemigos, son enviados automáticamente al palacio real, donde se producirá el combate contra el jefe final del juego, la Dama.

Este enemigo cuenta con tres fases distintas y más vida que el resto de las piezas del ajedrez implementadas en el juego, lo que supondrá un desafío para más de un jugador. También me he encargado del diseño y construcción de este escenario. En la figura 5.9 se aprecia el nivel del que se está hablando.



**Figura 5.9.** *Combate contra la Dama*

Por último, tras la finalización de las actividades previstas para este proyecto respecto al desarrollo del videojuego, se ha construido una aplicación web basada en *WordPress* que se explicará en detalle en el capítulo siguiente.

## 6. Implantación

---

Para la implantación del videojuego se ha creado una aplicación web basada en el gestor de contenidos web *WordPress* (véase figura 6.1), utilizado en todo el mundo, con el objetivo de publicar las primeras versiones jugables de PAWN.



**Figura 6.1.** Logo de *WordPress*

Esta aplicación web dispone de una página estática en la que se cuenta resumidamente la historia de Pawn y cuáles son las principales características del videojuego, además de incluir enlaces de descarga del juego en sus respectivas plataformas. También dispone de información básica para contactar con el equipo de desarrollo.

Para publicar esta web en internet, ha sido necesario contratar un servicio de *hosting*<sup>47</sup>. Se ha hecho un análisis de las diferentes opciones en el mercado y, tras buscar soluciones que proporcionaran un servicio de confianza, con alta escalabilidad y disponibilidad a un precio asequible, la tecnología elegida ha sido *Hostinger* (véase la figura 6.2).



**Figura 6.2.** Logo de *Hostinger*

---

<sup>47</sup> Es el servicio que provee a los usuarios de Internet un espacio de almacenamiento en línea. Permite publicar todo el contenido relacionado con un sitio web.

Para llegar a la aplicación web se puede acceder mediante el siguiente enlace:

<https://pawngame.es/>

Se agradece la difusión de la página web de antemano. En la figura 6.3 se puede ver el aspecto general de la página que se ha desarrollado desde el navegador *Mozilla Firefox*.



Figura 6.3. Página web de PAWN

## 7. Pruebas

En este apartado se van a explicitar las pruebas que se han ido realizando durante y después del desarrollo del videojuego con el objetivo de garantizar que el trabajo que se ha ido haciendo funciona adecuadamente.

*Unity* es un entorno que engloba muchas tecnologías diferentes y que permite importar una gran cantidad de objetos de diferentes tipos. Esto otorga al usuario una gran libertad y flexibilidad al trabajar, pero también tiene un inconveniente. Al juntar y mezclar componentes distintos en un mismo ámbito suelen aparecer errores. Por suerte, Unity cuenta con un modo de juego dentro del editor, que permite observar los problemas que hay durante la ejecución del código mediante su consola.

Este elemento me ha ayudado enormemente, ya que, al hacer cambios y mejoras en el videojuego, como es normal, ha habido complicaciones (errores de compilación de algún *script*, alguna referencia a un objeto que no existía o simplemente la falta de alguna librería). Estos problemas, aunque son la mayoría de las veces fáciles de solucionar, sin la existencia de un modo de juego dentro del motor gráfico (véase la figura 7.1) habrían alargado el tiempo de desarrollo considerablemente.



Figura 7.1. Imagen de la consola dentro de Unity

Además, se han hecho muchas pruebas relacionadas con el modo multijugador en línea, casi todas relacionadas con la sincronización de variables de los jugadores o los enemigos. Cualquier cambio de código relacionado con *Photon* ha supuesto ejecutar el juego con varias instancias de este abiertas para comprobar que todos veían los acontecimientos exactamente igual y sin ninguna clase de incoherencias. Esta clase de pruebas han sido más complicadas de realizar que las que se han llevado a cabo en el modo individual por la complejidad intrínseca de las funciones en red.

Por ejemplo, al introducir los enemigos por primera vez, estos seguían al jugador a la posición donde había aparecido, pero si el jugador se movía no actualizaban su destinación y siempre iban hacia el mismo punto del mapa. Esto se solucionó volviendo a cargar el escenario y añadiendo la librería de *Photon* dentro del código de estos enemigos para conectarlos a la red.

Por otra parte, al implementar el *script* de creación de oleadas, encargado de generar los enemigos en el escenario de combate, por cada jugador que entraba a la sala se ejecutaba una instancia de este archivo, lo que suponía que el número de enemigos se multiplicara y el número de la oleada fuera diferente para cada jugador. Este error se solucionó parcialmente haciendo que solo el cliente maestro pudiera ejecutar el *script*, pero en el caso de que este se salga de la sala y el control pase a otro de los jugadores, las oleadas se reinician y se repiten.

Por último, también me gustaría destacar la dificultad de sincronizar un aspecto tan básico como la cantidad de vida. La documentación de *Photon* trata este aspecto de manera muy resumida y los foros de *Unity* no hablaban prácticamente del tema, por lo que la vida de los jugadores y los enemigos en muchas ocasiones no se sincronizaba adecuadamente y, cuando se mataba a un enemigo en una vista, los otros jugadores no lo veían desaparecer. Este problema se resolvió añadiendo un código especial dentro del método *OnSerializeView()*, que detecta la variable de la vida del enemigo y la comparte con todos los jugadores conectados al servidor para que sepan la cantidad de vida real que le queda a cada oponente.

## 8. Conclusiones

---

A lo largo de este proyecto se han intentado completar una serie de objetivos que se presentaron al comienzo del trabajo. Al revisar la lista que se propuso, se podría decir que se han cumplido todos de una manera satisfactoria. Se ha seguido una metodología de trabajo, que, aunque íntegramente no se puede asociar con ninguna de las estipuladas, por la similitud en la forma de organizarnos podríamos decir que está muy cerca de la metodología *Scrum*, por trabajar de manera iterativa e incremental sobre el desarrollo del juego. Además, con tantas horas dedicadas al proyecto, nos hemos familiarizado con el motor gráfico Unity y hemos entendido las diferentes disciplinas que existen en un videojuego. Mis dos compañeros y yo estamos muy contentos al finalizar esta solución en la cual llevamos tanto tiempo involucrados. La planificación que hemos seguido para alcanzar estos objetivos ha sido todo un éxito, ya que, al ayudarnos y apoyarnos mutuamente, el trabajo en equipo ha sido mucho más productivo, además de agradable.

El objetivo principal de este proyecto, la creación de un videojuego en 3D con la opción de modo historia y modo multijugador en línea se ha cumplido ampliamente, pero todavía queda mucho trabajo por hacer, al contar con un tiempo limitado y ser tan pocas personas involucradas en el desarrollo del videojuego.

Dentro de los objetivos específicos, se ha realizado un análisis exhaustivo para poder escoger la tecnología más adecuada, que finalmente ha sido *Photon*; se ha configurado Unity para integrar esta herramienta, como se ha explicado en el apartado 5.2; se ha adaptado tanto el jugador, como los menús y HUD para que pudieran funcionar correctamente en el modo multijugador en línea; se ha creado un entorno de creación y unión a salas, vital para el funcionamiento de la comunicación dentro del *online*; se han modelado los escenarios de combate y, además, se han sincronizado todos los eventos necesarios a través de la red.

Personalmente, considero que realizar un videojuego de este tipo desde cero no es fácil, al haber tenido que aprender a usar herramientas que casi no se han estudiado durante los cuatro años cursados de Ingeniería informática, por ejemplo, *Unity* o el lenguaje de programación C#. Aun así, con el paso del tiempo, he notado que mi dominio con el motor gráfico *Unity* se ha incrementado notablemente.

Por otra parte, la adición en el proyecto de *Photon Unity Networking*, la API de desarrollo para las funcionalidades en línea ha sido una tarea que al principio me provocó muchos problemas por ser una tecnología que no entendía ni conocía. Poco a poco he conseguido superar esa curva de aprendizaje y, aunque no considero que sea un experto en esta herramienta, pienso que he adquirido unos conocimientos muy importantes que juntan el desarrollo de videojuegos con las tecnologías de la información, concretamente el apartado de redes.

## 8.1 Relación del trabajo con los estudios cursados

---

Tras estos cuatro años, han sido muchas áreas de la informática las que he estudiado. En este proyecto he podido aplicar conocimientos básicos en la informática, como las matemáticas o la física para poder entender cómo funciona internamente *Unity* y cómo simula la realidad. Además, sin conocimientos en programación no hubiera sido posible desarrollar PAWN, ya que para poder implementar un videojuego es esencial poder crear *scripts* para añadir funcionalidades al trabajo.

De manera más específica, la mayoría de las asignaturas que he cursado en el último año y medio, todas ellas relacionadas con los sistemas en redes, me han permitido aplicar mis enseñanzas para poder entender y desarrollar un modo multijugador en línea de una manera regulada y correcta.

Por último, cabe destacar la importancia de competencias transversales que he ido mejorando a lo largo de la carrera, como el trabajo en equipo o el pensamiento crítico, cualidades que me han servido para poder administrar y gestionar la solución presentada anteriormente.

## 9. Trabajos futuros

---

Tras la finalización de este proyecto se presentan diversos escenarios. PAWN es un videojuego que, aunque necesita pulir varios aspectos es bastante jugable y podría acabar en el mercado en un futuro.

En primer lugar, para que esto suceda es necesario que al menos los 3 miembros del equipo actual sigamos desarrollando el videojuego, ya que, si este no es el caso, avanzar en el proyecto de manera individual sería una tarea ardua y extenuante a largo plazo. Aparte de esto, la falta de financiación hace difícil completar el diseño inicial de la historia de Pawn, que contaba con 6 niveles de juego.

Personalmente, me gustaría acabar de desarrollar esta original aventura que usa el ajedrez, el juego de estrategia por excelencia, para mandar un mensaje de paz y justicia social, una temática que no se suele ver en el mundo de los videojuegos y que podría tener éxito en el mercado.

Si el proyecto sigue adelante se continuaría mejorando y dando soporte a la página web creada y mencionada en los apartados anteriores.

## 10. Referencias bibliográficas

---

- [1] Staff, H. C. (2021, 25 octubre). *The Complete History of Tennis for Two*. History Computer. Recuperado 10 de junio de 2022, de <https://history-computer.com/tennis-for-two-complete-history/>
- [2] Smith, S. G., & Sherwood, B. A. (1976). Educational Uses of the PLATO Computer System. *Science*, 192(4237), 344–352. <https://doi.org/10.1126/science.769165>
- [3] Bartle, R. (2020, 24 noviembre). *MUD History, Who Invented MUD's, How MUD's Were Invented*. LivingInternet. Recuperado 11 de junio de 2022, de [https://www.livinginternet.com/d/di\\_major.htm](https://www.livinginternet.com/d/di_major.htm)
- [4] Universitat Politècnica de Catalunya. (2008, 5 marzo). *Historia de los videojuegos*. Facultat d'Informàtica de Barcelona. Recuperado 11 de junio de 2022, de <https://www.fib.upc.edu/retro-informatica/historia/videojocs.html>
- [5] Harris, B. J. (2015). *Console Wars: Sega, Nintendo, and the Battle that Defined a Generation* (Illustrated ed.). Dey Street Books.
- [6] Cantudo, R. M. (2015). *La generación que cambió la historia del videojuego* (Videojuegos) (1.ª ed.). Editorial Síntesis, S. A.
- [7] Armitage, G., Claypool, M., & Branch, P. (2006). *Networking And Online Games: Understanding And Engineering Multiplayer Internet Games* (1. ed.). John Wiley & Sons Inc Print on.
- [8] Bycer, J. (2022). *Game Design Deep Dive: Free-To-Play*. CRC Press.

## 11. Glosario

---

- **Unity:** Motor gráfico utilizado para el desarrollo de videojuegos en varias plataformas (PC, videoconsolas, móviles, etc.)
- **GDD:** El GDD o Documento de diseño de juego es una síntesis de los conceptos vitales que definen el videojuego (historia, género, plataformas, personajes, equipo de producción, etc.)
- **HUD:** El HUD o Head-Up Display se refiere a la información que aparece en todo momento en la pantalla de juego, como el estado de la salud del personaje o un indicador de enemigos.
- **WordPress:** Sistema de gestión de contenidos usado a nivel mundial para la creación de webs de manera sencilla.
- **Cinemática:** Secuencia de vídeo a través de la cual el jugador pierde el control del personaje. Se suele utilizar para separar niveles o acontecimientos importantes en el transcurso del videojuego.
- **World Wide Web:** Sistema interconectado de páginas web públicas accesibles a través de internet.
- **FPS:** (del inglés, first-person shooter) es un género de videojuegos que simula el uso de armas de fuego desde una perspectiva en primera persona.
- **MMORPG:** (del inglés, massively multiplayer online role-playing game), son videojuegos de rol que permiten a miles de jugadores introducirse en un mundo virtual de forma simultánea a través de internet e interactuar entre ellos.
- **MOBA:** (del inglés Multiplayer Online Battle Arena), es un género en el cual los jugadores controlan a un solo personaje, generalmente con poderes y capacidades únicas en un equipo, que compite contra otro equipo de jugadores, normalmente del mismo número.
- **Battle Royale:** Género en el cual se desafía a un grupo de jugadores, comenzando con un equipamiento mínimo, a que busquen armas y eliminen a otros oponentes, mientras evitan quedar fuera de un "área segura" (el campo de juego se hace más pequeño), siendo el ganador el último jugador en pie.
- **Free-to-play:** Tipo de videojuego que permite a los jugadores el acceso al conjunto de su contenido, o al menos a una parte importante del mismo, sin necesidad de pagar.
- **Photon Engine:** Motor especializado en el desarrollo de videojuegos multijugador en línea. Más información en <https://www.photonengine.com/pun>

- **Steam:** Plataforma de distribución digital de videojuegos desarrollada por *Valve Corporation*. Fue lanzada en septiembre de 2003 y actualmente es una de las plataformas más utilizadas por los usuarios de PC.
- **Licencia MIT:** Licencia originada en el Instituto Tecnológico de Massachusetts que impone muy pocas limitaciones en la reutilización de software.
- **Mod:** Acortamiento de modificación, es una extensión del software proporcionado originalmente por un videojuego que aporta nuevas posibilidades al mismo. Normalmente son desarrollados por terceros.
- **Juego triple A:** Dícese de aquellos proyectos de alto presupuesto producidos por compañías importantes.
- **Asset:** Elemento que puedes usar en tu proyecto. Puede provenir de un archivo creado fuera de Unity, como un modelo 3D, un archivo de audio, una imagen o cualquiera de los otros tipos de archivo compatibles con este entorno de desarrollo.
- **API:** (en inglés, Application Programming Interface) es un conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos que ofrece una librería para ser utilizada por otro software como capa de abstracción.
- **CCU:** En Photon, usuarios conectados concurrentemente (a la vez).
- **Matchmaking:** Proceso que se lleva a cabo para conectar jugadores con la misma habilidad competitiva en partidas de juegos en línea, para generar un campo más competitivo en el videojuego.
- **IDE:** Entorno de desarrollo integrado o entorno de desarrollo interactivo, en inglés Integrated Development Environment, es una aplicación informática que proporciona servicios integrales para facilitarle al desarrollador o programador el desarrollo de software.
- **Rigging:** Proceso de creación de un sistema de controles digitales y su posterior agregación a un modelo 3D para que así pueda ser animado fácil y eficientemente.
- **Scripts:** Fragmentos de código que tienen como objetivo realizar o añadir funciones dentro de un videojuego, aplicación web, servidor de datos, etc.
- **Generación procedural:** Método de creación de diferentes tipos de contenidos a través de algoritmos computacionales, en oposición a un método de creación manual.
- **Master Server:** Servidor dedicado al cual se conectan los clientes que usan Photon para poder acceder a funcionalidades en línea del videojuego.

- **Master Client:** Dícese de aquel cliente que crea una sala de juego y tiene más privilegios que el resto para poder gestionar y sincronizar los eventos que se van sucediendo durante el tiempo de juego.
- **Shader:** Aplicación que se ejecuta directamente en la GPU para producir sombras y efectos de luz sobre los objetos.
- **URP:** Del inglés, Universal Render Pipeline. Es una solución gráfica que permite conseguir gráficos de alta calidad dentro de Unity.
- **Cinemachine:** Suite de herramientas para cámaras dinámicas, inteligentes y sin código que permite modificar, experimentar y crear comportamientos de cámara en tiempo real.
- **Event trigger:** Recibe eventos del sistema de eventos y llama las funciones registradas para cada evento.
- **Package Manager:** Gestor de paquetes de Unity. Se utiliza para ver los paquetes que hay instalados en el proyecto del juego o los que se pueden instalar.
- **Lobby:** En videojuegos con modos online, zona de espera previa al comienzo de la partida donde se reúnen los jugadores que van a participar en la misma.
- **Prefab:** Objeto reutilizable y creado con una serie de características dentro de la vista proyecto de Unity, que puede ser instanciado en el videojuego cada vez que se estime oportuno y tantas veces como sea necesario.
- **PhotonView:** Identifica a un objeto a través de la red y configura cómo el cliente controlador actualiza las instancias remotas.
- **Rigidbody:** Componente de Unity que permite a sus objetos actuar bajo el control de la física.
- **Hosting:** Es el servicio que provee a los usuarios de Internet un espacio de almacenamiento en línea. Permite publicar todo el contenido relacionado con un sitio web.

## Anexos

### ANEXO I: ODS

#### OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

<b>Objetivos de Desarrollo Sostenibles</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>	<b>No Procede</b>
ODS 1. <b>Fin de la pobreza.</b>	<b>X</b>			
ODS 2. <b>Hambre cero.</b>	<b>X</b>			
ODS 3. <b>Salud y bienestar.</b>	<b>X</b>			
ODS 4. <b>Educación de calidad.</b>			<b>X</b>	
ODS 5. <b>Igualdad de género.</b>			<b>X</b>	
ODS 6. <b>Agua limpia y saneamiento.</b>		<b>X</b>		
ODS 7. <b>Energía asequible y no contaminante.</b>			<b>X</b>	
ODS 8. <b>Trabajo decente y crecimiento económico.</b>	<b>X</b>			
ODS 9. <b>Industria, innovación e infraestructuras.</b>		<b>X</b>		
ODS 10. <b>Reducción de las desigualdades.</b>	<b>X</b>			
ODS 11. <b>Ciudades y comunidades sostenibles.</b>		<b>X</b>		
ODS 12. <b>Producción y consumo responsables.</b>			<b>X</b>	
ODS 13. <b>Acción por el clima.</b>			<b>X</b>	
ODS 14. <b>Vida submarina.</b>				<b>X</b>
ODS 15. <b>Vida de ecosistemas terrestres.</b>				<b>X</b>
ODS 16. <b>Paz, justicia e instituciones sólidas.</b>	<b>X</b>			
ODS 17. <b>Alianzas para lograr objetivos.</b>	<b>X</b>			

Reflexión sobre la relación del TFG/TFM con los ODS y con el/los ODS más relacionados.

Siguiendo las indicaciones establecidas por la Asamblea General de las Naciones Unidas (AG-ONU) durante el año 2015, este proyecto se ha realizado de tal manera que se puede relacionar con algunos temas de la lista de Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La creación de un videojuego proporciona unos valores muy importantes a nivel personal, ya que, para poder crear un trabajo de este tipo es necesario juntar a personas de diferentes disciplinas. Sin embargo, este hecho supone que cada miembro del equipo deba involucrarse notablemente y realice un esfuerzo extra a la hora de contribuir en el desarrollo. Por este motivo, considero que el ODS 17 es uno de los más relacionados con este videojuego y con el desarrollo de cualquier otro proyecto informático, ya que formar alianzas para poder lograr los objetivos que te propones es una manera de contribuir con la sociedad y ayudarnos mutuamente.

Por otra parte, se ha reflexionado acerca de la historia de PAWN y su trasfondo. La narrativa habla de Pawn, un peón cualquiera sin ningún tipo de talento ni habilidad especial comienza a sentirse inseguro acerca de su propósito en la vida. Ver morir a sus compañeros en la guerra que lleva tanto tiempo asolando su mundo le hace recapacitar y, finalmente, decide rebelarse contra sus reyes para poder conseguir la paz y acabar con las desigualdades entre las piezas del ajedrez. Esta parte de la historia encaja perfectamente con los objetivos de desarrollo sostenible 10 y 16, en los cuales, se habla de estos temas.

Tras la liberación de Pawn, nuestro peón se embarca en una aventura en busca de libertad y venganza contra aquellos opresores que llevan tanto tiempo castigando a sus amigos y a él. Cuando llega al castillo oscuro y vence a la Dama y al Rey el videojuego se acaba, pero deja una tarea de reflexión para el jugador. A partir de aquí, ¿qué decisión tomará el peón? Tras la caída de su monarquía, ¿recogerá la corona y continuará con la guerra para poder acabar de una vez por todas con el ejército blanco o, sin embargo, firmará la paz y ayudará a crear una situación de bienestar social? (ODS 3)

Desde mi punto de vista, prefiero decantarme por la segunda opción, ya que finalizar con la guerra, un tema muy presente a nivel mundial este 2022, ayudaría a acabar con el hambre y reducir de manera considerable la pobreza, objetivos de desarrollo saludables clasificados en los puntos 1 y 2. Además, tras el final de las hostilidades, en cualquier civilización se produce un considerable crecimiento económico, al ser un período de reconstrucción a nivel geopolítico. Este apartado está relacionado con el ODS 8.

Me gustaría destacar que otros aspectos también están relacionados en menor medida con el tema del proyecto, como “Ciudades y comunidades sostenibles” o “Industria, innovación e infraestructuras”. La industria de los videojuegos está en constante cambio y las tecnologías que van apareciendo año tras año son cada vez más completas y potentes, permitiendo a los desarrolladores crear obras multimedia que nos sorprenden día tras día. Sin el fomento de los videojuegos se pierden unos valores culturales necesarios para la educación y bienestar de la sociedad, así que espero que en un futuro cercano los videojuegos se puedan consolidar, además de muchos de los objetivos de desarrollo sostenible propuestos en la lista de las Naciones Unidas.

## Anexo II: GDD

---

### 1. Datos principales

**Título:** “Pawn”.

**Concepto:** Eres Pawn, un peón al servicio de sus reyes. Cansado de las injusticias y la guerra constante a la que eres sometido, decides empezar tu propia guerra, esta vez, contra tu ejército, y así derrocar al rey con tus propias manos.

**Tema:** Ajedrez, mundo distópico medieval.

**Género:** Plataforma 3D, arcade, aventura.

**Plataforma:** PC, Android, Realidad virtual para dispositivos Android.

**Mercado:** Todos los públicos.

**PEGI:** Edad mínima recomendada: 7 años. Esto es debido a que, pese a no haber violencia explícita, sangre o palabras malsonantes, sigue siendo un juego cuyo objetivo es matar, aunque sean figuras de ajedrez.

## 2. Pitch doc

### 2.1 Resumen

En el siglo VI d.C. estalló una guerra entre dos bandos. Las piezas blancas intentaban conquistar el territorio de las piezas negras. Pawn, un peón negro, está harto de tanta violencia y de ser utilizado por el Rey a su conveniencia. Un día empieza a cuestionarse por qué pelea y llega a la conclusión de que la disputa ya no tiene sentido. Tanta es su determinación que incluso decide rebelarse y acabar con la guerra cueste lo que cueste. Incluso si ha de matar a su Rey con sus propias manos.

### 2.2 Gameplay

El juego empieza manejando a Pawn, concretamente dentro de una jaula de la que habrá que escapar. Tras las puertas de esta se encuentra un camino lleno de enemigos y obstáculos que habrá que superar para poder avanzar hacia el objetivo inicial, el castillo del Rey.

Será en tercera persona y para moverse se usarán las teclas de dirección (WASD), además, se podrá saltar (espacio), atacar (botón izquierdo del ratón), esquivar (Q) y bloquear (botón derecho del ratón).

Cada nivel tiene al final un jefe representativo del nivel, siendo correspondiente a la jerarquía del ajedrez: Peón, Caballo, Alfil, Torre, y Dama.

De igual forma, cada nivel tendrá un escenario diferente, donde se encontrará a enemigos de niveles inferiores, además de los del propio nivel.

Al acabar con el jefe de cada nivel se recibirá un objeto o habilidad como recompensa.

### 2.3 Estética

El juego está ambientado en los campos de batalla medievales, donde el objetivo de cada ejército era conquistar el castillo enemigo.

El estilo escogido es *cartoon low poly*, con colores variados y brillantes, basados en una paleta de colores concreta. Es importante recalcar que Pawn es un peón negro, al igual que todos los enemigos a los que se enfrentará, por ello es importante tener en cuenta los colores que podrían contrastar en la ambientación

Los personajes son figuras representativas del ajedrez caricaturizadas.

## 3. Análisis competitivo

### 3.1 Referentes

A nivel jugable: *Crash Bandicoot*, *Spyro*, *Ratchet & Clank*.



Ilustración Anexo 1. Captura del videojuego *Crash Bandicoot*

A nivel estético: *Fall guys*, *Human: Fall Flat*.



Ilustración Anexo 2. Imagen promocional de *Fall Guys*

### 3.2 Competencia

Además de los juegos nombrados con anterioridad, a nivel de jugabilidad podemos destacar también los siguientes títulos: *Super Mario (64, Galaxy, 3D World)*, *Sonic Generations*, *Jak and Daxter*. Esto sin tener en cuenta los juegos de *plataforma 2D*, de los cuales hay una gran variedad actual.



Ilustración Anexo 3. Captura del juego de *Jack and Daxter*



*Ilustración Anexo 4. Captura del juego de Super Mario Odyssey*

### **3.3 Características diferenciadoras:**

Estilo artístico *low poly*, figuras caricaturescas.

Los personajes están basados en las figuras del ajedrez. Protagonizado por un peón que, por una serie de sucesos, se rebela contra el sistema soberano. Una referencia clara es la novela de George Orwell, *1984*.

Además, no se ha podido encontrar ningún juego en el que los protagonistas sean figuras de ajedrez, sin contar el ajedrez en sí.

## 4. Estructura Narrativa

### 4.1 Deseo principal:

El deseo principal del protagonista, Pawn, es avanzar entre las líneas enemigas (antes aliadas) con el objetivo de derrocar al Rey y vencer a todo su ejército.

### 4.2 Actos narrativos:

**Inicio:** Pawn comienza con un cuento ilustrado en las páginas de un libro que dará contexto de la historia principal del videojuego.

**Primer nivel:** Pawn se encuentra en medio de un campo de batalla con el objetivo de derrotar a todos los enemigos del nivel para así avanzar hasta la caballería.

Cuando se derroten a todos, en la villa del final aparecerá un peón gigante aparecerá con el que tendremos que pelear. Este enemigo corresponde al jefe del primer nivel.

**Segundo nivel:** Tras su derrota, se pasará al siguiente nivel, con una lanza como arma.

Este nivel está dividido en dos partes. La primera será similar al nivel 1, pero añadiendo nuevos enemigos (los caballos); la segunda corresponde a un modo de juego que se denomina *endless runner*, basado en correr hacia delante de manera automática, sin parar, pudiendo solo moverse hacia los lados y saltar. Si se colisiona con un obstáculo, quitará vida al personaje. Con tres golpes está muerto.

Al pasar un minuto este nivel terminará y aparecerá un peón montado a caballo. Este es el jefe de este nivel, el cual correrá hacia el personaje e impactará contra él con su lanza. Tras derrotarlo, se conseguirá un escudo como recompensa.

**Tercer nivel:** Comienza estando fuera de las murallas que custodian el castillo real. Aquí habrá que vencer a los enemigos que aparezcan en oleadas para detenerlos. Entre los enemigos se podrá encontrar peones, caballos y alfiles. Estos últimos se dividen en dos tipos: alfil verde y alfil rojo. El verde se encarga de curar a otros enemigos o protegerse con un escudo mágico para que no le ataquen; el rojo lanza orbes de energía que harán daño a Pawn mientras retrocede cada vez que se acerca el protagonista.

Tras superar varias oleadas de enemigos mientras se avanza hacia la muralla del castillo, aparecerá el jefe alfil, al derrotarlo se verá una cinemática donde lo lanzaremos con nuestra lanza contra la pared de una de las torres, rompiéndola y creando un agujero que permitirá avanzar al siguiente nivel. El ítem que dejará este *boss* es una mitra obispa que permitirá al jugador realizar un doble salto.

**Cuarto nivel:** Al adentrarse en la torre a través del hueco surgido en la anterior batalla, deberá subir las escaleras en espiral que hay en la torre, derrotando a los enemigos y saltando los espacios vacíos entre escalones y obstáculos en el camino. Los enemigos que hay son todos los anteriores, además de unos peones subidos en pequeñas torres que disparan cañones que empujan hacia atrás al personaje, pero si se usa el escudo se podrá amortiguar el impacto.

Al llegar a la cima de la torre se encuentra con otra torre que será el jefe de este nivel. Tras acabar con ella se obtendrá un pequeño cañón como arma adicional a distancia.

**Quinto nivel:** Una vez en la cima de la torre, se tendrá que bajar hasta el patio de armas. Para ello habrá que buscar la manera óptima de hacerlo mediante saltos.

Al llegar al patio de armas habrá que enfrentar a oleadas de enemigos y, entre ellas, aparecerán 3 jefes que son: un caballo, un alfil y una torre. Cada uno dejará como recompensa por derrotarlo una parte de una llave. Al tener las 3 partes, se unirán para poder acceder al castillo real.

**Sexto y último nivel:** Tras derrotar a los enemigos anteriores, se podrá acceder a las puertas del castillo. Una vez dentro se verá una cinemática donde se encuentran el Rey y la Dama, al percatarse de la presencia del jugador, la Dama apartará al Rey para enfrentarse a él y, de este modo, comenzar la pelea final contra el último jefe del juego.

**Desenlace o final del juego:** Cuando la Dama es derrotada, se verá una cinemática donde el Rey demuestra ser un cobarde al huir. En su huida deja caer la corona real y se podrá ver cómo Pawn se acerca y la recoge, acabando el juego con la imagen del protagonista alzando la corona en sus manos, dudando entre acabar con la figura del monarca definitivamente, o simplemente ocupar el trono que acaba de quedar vacío.

## 5. Guion de la historia principal

Aparece un libro con ilustraciones y un texto en la parte inferior que narrará la historia.

### Primera página del libro:

- Se ve una imagen del campo de batalla, con las piezas blancas y negras peleando.
- Narrativa en formato novela visual (el texto se vería en la parte inferior de la pantalla):

Texto 1 → Corría el siglo VI d.C. Las piezas blancas ansiaban más tierras de las que tenían y decidieron invadir el territorio de las piezas negras.

Texto 2 → El bando atacado, como es normal, no aceptó y estalló la guerra.

Texto 3 → La guerra duraría años, e incluso milenios...

### Segunda página:

- Se ve una imagen de Pawn.

- Narrativa:

Texto 1 → Esta historia cuenta las aventuras de Pawn, un peón negro sin ninguna habilidad especial que le diferencie de los demás peones.

Texto 2 → Pawn, al contrario que sus compañeros, tenía unos ideales diferentes. No le bastaba con ser una herramienta que pudiera morir con el fin de proteger al Rey.

Texto 3 → Él quería ser más valioso, ser algo más en la vida, que la sociedad le reconociera y le recordaran como una gran figura de ajedrez.

### Tercera página:

- Imagen de Pawn dando una charla a sus compañeros.

- Narrativa:

Texto 1 → Harto de ver morir a tantos de los suyos, compañeros y compañeras que habían dado su vida a una causa injusta. Pawn había tomado una decisión...

Texto 2 → Una revolución junto a sus compañeros sería el golpe perfecto para derrocar a su vil rey, pero...

### Cuarta página:

- Imagen de Pawn encerrado.

- Narrativa:

Texto 1 → Pero Pawn no contaba con que sus propios aliados lo delataran como traidor y lo encarcelaran por su conspiración contra el Rey.

### Quinta página:

- Imagen de Pawn mirando al castillo desde su jaula.

Texto 1 → Decepcionado y aislado de todos, su visión del mundo cambió.

Texto 2 → Él acabaría con la guerra a cualquier precio.

**Sexta página:**

- Imagen de Pawn mirando una espada apoyada contra la rueda de la jaula en la que se encuentra encerrado.

Texto 1 → Destruiría a todos aquellos que se pusieran en su camino hasta su propio Rey y así arrebatarse la corona para finalizar la guerra de una vez por todas.

Texto 2 → Esa sería su meta en la vida. La partida acababa de comenzar...

**Finaliza la narrativa y comienza el juego** → Se cierra el libro y se va oscureciendo la pantalla para luego mostrar el primer nivel.

## 6. Flowchart de la narrativa:

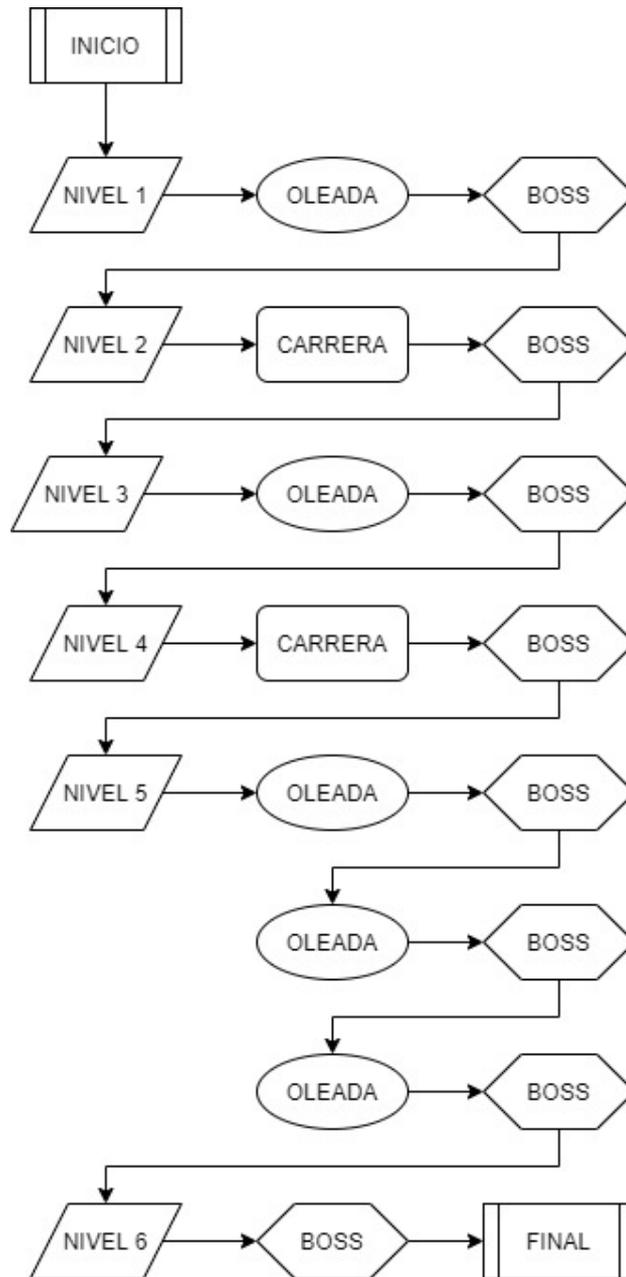


Ilustración Anexo 5. Flowchart de la narrativa

## 7. Curvas de interés:

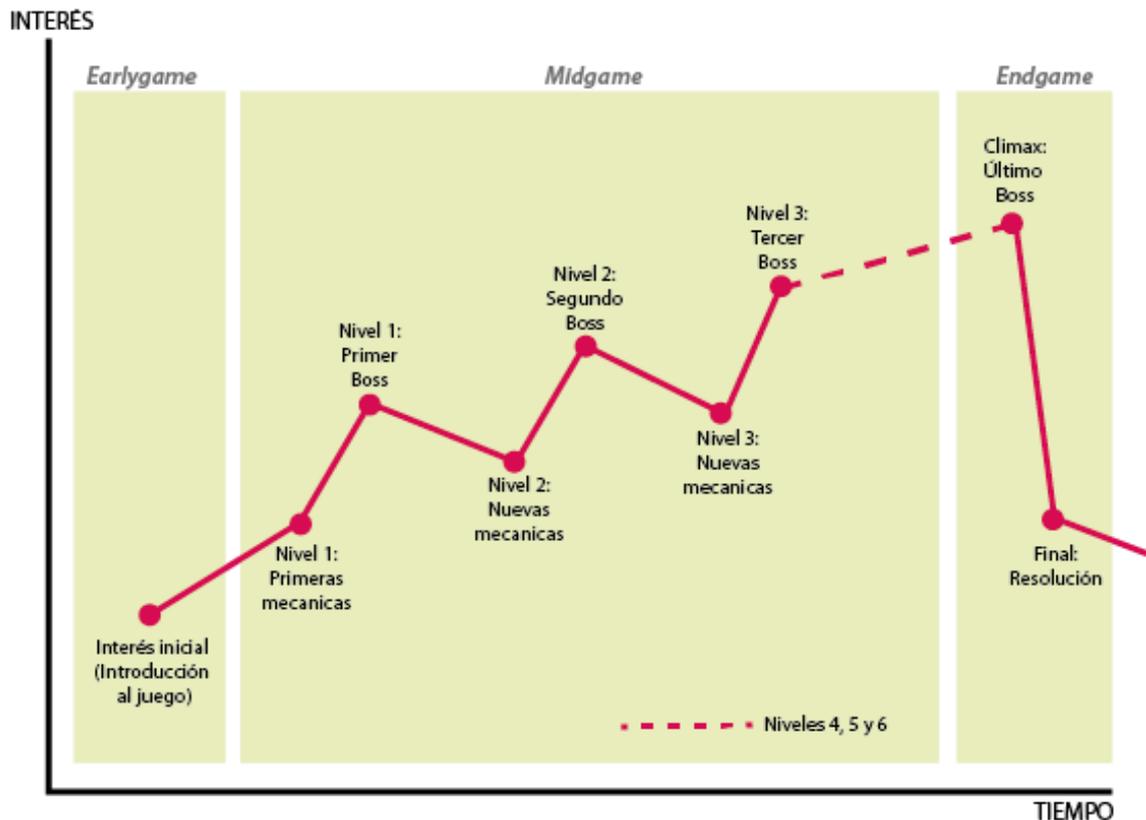


Ilustración Anexo 6. Curvas de interés

### **Earlygame:**

Interés inicial, este inicio estaría vinculado al prólogo. Es muy importante crear un marco de referencia y, generar así, un lugar idóneo para que los jugadores puedan comenzar su aventura.

### **Midgame:**

Primera toma de contacto real con el juego, las primeras mecánicas de este, primeras interacciones con el mundo y, por supuesto, los primeros enemigos. Se nos presentan los retos, misiones y recompensas. Una vez que hemos pasado este primer “subidón”, pasamos un periodo de “relax transitorio”, que nos prepara para las siguientes experiencias venideras.

### **Endgame:**

Y en la última fase, en el fin del juego, es donde se decide todo. Vivimos un gran apogeo donde nos enfrentamos al reto final para conseguir la recompensa definitiva. Clímax, solución final y epílogo. El cierre de nuestro arco argumental, aquí tendremos el mayor punto de interés y donde se verán auténticamente reflejadas las intenciones de nuestro protagonista, así como la verdadera personalidad de nuestro Rey.

## 8. Personajes

### 8.1 Protagonista:

#### Pawn

Es un peón negro que quiere derrocar a su propio rey. Físicamente, es un peón clásico del tablero de ajedrez, pero caricaturizado y dotado de expresión facial gracias a unos grandes ojos, también tiene dos brazos, pero no tiene piernas. Puede moverse hacia delante y los lados dando pequeños saltitos, además puede saltar más alto para superar obstáculos.

Sus ataques varían a lo largo del juego y son los siguientes:

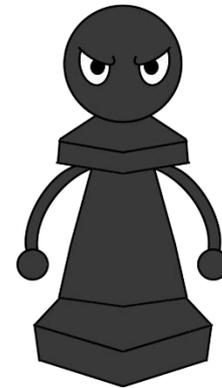
**Nivel 1:** Pawn cuenta con una espada y al pulsar el clic izquierdo del ratón podrá atacar con ella. El ataque es un barrido horizontal.

**Nivel 2:** En este nivel se cambia de arma a una lanza y se añade un nuevo ataque: un clic del ratón será una estocada y dos un barrido. La segunda parte del nivel irá montado en un caballo, donde podrá moverse solamente horizontalmente y saltar.

**Nivel 3:** Pawn ahora tiene un escudo (clic derecho). Al usarlo, el personaje quedará completamente inmóvil.

**Nivel 4:** Sigue teniendo los ataques nombrados anteriormente, así como su escudo, la novedad en este nivel es que al saltar (espacio) se podrá volver a saltar en el aire, realizando un “doble salto”.

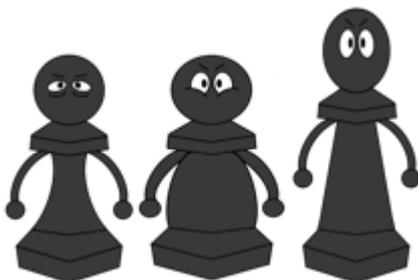
**Nivel 5:** En este nivel se puede usar un pequeño cañón que Pawn llevará bajo el brazo. Existe un *delay* entre disparos, este ataque es el que llega más lejos, pero también tiene más daño que los anteriores, aunque es más lento. Para apuntar se usa el clic derecho y para disparar el clic izquierdo. Cuando tenga equipado el cañón no podrá usar el escudo.



*Ilustración Anexo 7. Diseño de Pawn*

### 8.2 Antagonistas:

#### Peones:



*Ilustración Anexo 8. Diseño de los peones*

Hay cuatro tipos de peones diferentes. Tres de ellos son peones básicos, la diferencia entre ellos y Pawn es que su físico: más delgado, más alto o rechoncho.

El ataque es igual que el ataque inicial de Pawn, pero atacarán de uno en uno dejando un margen de reacción al jugador. Cada uno de estos peones tendrá una característica diferente según su físico, siendo el delgado más rápido, el alto más fuerte y el rechoncho

tiene más vida.

El cuarto tipo de peón es el jefe, que es mucho mayor en tamaño, fuerza y vida que los anteriores. Tiene pinchos que cubren su cabeza, cuello y base, además de unos guantes. Las características de sus ataques son los siguientes:

- **1ª fase (100% HP):** Entra con una maza y sus ataques son poderosos y desde arriba.
- **2ª fase (50% HP):** Se deshace de su espada y empieza a saltar y dar cabezazos contra el suelo para intentar aplastarte. Entre saltos habrá un tiempo en el que estará cansado y no podrá atacar de nuevo.



Ilustración Anexo 9.  
Diseño del peón jefe

### Caballos:

Existen dos tipos de caballos diferentes en el juego: los estándares y el jefe. Lo componen el propio caballo y un peón jinete cuya arma es una lanza.

El caballo básico perseguirá a Pawn y saltará encima de él.

En cuanto al jefe, es mucho mayor en tamaño, fuerza y vida que los anteriores. Las características de sus ataques son los siguientes:

- **1ª fase (100% HP):** Cuenta con una lanza, sus ataques son estocadas y saltos que irá intercambiando. Correrá hacia el personaje y se deberá conseguir que se golpee contra los pinchos de la pared para inmovilizarlo y atacarle.
- **2ª fase (50% HP):** Lanza su arma, la cual comenzará a dar vueltas y perseguirá el jugador. Hay que seguir con lo mismo, hacer que se haga daño con los pinchos.



Ilustración Anexo 10.  
Di

### Alfiles:

Existen 3 tipos de alfiles diferentes en el juego. Los alfiles son peones que han dedicado su vida al servicio de Dios, lo que comúnmente conocemos como Obispos. Estos tienen una mitra en la cabeza y su arma es un báculo.

Habrà un alfil verde y uno rojo. El primero curará a los enemigos mientras se protege del jugador; el rojo escapará de él al mismo tiempo que le lanza orbes de energía.

En cuanto al tercer alfil, este corresponde al jefe, el cual es mucho mayor en tamaño, fuerza y vida que los anteriores, las características de sus ataques son los siguientes:



Ilustración Anexo 11.  
Diseño del alfil

- **Pre-Fase:** Aparecen alfiles y peones (devotos), y no sabes cuál es el

alfil jefe. Una vez derrotados todos, se abren las puertas de la muralla y aparece realmente el Alfil Jefe.

- **1ª fase (100% HP):** Su arma es un báculo, es rápido y además salta más alto que nosotros.
- **2ª fase (50% HP):** Aparecen 4 alfiles que empiezan a curar poco a poco al alfil jefe y tendremos que acabar con ellos primero mientras evitamos los ataques del jefe (máximo 75% HP).
- **3ª fase (25% HP):** Comienza también a hacer *dashes* para atacar, como los del Caballo Jefe, pero mucho más cortos y rápidos.

### Torres:

Existen 2 tipos de torres diferentes en el juego. Están compuestas por una torre con un peón en su interior que dispara tres cañones. Son personajes inmóviles que se puede encontrar en el nivel y cuyos ataques hay que bloquear con el escudo. Habrá que subir las plataformas de alrededor suyo para llegar al botón de arriba y golpearle.

El último enemigo de este tipo es el jefe del nivel. Es mucho mayor en tamaño, fuerza y vida que los anteriores, y además puede moverse, las características de sus ataques son las siguientes:

- **1ª fase (100% HP):** Su arma es un cañón, y tendremos que aprovechar el doble salto junto a los escombros que vayan cayendo para poder acercarnos a la cabeza y golpearla.
- **2ª fase (50% HP):** Podrá realizar ráfagas de cañonazos que tendremos que evitar posicionándonos detrás de escombros.
- **3ª fase (25% HP):** Balas explosivas que tienes que esquivarlas, en caso de cubrirte te harían mitad de daño y destruirá los escombros.

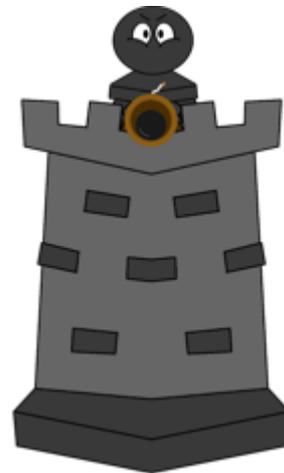


Ilustración Anexo 12.  
Diseño de la torre

### Dama:

La dama es la figura más poderosa, solo hay una. Tiene una apariencia parecida a la de un peón, pero más esbelta y con una corona y un cetro mágico. Además, tiene mucha más vida que los demás.

- **1ª fase (100% HP):** Sus armas son unas dagas que lanzará a distancia. Realizará un ataque giratorio si te acercas demasiado.



- **2ª fase (50% HP):** Realiza una serie de ataques con orbes de energía mientras gira. Habrá que evitarlos para acercarse a ella y atacar cuando sea vulnerable.
- **3ª fase (25% HP):** Se subirá un balcón y habrá que subir unas plataformas para llegar a ella y atacar. Mientras tanto, lanzará rayos en la dirección del jugador.

*Ilustración Anexo 13.  
Diseño de la dama*

**Rey:**

El rey lleva una larga capa roja y una corona de oro, es orgulloso y narcisista. Cree firmemente que la vida de los demás solo vale para proteger la suya, pero cuando no queda nadie para defenderlo, este huye, ya que en el fondo es un inútil y un cobarde, dejando atrás su corona y, por ende, renunciando a su reinado.



*Ilustración Anexo 14. Diseño del rey*

## 9. Jugabilidad

### 9.1 Descripción de los niveles:

Nivel 1	Presentación del juego y mecánicas de este. Habrá que enfrentarse a oleadas de enemigos y al primer jefe. Primera recompensa: Lanza.
Nivel 2	Cambio de jugabilidad, modo “carrera”. Avanzamos por el escenario hasta llegar a un caballo, comenzando la parte en que se está montado a caballo y habrá que saltar y esquivar. Tras esta carrera aparecerá el segundo jefe. Segunda recompensa: Escudo.
Nivel 3	Vuelve las oleadas, esta vez con nuevos enemigos. Después seguirá el tercer jefe. Tercera recompensa: Doble salto.
Nivel 4	Último modo carrera, esta vez en sentido ascendente. Se terminará en la cima de una torre con el cuarto jefe. Cuarta recompensa: Cañón.
Nivel 5	Última fase de oleadas. Esta vez serán 3, después de cada una aparecerá un jefe. Quinta recompensa: cada jefe derrotado otorgará un fragmento de llave, al juntarlas se obtendrá la llave que abre las puertas del castillo.
Nivel 6	Clímax y resolución. Pelea contra el último jefe del juego. Tras vencerlo, dará paso al epílogo.

### 9.2 Metas y recompensas:

El objetivo principal de Pawn es avanzar por los diferentes niveles del juego hasta llegar al Rey, así que por el camino tendrá que ir eliminando a todo aquel que lo obstaculice. Estos enemigos no soltarán ningún objeto como recompensa, a excepción de los jefes de cada nivel. Por tanto, la vida que se pierda por el camino se recuperará solamente con los paquetes de vida que estarán repartidos de manera estratégica y solamente se podrá usar una vez, ya que cuando recuperes vida con uno de ellos este desaparecerá.

En cuanto a recompensas del juego, los jefes serán los encargados de proporcionarlos.

- **Peón:** Al derrotarlo te recompensará con una lanza.
- **Caballo:** Se obtendrá un escudo con el que se podrá protegerte de los ataques de los enemigos. Además, tu vida aumentará.
- **Alfil:** Conseguirás una mitra que dará la habilidad de doble salto, pudiendo acceder a zonas más altas que antes eran inaccesibles.
- **Torre:** Cañón que se podrá usar como arma secundaria para atacar a distancia.

### 9.3 Mecánicas y HUD:

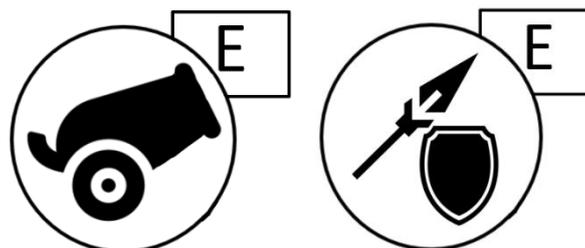
Para la comodidad del jugador, existirán botones del teclado o mando para pelear o acceder de manera más rápida y sencilla a menús.

- **WASD / Joystick izquierdo:** Nos moveremos con las teclas “W” (delante), “A” (izquierda), “S” (detrás) y “D” (derecha); y con el eje del *joystick*.
- **Esc / botón pausa:** Se abrirá el menú de pausa, con un estilo parecido al de los recursos de debajo.



Ilustración Anexo 15. Ejemplo de diseño de menú

- **Espacio / X:** Si lo presionamos una vez pegaremos un salto simple, pero si ya hemos obtenido la habilidad de doble salto del alfil jefe podremos saltar más alto presionando este botón dos veces seguidas.
- **Clic izquierdo del ratón / R1:** Un solo clic realizará un barrido con la espada o lanza. En caso de tener la lanza, se añadirá otro ataque que podremos realizar dando doble clic, de esta manera podremos hacer una estocada contra algún enemigo. En caso de equiparse el cañón, lanzaremos la munición (limitada) presionando una vez el clic izquierdo. Esta munición se te dará al principio de cada nivel.
- **Clic derecho del ratón / L1:** Una vez equipado el escudo, podremos usarlo presionando una vez esta tecla, pero solo se usará si lo mantenemos pulsado, una vez lo soltemos, el escudo volverá a posicionarse tras la espalda. En caso de tener equipado el cañón, este botón nos servirá para apuntar.
- **E / R2:** Cambio de arma. Podremos cambiar de lanza y escudo a cañón, o viceversa. Los ejemplos que podemos ver a continuación estarían situados en la parte inferior derecha de la pantalla



- **Desplazar el ratón / Joystick derecho:** La cámara seguirá en todo momento al personaje y se moverá a la par con el ratón o *joystick*.

La **vida** está situada abajo a la izquierda y representada por la silueta de Pawn, que irá desapareciendo conforme recibimos daño, parecido a la barra de vida usada en *Minecraft*.

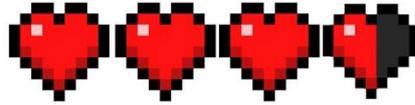


Ilustración Anexo 16. Ejemplo de vida

En cuanto a la de los **jefes finales**, se encontrará en la parte superior central de la pantalla, representado con el color rojo y encima, el nombre del enemigo, como en este ejemplo de *Borderlands 3*.



Ilustración Anexo 17. Captura del videojuego Bordelands 3

Al **apuntar** con el cañón a un enemigo la mira se volverá de color rojo cuando el enemigo pueda ser herido con el disparo, si sale en blanco significa que no está dentro del alcance o que no hay ningún enemigo en la mira. Todo esto se hará en tercera persona. La mira seguirá al ratón. Se pueden tomar como ejemplo las imágenes siguientes del juego *Worms 3D*, pero cambiando la primera persona por una cámara en tercera.



Ilustración Anexo 18. Captura del juego Worms 3D



## 10. Diagrama de estados:

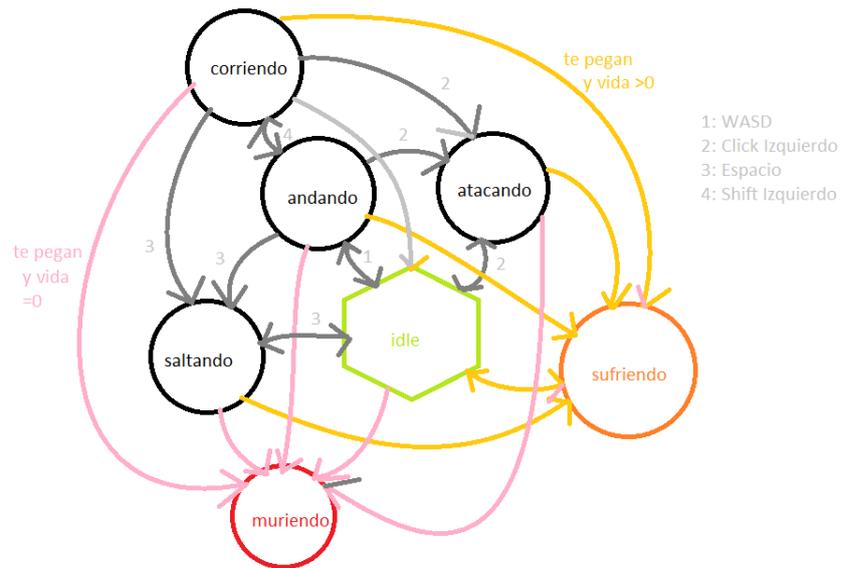


Ilustración Anexo 19. Máquina de estados

## **11. Reglas del juego:**

- El jugador tendrá que jugar dentro del escenario, no podrá rebasar los límites de este, aunque lo intente.
- Si muere, empezará desde el último punto de guardado.
- No se puede mover ni usar la lanza o cañón al mismo tiempo que el escudo.
- Una vez se utilice un paquete de vida, este desaparecerá y no se podrá volver a usar.
- No se podrá volver a los niveles anteriores.

## 12. Menús y navegabilidad

### 12.1 Diagrama de navegación

El juego contará con 2 menús: el inicial y el de pausa. La navegabilidad entre cada uno de ellos la podemos ver de manera esquematizada en la siguiente imagen.

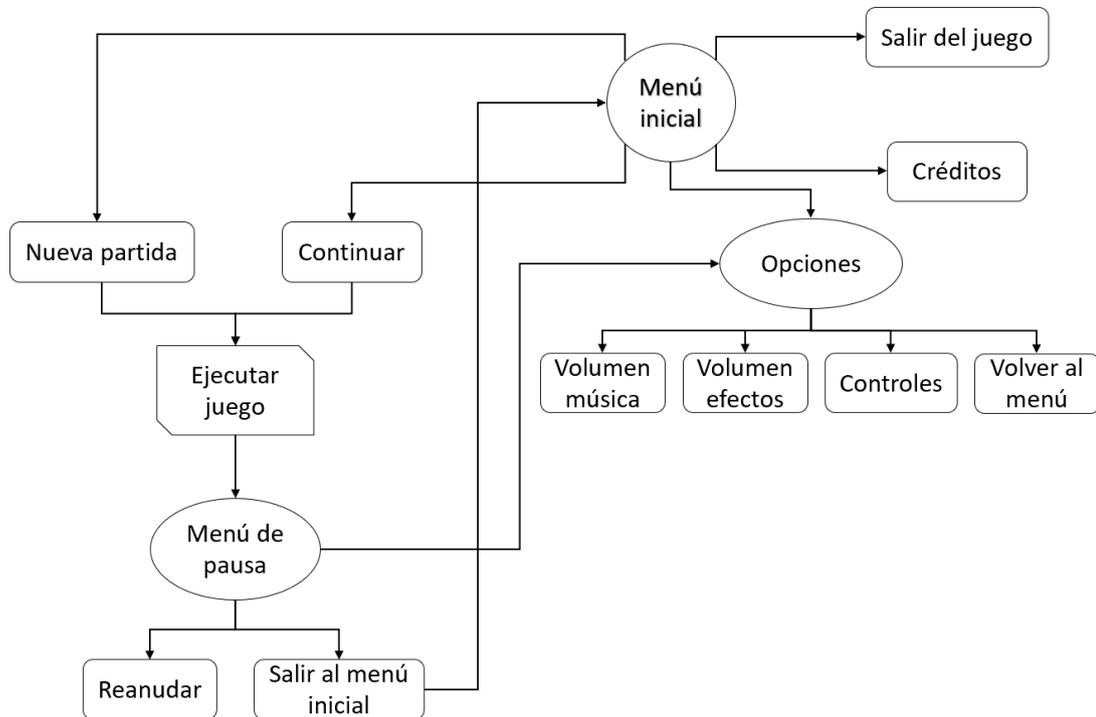


Ilustración Anexo 20. Navegación entre menús

### 12.2 Menú inicial:

Es el que veremos nada más abramos el juego. Una vez dentro, se observará la animación de un libro abriéndose, para a continuación mostrar las diferentes opciones del menú:

- **Nueva partida:** Te mostrará un mensaje preguntando si deseas comenzar partida o no. En caso de que la respuesta sea afirmativa, te llevará directamente al inicio del juego, específicamente en la narrativa de la historia.
- **Cargar partida:** Continuaremos por donde nos quedamos en el juego (el último punto de guardado).
- **Multijugador:** Se abrirá el *lobby* del este modo de juego
- **Opciones:** Se abrirá un menú para poder configurar varias opciones.
- **Créditos:** Se mostrará por pantalla los créditos del juego.
- **Salir del juego:** Se saldrá del menú.

### 12.3 Menú de pausa:

Se accederá a él presionando la tecla esc. Una vez abierto, el fondo del juego se verá difuminado y un poco más oscuro, de esta manera se mostrará varias opciones:

- **Reanudar:** Se cerrará el menú y podremos seguir jugando.
- **Cargar partida:** Cargará una partida guardada.
- **Opciones:** Compartirá el mismo menú de opciones del menú inicial.
- **Menú principal:** Nos llevará al menú inicial.

### 12.4 Menú opciones:

Esta ventana será la que nos permitirá configurar algunas cosas del juego si es que no estamos a gusto con la configuración que viene por defecto. Por ello, contará con las siguientes opciones:

- **Gráficos**
- **Sonido**
  - Volumen global
  - Volumen de la música
  - Volumen de los efectos de sonido (SFX)
  - Volumen del ambiente del juego
- **Controles**
- **Volver:** Se vuelve al menú anterior

## 13. Escenarios

### 13.1 Estética de la ambientación

El juego se desarrolla en una guerra medieval en un mundo de juegos de mesa. Existen dos entornos dentro de este videojuego, el primero es el mundo jugable y nuestro contexto más cercano, y en el segundo veremos el mundo externo a nuestra guerra, donde podremos observar representaciones de otros juegos de mesa.

Como hemos comentado anteriormente, la estética visual será una guerra medieval donde los colores predominantes son el marrón y el verde, pero también podremos observar otros colores algo más vibrantes cuyo papel es darle vida a los escenarios, puesto que el color predominante de los personajes es el negro y queremos generar cierto contraste entre ellos.

Tanto escenarios como personajes serán low poly, ya que nuestro objetivo es lograr una estética cartoon y minimalista. Utilizaremos colores similares a los de la siguiente paleta.

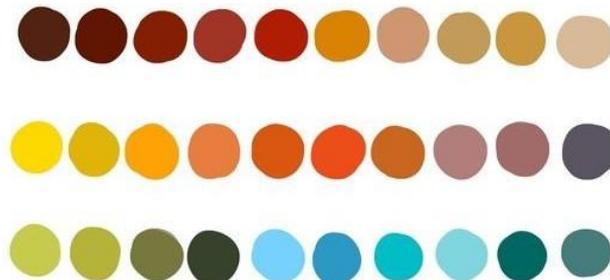


Ilustración Anexo 21. Paleta de colores

### 13.2 Escenarios existentes por niveles y escenas

Existen 4 escenarios donde se desarrolla el videojuego. A su vez, en estos pueden desarrollarse varios niveles y habrá diferentes escenas dentro de cada escenario. A continuación, detallaremos qué engloba a cada uno de ellos:

- **Escenario 1, el campo de batalla:** engloba los niveles 1, 2 y 3 del juego. En este escenario habrá 7 escenas diferentes, una escena inicial de cada nivel donde tendremos que avanzar y derrotar a los enemigos, y otra escena para cada uno de los jefes finales. En el nivel 2 se divide en tres escenas.
- **Escenario 2, la torre:** corresponde al nivel 4 del juego. En este escenario habrá 2 escenas, una para el nivel y otra para el *boss*.
- **Escenario 3, el patio de armas:** corresponde al nivel 5 del juego. En este escenario habrá 2 escenas, una para el nivel y otra para el jefe.
- **Escenario 4, interior del castillo:** corresponde al nivel 6 del juego. En este último escenario habrá 3 escenas, la primera será una presentación de la Dama y el Rey, la segunda será la batalla y derrota de la Dama, y la última será el final del juego.

### 13.3 Breve descripción de los escenarios

- **Escenario 1, el campo de batalla:** este escenario tiene diferentes escenas que representan cada nivel, la primera será el campo de batalla, en una línea casi recta

donde habrá enemigos, además de diferentes obstáculos como pueden ser: árboles, cajas, trincheras, barricadas, puestos de arma, vallas, etc. que también serán los que delimitarán el escenario.

La segunda escena será un camino en línea recta, donde iremos a caballo y tendremos que saltar obstáculos y evitar o golpear enemigos. Estos obstáculos serán los mismos que en la escena anterior y tendrán la misma función. El jefe final estará en un área circular delimitada.

La tercera escena estará a las afueras del muro del castillo y será un área rectangular, al igual que las escenas anteriores contaremos con obstáculos y enemigos, que limitan o cortan el paso de nuestro protagonista.

- **Escenario 2, la torre:** este escenario será circular y tendremos que ascender por las escaleras de la torre que suben en espiral hasta el matacán donde nos encontraremos al jefe de este nivel. El escenario estará compuesto por enemigos y obstáculos como cajas de armas, huecos entre escalones que tendremos que saltar, etc. En la escena del matacán encontraremos escombros, cajas, muros, etc.
- **Escenario 3, el patio de armas:** será un área circular que abarca desde las puertas, murallas y torres defensivas hasta la entrada al castillo. Los obstáculos serán escasos, ya que es un nivel en el que estaremos luchando constantemente.
- **Escenario 4, interior del castillo:** tendrá forma rectangular y representa la sala del trono, en él podremos apreciar objetos que servirán para delimitar el escenario, así como para protegernos y ambientar la escena, puede ser: bancos, muros y columnas de piedra, etc.

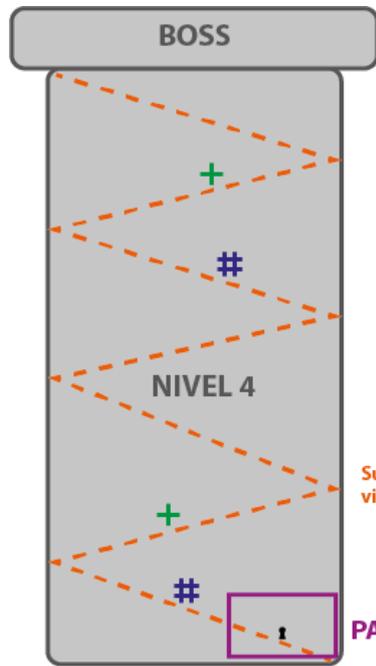
## 14. Elementos jugables

Pawn es un videojuego cuyos elementos jugables son limitados, estos podrían resumirse en:

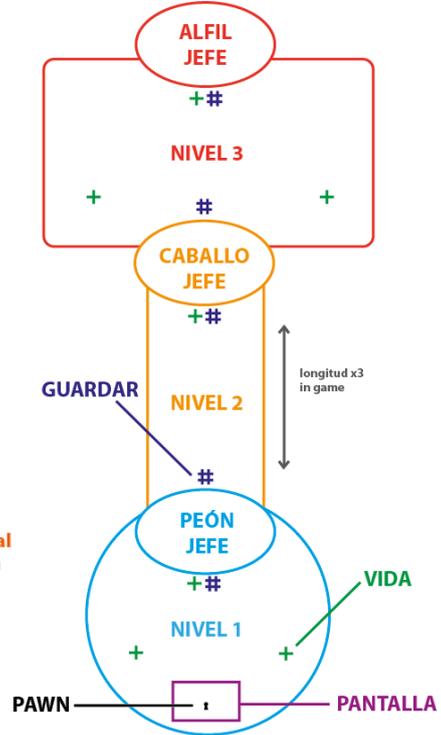
- **Los enemigos:** cuya interacción se resume en ser golpeados o golpearlos hasta que son derrotados.
- **Paquetes de vida:** los cuales estarán repartidos estratégicamente por los escenarios y al pasar por encima nos recuperarán automáticamente un porcentaje de vida. Una vez utilizados estos desaparecen, por lo que son de un solo uso, además, si nuestra vida está al 100% no podremos curarnos más.
- **Obstáculos:** estos no generan una interacción automática como los demás, pero podemos saltar encima y acceder a una zona más alejada, o para cubrirnos del fuego enemigo, para delimitar el terreno o simplemente para decorar el escenario. Los *prefabs* de los que estamos hablando son los siguientes: Árboles (existen 3 tipos), Carros (existen 2 tipos), hogueras, tiendas de campaña, camas y cojines, barriles (dos tipos), rocas (al menos 5 tipos diferentes), carteles orientativos, troncos caídos y tocones, edificios (5 diferentes), un pozo, vallas, hierba, caballos, huerta y un puente que cruza el río.

# 15. Bocetos

Escenario 1



Escenario 2



Escenario 3



Escenario 4

