



Facultade de Informática da Universidade de A Coruña  
*Computación*

PROYECTO DE FIN DE CARRERA  
Ingeniería Informática

**Desarrollo de un videojuego roguelike para invidentes  
aplicando técnicas de Procesamiento del Lenguaje Natural.**

**Alumno:** Darío Penas Sabín  
**Director:** Jesús Vilares Ferro  
**Director:** Carlos Gómez Rodríguez  
**Fecha:** 30 de marzo de 2016



## Resumen:

La industria del entretenimiento digital ha crecido inmensamente en los últimos años, llegando a alcanzar números de ventas jamás vistos anteriormente. Parte de la razón de este crecimiento viene dada por una mejora radical en el aspecto visual, necesaria para que el jugador se sienta inmerso en la aventura que se le está planteando. Estas mejoras, sin embargo, dejan de lado a muchos jugadores que, por diferentes motivos, no son capaces de apreciar el contenido visual que se les ofrece o tienen problemas para ello, haciendo imposible su disfrute.

Este proyecto consiste en la creación de un videojuego *roguelike* para invidentes que, desde un principio, parte de la idea de generar contenido específicamente diseñado para que pueda ser jugado por todo el mundo, haciendo énfasis en ofrecer al jugador una diversa cantidad de frases que describan lo que está sucediendo en su alrededor y que serán generadas automáticamente en base a las gramáticas y diccionario dados.

Para llegar a una mayor cantidad de usuarios y que su ejecución sea sencilla en el mayor número de plataformas posible, se ha decidido usar el lenguaje de programación Java.

## **Lista de palabras clave:**

- Tiflotecnología
- Lenguajes Naturales
- Accesibilidad
- Entretenimiento Digital
- Roguelike
- Java
- Open Source

## Agradecimientos

Me gustaría aprovechar este pequeño espacio para agradecer a todas las personas que me ayudaron, en diferentes niveles y formas, a elaborar y terminar este proyecto.

Gracias a todos aquellos que dedicaron parte de su tiempo a resolverme dudas sobre tiflotecnología y accesibilidad, así como a todos los profesores que tuve durante los 5 años de carrera y que lograron que llegue al punto en el que me encuentro profesionalmente. En especial me gustaría agradecer a mis directores, Jesús y Carlos, el esfuerzo extra que han hecho durante estos años que he estado trabajando en el extranjero para mantenerme al tanto y resolverme dudas a distancia cuando estaba perdido.

Tampoco puedo olvidarme de todos los amigos que he hecho durante todo estos años y con los que he pasado tantas horas delante y fuera de la pantalla. Adrián (insaciable compaero de prácticas que me tuvo que aguantar durante tantos años), Daniel, Vanesa, Santi, Chava, Mónica, Brais, María, Xacobe y otros muchos. ¡Gracias por vuestra ayuda y amistad!

Por último, gracias a todas aquellas personas (especialmente a mis padres y a mi novia Diantha) que me ayudaron y presionaron a que terminara el proyecto cuanto antes y no lo dejara pasar.

¡Gracias a todos por todos estos maravillosos años!

Darío Penas Sabín  
Amsterdam, 30 de marzo de 2016



# Índice general

<b>Índice de figuras</b>	<b>IX</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Videojuegos y personas invidentes . . . . .	1
1.1.1. Visita a la <i>ONCE</i> . . . . .	2
1.2. Motivación . . . . .	2
1.3. Estructura de la memoria . . . . .	2
<b>2. Estado del Arte</b>	<b>5</b>
2.1. La industria del entretenimiento digital en la actualidad . . . . .	5
2.1.1. La industria, en números . . . . .	6
2.1.2. Conclusión . . . . .	6
2.2. <i>Roguelikes</i> . . . . .	7
2.2.1. Qué es y orígenes . . . . .	7
2.2.2. En la actualidad . . . . .	8
2.2.3. Elementos <i>roguelike</i> en nuestro proyecto . . . . .	10
2.3. Problemas de la tecnología para ciertos sectores de la sociedad . . . . .	12
2.3.1. Dificultades a los que se enfrentan los invidentes . . . . .	12
2.3.2. Cómo solventar parte de estos problemas para los invidentes . . . . .	12
2.3.3. Cómo hemos solventado el problema en nuestro proyecto . . . . .	13
2.3.4. Dificultades a los que se enfrentan los daltónicos . . . . .	13
2.3.5. Cómo solventar parte de estos problemas para los daltónicos . . . . .	14

2.3.6. Cómo hemos solventado el problema en nuestro proyecto . . . . .	16
<b>3. Fundamentos Tecnológicos</b>	<b>17</b>
3.1. Herramientas empleadas . . . . .	17
3.2. Bibliotecas empleadas . . . . .	19
<b>4. Metodología</b>	<b>21</b>
4.1. Desarrollo en cascada . . . . .	21
4.1.1. Etapas del desarrollo en cascada . . . . .	21
4.2. Scrum . . . . .	23
4.2.1. Prácticas recomendadas y bases de Scrum . . . . .	23
4.2.2. Valores de Scrum . . . . .	25
4.3. Metodología elegida . . . . .	26
<b>5. Planificación y Seguimiento</b>	<b>27</b>
5.1. Junio 2014 - Septiembre 2014 . . . . .	28
5.1.1. Primera iteración: Análisis de requisitos generales, diseño genérico y preparación y configuración de los elementos necesarios para el comienzo de la implementación . . . . .	28
5.1.2. Segunda iteración: Generación de mapas y habitaciones . . . . .	30
5.2. Enero 2015 - Mayo 2015 . . . . .	32
5.2.1. Primera iteración: mapas en IU, análisis, diseño, tests e implementación de los objetos . . . . .	32
5.2.2. Segunda iteración: análisis, diseño, tests e implementación de los personajes . . . . .	34
5.2.3. Tercera iteración: interacción entre personajes, tests e implementación . . . . .	36
5.3. Septiembre 2015 - Abril 2016 . . . . .	38
5.3.1. Primera iteración: Aumentar interacción entre objetos, mapas y personajes, añadir movimiento para el jugador . . . . .	38
5.3.2. Segunda iteración: Diseño e implementación de los portales, IA de los enemigos y accesibilidad para daltónicos . . . . .	40



5.3.3.	Tercera iteración: Análisis, diseño básico y comienzo de la implementación de las gramáticas . . . . .	42
5.3.4.	Cuarta iteración: Análisis, diseño y comienzo de la implementación de las gramáticas . . . . .	43
5.3.5.	Quinta iteración: Análisis, diseño e implementación de las gramáticas y frases más complejas . . . . .	45
5.3.6.	Sexta iteración: Implementación de las restricciones, gallego y castellano, creación de la interfaz de usuario para con las frases generadas y primer vídeo . . . . .	47
5.3.7.	Séptima iteración: Resolución de bugs detectados y añadidas pequeñas funcionalidades . . . . .	48
5.3.8.	Octava iteración: Implementación en base al <i>feedback</i> recibido . . . . .	50
<b>6.</b>	<b>Análisis de Requisitos</b>	<b>55</b>
6.1.	Consultas con la comunidad . . . . .	55
6.1.1.	Resumen de las peticiones recibidas . . . . .	55
6.2.	Análisis de los elementos del juego . . . . .	56
6.3.	Requisitos del aplicativo . . . . .	56
<b>7.</b>	<b>Diseño e Implementación</b>	<b>59</b>
7.1.	Gramáticas y frases . . . . .	59
7.1.1.	Explicación general del funcionamiento . . . . .	59
7.1.2.	<i>Input</i> de gramáticas y diccionario . . . . .	62
7.2.	Otras partes del sistema . . . . .	66
7.2.1.	Interfaz de usuario para el texto generado . . . . .	66
7.2.2.	Generación aleatoria de mapas y elementos . . . . .	68
7.2.3.	Comportamiento de los enemigos . . . . .	70
<b>8.</b>	<b>Recepción, conclusión y trabajo futuro</b>	<b>73</b>
8.1.	Recepción y <i>Feedback</i> . . . . .	73
8.2.	Conclusión . . . . .	73
8.3.	Trabajo Futuro . . . . .	74

Índice general	VIII
<b>A. Escoger la licencia</b>	<b>77</b>
<b>B. Instalación e Instrucciones</b>	<b>79</b>
<b>C. Bibliografía</b>	<b>81</b>

# Índice de figuras

2.1. Captura de pantalla de <a href="#">dominio público</a> (tal y como todas las imágenes mostradas en este proyecto) del videojuego Rogue . . . . .	8
2.2. Captura de pantalla del videojuego Vultures . . . . .	9
2.3. Captura de pantalla del videojuego FTL: Faster Than Light . . . . .	9
2.4. Captura de pantalla de la interfaz de usuario de nuestro juego . . . . .	11
2.5. Captura de pantalla del area donde mostramos las frases generadas de nuestro juego para los invidentes . . . . .	13
2.6. Consejo para ayudar a los daltónicos a la hora de desarrollar un juego . . .	15
2.7. Consejos y ejemplos para evitar que las personas daltónicas tengan problemas	15
2.8. Un usuario nos comenta la combinación de colores que son problemáticas .	16
4.1. Estructura general de una etapa del desarrollo en cascada . . . . .	23
4.2. Proceso concreto de scrum. En este caso el sprint dura 4 semanas . . . . .	24
5.1. Diagrama de Gantt de la primera iteración de la primera etapa . . . . .	30
5.2. Diagrama de Gantt de la segunda iteración de la primera etapa . . . . .	31
5.3. Diagrama de Gantt de la primera iteración de la segunda etapa . . . . .	34
5.4. Diagrama de Gantt de la segunda iteración de la segunda etapa . . . . .	36
5.5. Diagrama de Gantt de la tercera iteración de la segunda etapa . . . . .	37
5.6. Diagrama de Gantt de la primera iteración de la tercera etapa . . . . .	39
5.7. Diagrama de Gantt de la segunda iteración de la tercera etapa . . . . .	41
5.8. Diagrama de Gantt de la tercera iteración de la tercera etapa . . . . .	43
5.9. Diagrama de Gantt de la cuarta iteración de la tercera etapa . . . . .	44

---

5.10. Diagrama de Gantt de la quinta iteración de la tercera etapa . . . . .	46
5.11. Diagrama de Gantt de la sexta iteración de la tercera etapa . . . . .	48
5.12. Diagrama de Gantt de la séptima iteración de la tercera etapa . . . . .	50
5.13. Diagrama de Gantt de la octava iteración de la tercera etapa . . . . .	52
6.1. Diagrama UML de casos de uso del proyecto . . . . .	58
7.1. Diagrama de clases de las gramáticas . . . . .	60
7.2. Versión definitiva de la interfaz de usuario para el texto generado . . . . .	67
7.3. Versión definitiva de la interfaz de usuario para el texto generado . . . . .	69
7.4. Diagrama de clases sobre el comportamiento de los enemigos . . . . .	71

# Capítulo 1

## Introducción

En este capítulo introductorio se explicarán los aspectos necesarios para entender lo más importante del proyecto, la motivación para realización del mismo y un breve resumen del resto de capítulos que forman parte de la memoria.

### 1.1. Videojuegos y personas invidentes

La mayor parte de los videojuegos comerciales no tienen en cuenta a muchas minorías de la sociedad. Haciendo una pequeña búsqueda online pueden encontrarse miles de personas quejándose de *first person shooters* que tienen un *FOV*<sup>1</sup> limitado, causándoles mareos al poco rato; daltónicos protestando que diferentes juegos (como por ejemplo The Witness<sup>2</sup>), basan buena parte de su mecánica en que el jugador sea capaz de distinguir diferentes colores; zurdos que tienen que acomodarse a ciertos controles a no existir una opción para cambiarlos; invidentes que no pueden disfrutar de prácticamente ninguno de los títulos que se encuentran en el mercado, etc.

En este proyecto nuestro objetivo es crear un videojuego desde cero que tenga en cuenta todo tipo de minorías, tomando especial relevancia el desarrollo para invidentes y centrándose en los aspectos que sean relevantes para ellos; descripciones que sean fácilmente reproducibles que cambien automáticamente y fácil expansión del título, tanto en características generales como en idiomas, gramáticas o palabras empleadas en el mismo.

---

<sup>1</sup>*Field of view*, campo de visión. Extensión de mundo observable en un momento dado

<sup>2</sup>Juego de puzzles en primera persona: <http://the-witness.net/>

### 1.1.1. Visita a la *ONCE*

A principios de 2015 Jesús y yo fuimos a un taller de la ONCE donde una persona invidente nos habló sobre la tiflotecnología, nos mostró la forma en la que usaban ordenadores y móviles, incluso para leer código y los errores, muchos de ellos fácilmente solventables, que se cometían día a día en temas de accesibilidad. Esta visita nos abrió los ojos y gracias a ella fuimos capaces de detectar posibles mejoras que hacer al proyecto y los fallos que no deberíamos de cometer en su diseño. También se ofrecieron a probar el proyecto una vez estuviera listo, pero este será un tema que trataremos en las próximas secciones.

## 1.2. Motivación

El entretenimiento digital siempre ha sido parte de mi vida y una de las razones por las que desde pequeño estuve interesado en la informática y razón por la que, finalmente, acabé estudiando esta carrera. Del mismo modo, y habiéndome relacionado con bastante gente con toda clase de necesidades especiales durante un gran periodo de tiempo, mi interés por la tiflotecnología y las limitaciones que la tecnología ofrece a millones de personas no hizo más que crecer año a año.

A pesar de los grandes avances de la industria de los videojuegos y de la gran cantidad de nuevos estudios y proyectos que se lanzan anualmente, resulta muy complicado poderse dedicar profesionalmente a cualquiera de estas dos cosas (y no digamos ambas a la vez), por lo que en mi futuro profesional no he sido capaz, al menos de momento, de cumplir mi sueño de trabajar en lo que más me apasiona. Por este motivo, cuando Jesús me comentó que él y Carlos llevaban un tiempo con este proyecto disponible, no dudé en un instante en aceptarlo y ponerme manos a la obra.

Este videojuego se ha desarrollado durante el periodo de un par de años en los que se incluyen muchos cambios en mi vida, tales como mi estancia permanente en Holanda hace ya casi dos años y mis primeros pasos en el mundo laboral. Cada día que pasa me alegro más de tener un proyecto como éste, dado que sin la pasión e interés por el mismo estoy seguro de que jamás lo habría terminado.

## 1.3. Estructura de la memoria

La memoria está formada por ocho capítulos en los que se explican los pasos tomados a la hora de crear el proyecto.

**Capítulo 1. Introducción.** Se explicarán, de manera general y resumida, en qué consiste el proyecto, la motivación del mismo y la estructura que tendrá la memoria.

**Capítulo 2. Estado del arte.** En este apartado hablaremos de otros proyectos similares, de la situación actual de la industria sobre el problema que tratamos en este proyecto y del diferente software que es utilizado en relación con la tflotecnología.

**Capítulo 3. Fundamentos Tecnológicos.** Citaremos y hablaremos sobre las herramientas y bibliotecas empleadas durante la elaboración del proyecto.

**Capítulo 4. Metodología.** Se detallarán las prácticas y metodologías de desarrollo empleadas para la realización del videojuego y la razón de su uso.

**Capítulo 5. Planificación y Seguimiento.** Detallaremos la planificación y seguimiento usados en cada una de las etapas del proyecto.

**Capítulo 6. Análisis de requisitos.** Se comentará el análisis de requisitos para este proyecto y se explicará en detalle cada uno de los mismos.

**Capítulo 7. Diseño e implementación.** En este capítulo explicaremos los detalles del diseño y de la implementación de ciertas partes del programa que consideramos más relevantes.

**Capítulo 8. Recepción, conclusión y trabajo futuro.** En este apartado mostraremos los comentarios obtenidos por la comunidad durante el desarrollo del juego, se relatarán las conclusiones obtenidas y se detallarán los posibles cambios, mejoras y extras que se podrán tener en cuenta en el futuro para su mejora.





## Capítulo 2

# Estado del Arte

En este capítulo hablaremos, principalmente, de dos importantes aspectos. El primero es la situación de la industria del entretenimiento digital hoy en día, seguido de una definición sobre lo que es un *roguelike*. El segundo son los elementos que dificultan y facilitan el uso de diferentes programas y *software* a ciertos sectores de la sociedad como invidentes o daltónicos; cómo algunos programas intentan solventar estos problemas y las razones por las que hemos elegido introducir ciertos elementos en nuestro proyecto para lidiar con los mismos.

### 2.1. La industria del entretenimiento digital en la actualidad

Desde sus primeros pasos hasta hoy en día, tal y como sucede con muchas de las novedades en el mundo del entretenimiento y la cultura, el sector del ocio digital ha sufrido cierto estigma por una gran parte de la población, siendo censurado y degradado en mayor o menor medida, no tan solo por cierta parte de la sociedad al considerarlo como algo enfocado para niños y sin mucho interés o relevancia cultural, pero también por muchos medios de comunicación y gobiernos. A pesar de que hoy en día este problema todavía está activo<sup>1</sup>, la industria se ha expandido tanto (consolas, ordenadores, navegadores, Facebook, móvil...), que cada vez es más complicado encontrar a alguien que no haya jugado a algún videojuego en las últimas semanas, ya es un elemento que forma parte del día a día de mucha parte de la población y defenderlo como un elemento de gran importancia cultural es cada vez más sencillo.

---

<sup>1</sup>Es común que cada año en Australia se censuren algunos juegos como [Paranautical Activity](#) por razones que otras formas de entretenimiento y cultura como películas o libros no se ven tan afectados.

### 2.1.1. La industria, en números

En todo el mundo, pero especialmente en EEUU, la industria de los videojuegos es uno de los sectores con más crecimiento [The] llegando a generar, solamente en ventas digitales, alrededor de 61 billones de dólares en el año 2015 [CNB].

Este gran éxito se debe, en gran parte, a la irrupción de los juegos desarrollados para móviles, cuyo beneficio ha ido aumentando enormemente durante los últimos años.<sup>2</sup> Sin embargo, esto no significa que el resto de plataformas no estén triunfando o se hayan quedado estancadas. Solamente Steam, la plataforma de distribución digital para PC por excelencia que ha sido desarrollada por Valve, ha generado alrededor de 3 billones y medio de dólares en el año 2015[Gam].

También hemos visto nuevas consolas salir al mercado hace poco más de dos años: PlayStation 4 y Xbox One. La primera de ellas ha logrado vender, a principios del año 2016, alrededor de 36 millones de unidades[Sar], mientras que la consola de Microsoft llega a los 19.1 millones en el mismo periodo[?], haciendo un total de más de 55 millones de unidades en total, la cual es una gran cifra en comparación con los años anteriores.

Con el mercado del PC resurgiendo, las consolas de sobremesa obteniendo grandes números de ventas, las portátiles resistiendo la lucha contra los móviles, el mercado de los videojuegos para móvil en esplendor y los cascos de realidad virtual llegando al mercado este año 2016 y obteniendo grandes números de preventas; todo parece indicar que la industria de ocio digital no hará más que crecer durante los próximos años.

### 2.1.2. Conclusión

Lo que comenzó hace varias décadas como un modo de entretenimiento sin ninguna pretensión, generalmente enfocado a un público infantil o adolescente y que miraba a otras industrias como la cinematográfica con recelo, tanto en números como en visibilidad, se ha convertido en todo lo que había deseado y más. Gracias a grandes títulos y a su expansión a toda clase de dispositivos, no se puede hablar de la industria del entretenimiento sin hablar de videojuegos y, en muchos casos, algunos de esos títulos han logrado ser nombrados como obras de arte en su género, pasando a la historia y siendo recordados a lo largo de los años.

---

<sup>2</sup>La venta de videojuegos en Alemania crece año tras año, pero el mayor aumento de beneficio se está centrando en el mercado de los juegos para móvil

## 2.2. Roguelikes.

### 2.2.1. Qué es y orígenes

En 1983, Michael Toy y Glenn Wichman crearon un videojuego llamado *Rogue*<sup>3</sup> que acabó definiendo un género que sigue vigente y en gran esplendor hoy en día.

Las características principales que definieron a *Rogue* y que, por extensión, definieron al género de los *roguelikes* inicialmente son:

**Dificultad** : *Rogue* es un videojuego difícil con *permadeath*<sup>4</sup> que obligará al jugador a rejugarlo una y otra vez, intentando llegar más lejos que la anterior partida gracias a ir aprendiendo los funcionamientos del mismo.

**Aleatoriedad** : Cada vez que el jugador comienza una partida nueva se encontrará con ciertos elementos que han cambiado con respecto a la vez anterior: el mapa es distinto, los elementos y enemigos se encuentran en sitios diferentes, los objetos obtenidos han cambiado... causando que cada vez que el usuario empieza, tenga un grado de dificultad pseudo-aleatorio dependiendo de la semilla con la que estos elementos hayan sido generados.

**Progresión** : Una de las frases más escuchadas en las críticas que *Rogue* recibió tras su lanzamiento es que el jugador sentía la necesidad de intentar llegar más lejos en cada ocasión[Pou]. Esto viene dado, sobre todo, por la sensación de progresión y de que en cada *run*<sup>5</sup> el usuario vaya mejorando. Dentro de la propia partida también existe una progresión a medida que el usuario derrota enemigos, consiguiendo puntos de experiencia, subiendo niveles y obteniendo mejores armas y armaduras con las que ser un poco más fuerte. La intriga por saber los nuevos objetos que se pueden conseguir, así como los nuevos enemigos con los que nos enfrentaremos y mapas que se generarán, hace que *Rogue* fuera fácilmente rejugable e interesante para los usuarios.

A partir de este momento muchos fueron los juegos que decidieron imitar estas características de *Rogue*, añadiendo, cambiando o enfatizando diferentes elementos, por eso se han denominado *roguelikes*.

---

<sup>3</sup>Desde 2014 este juego se encuentra disponible en [archive.org](https://archive.org)

<sup>4</sup>Una vez que el jugador muere, tiene que empezar desde el principio; no hay partidas guardadas

<sup>5</sup>Palabra comúnmente usada en estos géneros y que se refiere a una partida desde su inicio hasta que el jugador pierde

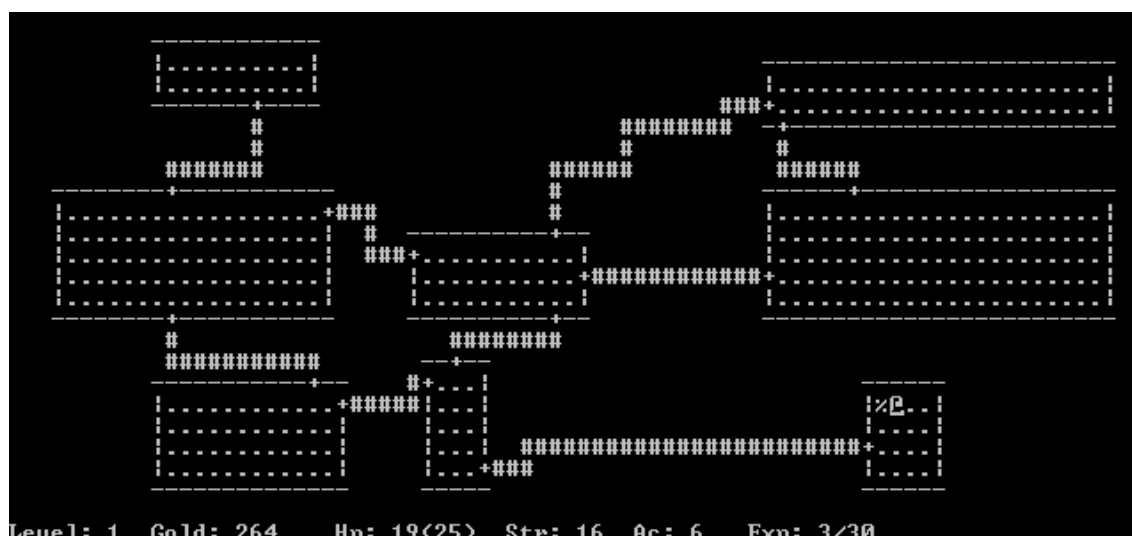


Figura 2.1: Captura de pantalla de [dominio público](#) (tal y como todas las imágenes mostradas en este proyecto) del videojuego Rogue

### 2.2.2. En la actualidad

Tras el éxito de Rogue, fueron muchos los títulos que simulaban su fórmula de éxito e intentaron mejorarlo, sobre todo gráficamente. Algunos de ellos se centran en diferentes aspectos (combate en vez de exploración, por ejemplo) y llegan a ser completamente diferentes a la hora de jugarlos (por turnos o tiempo real) pero, sin embargo, todos conservan buena parte de las características que hicieron al género famoso hasta hoy en día.

Incluso muchos de los nuevos títulos, muchos de ellos desarrollados por empresas independientes, no dan especial importancia a tener gráficos en 3D o texturas increíbles, sino que optan por profundizar en crear una ambientación interesante y ofrecer un sistema de combate y exploración únicos y pulidos.

#### 2.2.2.1. La creación de subgéneros

Dado que perder todo el progreso y tener que empezar desde el principio sin haber conseguido nada más que la experiencia personal es algo que no atrae a mucha gente hoy en día, son numerosos los juegos que han añadido más elementos de progreso general para que el jugador no se sienta frustrado. Estos elementos pueden ser nuevos personajes con los que jugar, puntos de experiencia o dinero con lo que poder equipar y mejorar desde un principio a nuestro personaje para poder llegar más lejos que la anterior vez, diferentes modos de juegos que se desbloquean al llegar a una cierta puntuación, etc. También es común ver juegos que se basan en partidas cortas, de como mucho una hora, para que la repetición sea mayor y perder el personaje no sea un gran “castigo” que tener que afrontar.

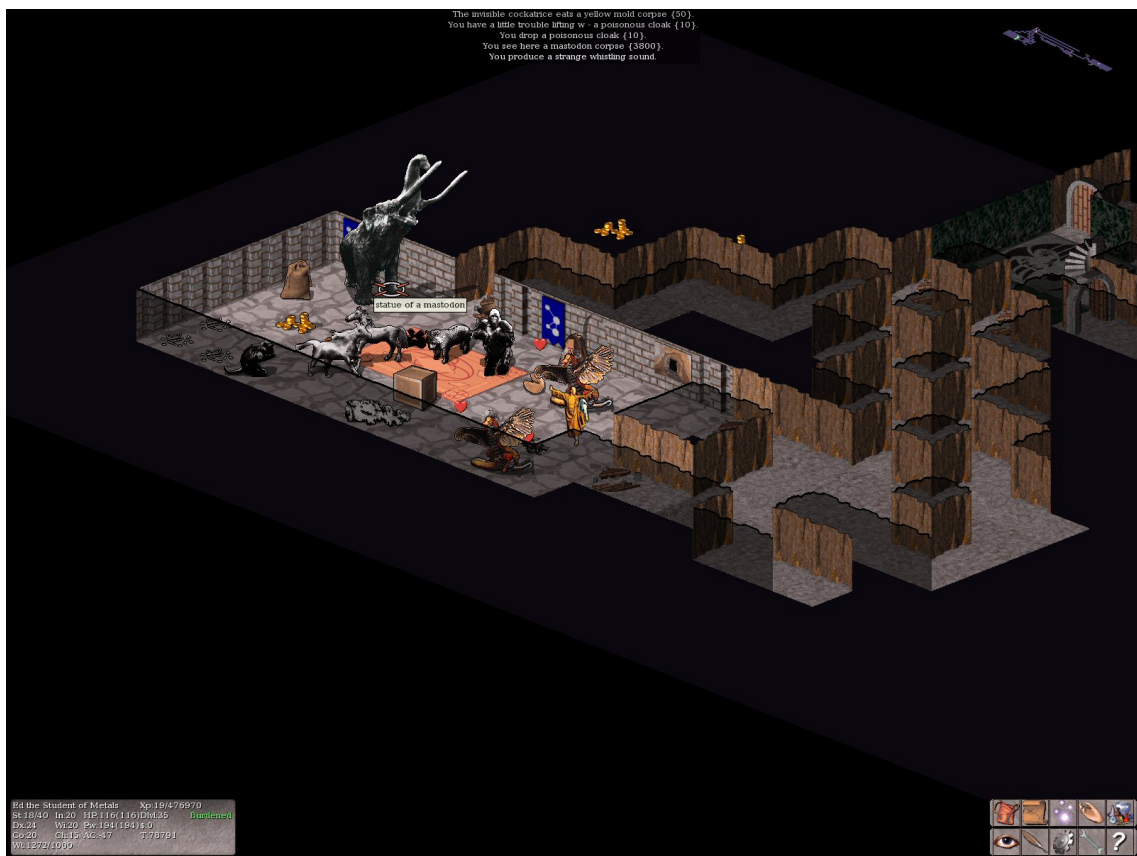


Figura 2.2: Captura de pantalla del videojuego Vultures



Figura 2.3: Captura de pantalla del videojuego FTL: Faster Than Light

Estos cambios que se han realizado durante los últimos años y que, de cierta manera, han modificado el género que Rogue creó en un inicio, no siempre se han tomado positivamente por parte de la comunidad, que se suele quejar de que muchos títulos que se definen a sí mismos como *roguelike* no contienen ciertas características, como la dificultad, que una vez definieron el género. Por este motivo se han definido subgéneros como el *roguelite*, que toman muchas de esas ideas iniciales, pero añaden o ignoran otras muchas para crear un título que sea un poco más sencillo y no penalice tanto al jugador.

### 2.2.3. Elementos *roguelike* en nuestro proyecto

En nuestro caso hemos creado un *roguelike* similar a Rogue, no solamente estéticamente, pero también en diseño y funcionalidad. El usuario se moverá por un mapa aleatoriamente generado y luchará contra diferentes enemigos que intentarán eliminarlo de diferentes formas. En base al nivel que el usuario tenga los enemigos serán más o menos complicados de batir y la recompensa por hacerlo será mayor.

El objetivo del juego es llegar lo más lejos posible dentro de la mazmorra. Cada vez que el jugador entra en un portal se añadirá un punto (el número de puntos se mostrará en la pantalla) y, cada vez que esto suceda, un nuevo mapa, con diferentes características y contenido, será generado. El juego es complicado, aleatorio y con una sensación de progreso, tal y como el género *roguelike* especifica.



Figura 2.4: Captura de pantalla de la interfaz de usuario de nuestro juego

## **2.3. Problemas de la tecnología para ciertos sectores de la sociedad**

Algunas de las razones que hacen de la tecnología un elemento prácticamente necesario hoy en día y que facilita su usabilidad crea, paradójicamente, una barrera para mucha gente que no puede disfrutar de ella.

En esta sección hablaremos sobre algunos de los problemas que tantos invidentes como daltónicos se encuentran actualmente en diferentes programas y cómo, en bastantes ocasiones, solventarlos no es muy complicado, lo que clarifica que muchas de estas limitaciones son dadas más por el desconocimiento que por la dificultad de la implementación de una solución.

### **2.3.1. Dificultades a los que se enfrentan los invidentes**

Las dificultades que tienen invidentes o personas con diferentes grados de ceguera en nuestra sociedad es enorme y, tristemente, los dispositivos tecnológicos y software no se ven excluidos de esta lista. No poder hacer uso de una interfaz gráfica o ver lo que está sucediendo en la pantalla es un problema que automáticamente imposibiliza el uso de la mayoría de las aplicaciones y videojuegos en su totalidad. Incluso navegar por internet, donde la mayoría del contenido es texto que puede ser leído fácilmente por un lector de pantalla, puede llegar a ser un quebradero de cabeza si cierta parte de ese contenido está en flash (el lector no podrá hacer nada en este caso), los enlaces a redes sociales están en posiciones poco recomendables (dado que su contenido se puede llegar a reproducir y generalmente son un suplicio saltarlos), algunos de los nombres usados en programas software son poco descriptivos y dificultan su correcta identificación, etc.

### **2.3.2. Cómo solventar parte de estos problemas para los invidentes**

Uno de los primeros problemas que nos comentaron en la charla de la ONCE es que muchos de los desarrolladores que programan algo específicamente para ciegos no tienen en cuenta que, la mayoría de las veces, hay gente que puede ver a su alrededor que les puede describir lo que está sucediendo en la pantalla, por lo que es muy importante crear una interfaz que esté actualizada y muestre la misma información que la persona invidente reciba. También es necesario dar la posibilidad al usuario de repetir el contenido generado, dado que algunos lectores tienen problemas para leer ciertos caracteres o lo que leen no es del todo claro y, por lo tanto, debe de ser fácilmente repetido.

Algunos videojuegos han visto versiones adaptadas para invidentes, la mayoría de ellas desarrolladas por la comunidad, o nuevos títulos que se centran en ofrecer una experien-



cia revolucionaria desde el principio. Un buen ejemplo de ello es *Shades of Doom*<sup>6</sup>, que solamente usa sonido (principalmente ruidos repetitivos) y muy pocas frases para que el jugador sea capaz de descubrir lo que tiene que hacer y dónde está.

### 2.3.3. Cómo hemos solventado el problema en nuestro proyecto

En el proyecto, dado que se basa en la generación pseudo-aleatoria de frases, hemos creado descripciones para todos los elementos de la pantalla, por lo que el jugador siempre puede saber dónde se encuentra, qué hay a su alrededor, cuáles son sus características, etc. Hemos creado una ventana que se encuentra al lado del juego y donde se van guardando todas las frases generadas, siendo la primera frase la última generada y leyéndose automáticamente por el reproductor de pantalla que esté siendo usado en ese momento. De esta forma, una persona con visión siempre puede leer dicha frase y el jugador repetirla las veces que quiera.

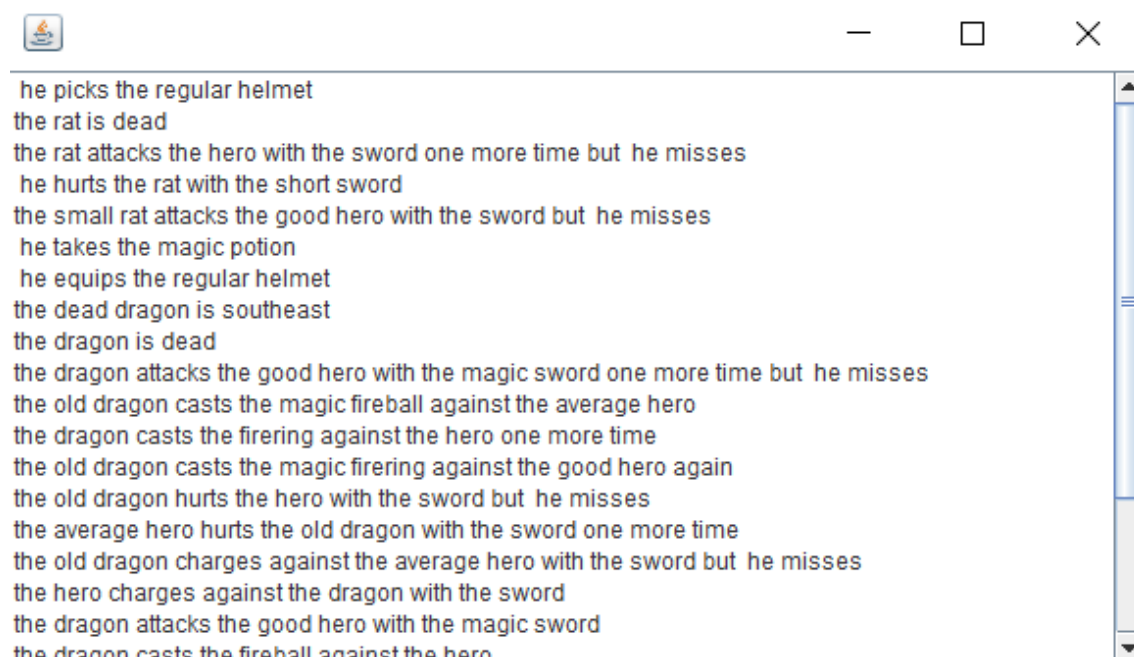


Figura 2.5: Captura de pantalla del area donde mostramos las frases generadas de nuestro juego para los invidentes

### 2.3.4. Dificultades a los que se enfrentan los daltónicos

Daltonismo es un defecto genérico que afecta, aproximadamente, al 1 % de la población. Lo que en un principio parece como un pequeño inconveniente que no cambia mucho la vida de la persona que lo sufre, lo cierto es que hay muchas ocasiones en las que incluso

<sup>6</sup><http://www.gmagames.com/sod.html>

ver un simple partido de fútbol americano correctamente puede convertirse en algo casi imposible para ellos <sup>7</sup>. Incluso ver un mero mapa puede ser una complicación <sup>8</sup>.

En el mercado del ocio digital, donde los gráficos y paletas de colores juegan un gran papel en el arte del título, este problema se ve acentuado. La peor parte viene si parte de las mecánicas del juego necesitan que el jugador sea capaz de distinguir colores para obtener cierta información relevante; y esto es algo que sucede en numerosos títulos. En algunos casos es una pequeña molestia como en *Borderlands* <sup>9</sup> donde hay armas especiales que se diferencian, únicamente, por el color en el que se encuentra un determinado texto. Sin embargo, el mayor problema viene cuando estas limitaciones pueden llegar a arruinar el juego, como ocurre en *The Witness*, un juego de puzzles mencionado en apartados anteriores en el que, para poder solventar muchos de dichos puzzles, requiere que el usuario distinga (o al menos tenga la información), distintos colores. También nos encontramos con juegos de lucha en dos dimensiones donde la única diferencia entre los escenarios del fondo y los personajes principales es el color de los mismos. No ver la diferencia complica a que el jugador detecte si un elemento está al frente o al fondo de dicho escenario.

### 2.3.5. Cómo solventar parte de estos problemas para los daltónicos

Para poder dar respuesta a esta cuestión, decidí preguntar en *Reddit* a los usuarios daltónicos sobre cómo desarrollar un juego que sea adecuado para ellos <sup>10</sup>. Fueron muchas las respuestas obtenidas, pero todo se puede resumir en un par de ideas.

La primera es que, en la medida de lo posible, nunca tengamos que diferenciar dos cosas distintas simplemente por el color. Tal y como un usuario comentó, si estamos desarrollando un juego naval y la diferencia entre un barco que está “sano” y uno que está “roto” es que cambiamos el color o la silueta del barco de verde a rojo, también podemos añadir chispas u otros elementos a mayores que faciliten la idea de que algo ha cambiado y ayude al usuario a apreciarlo visualmente con elementos a mayores. Del mismo modo, si tenemos un juego como *Tetris* o *Candy Crush* donde las piezas son relevantes, en vez de distinguirlas por color, podríamos hacerlas de diferentes formas o añadir una imagen a cada una de ellas.

La segunda idea es que, si es completamente necesario introducir diferentes colores para diferenciar ciertos elementos, o bien usamos colores que, generalmente, no crean ningún problema como el azul, amarillo, verde... (lo cual no nos garantiza que hayamos solventado el problema, dado que hay muchas formas de daltonismo y en algunas de ellas el usuario todavía puede tener problema diferenciándolos dependiendo del color concreto usado) o

<sup>7</sup>En algunos partidos los jugadores llevan camisetas con colores problemáticos.

<sup>8</sup>Resumen de algunos problemas que tienen los daltónicos a ver mapas

<sup>9</sup>Juego de acción en primera persona lanzado inicialmente en 2009 y que cuenta con varias secuelas

<sup>10</sup><https://goo.gl/d6cTqe>

creamos una opción en el que podamos cambiar la paleta de colores usada. Hay algunos videojuegos (la mayor parte de ellos independientes), donde se da esta opción.

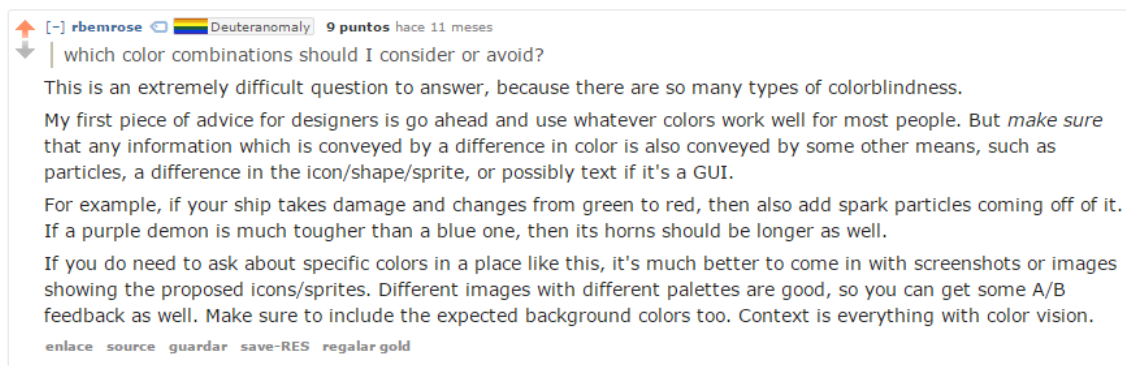


Figura 2.6: Consejo para ayudar a los daltónicos a la hora de desarrollar un juego



Figura 2.7: Consejos y ejemplos para evitar que las personas daltónicas tengan problemas

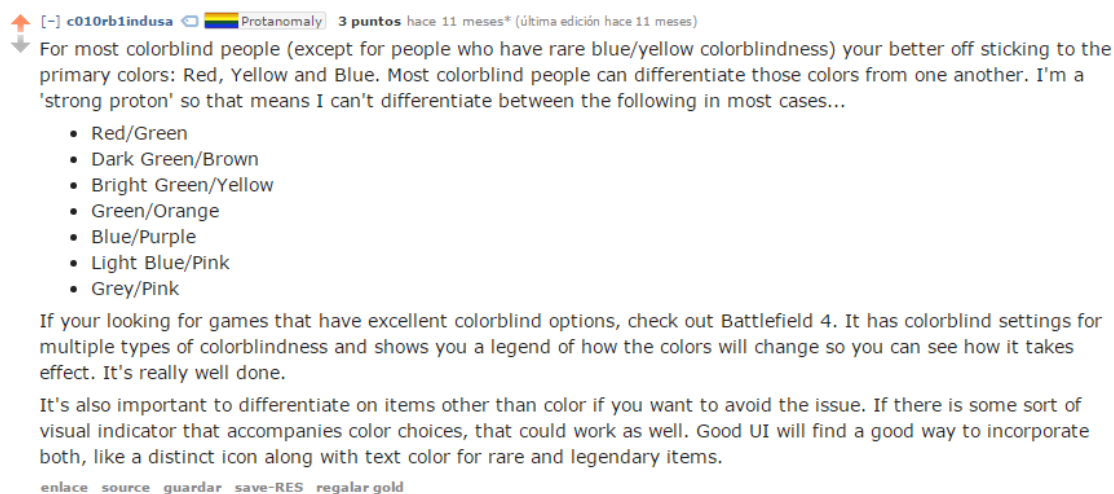


Figura 2.8: Un usuario nos comenta la combinación de colores que son problemáticas

### 2.3.6. Cómo hemos solventado el problema en nuestro proyecto

En nuestro caso, al haber preguntado de antemano a los usuarios, siempre tuvimos desde el primer momento la idea de crear la interfaz gráfica con soporte para daltónicos en mente, a pesar de que, al haber tenido en cuenta a las personas invidentes, cualquier persona podría jugarlo sin ninguna dificultad.

Todos los elementos que se encuentran en la pantalla están diferenciados con caracteres completamente diferentes por lo que, incluso aunque todos los colores fueran iguales, sería sencillo identificar cada elemento.

También hemos creado una opción que cambia la paleta de colores a utilizar y facilita su visualización para aquellos usuarios con este inconveniente.

## Capítulo 3

# Fundamentos Tecnológicos

En este capítulo hablaremos sobre los fundamentos tecnológicos que vamos a usar en este proyecto y, si cabe, la razón por la que fueron elegidas. En primer lugar citaremos las herramientas que hemos usado y, en segundo lugar, las bibliotecas que hemos decidido utilizar en el programa en sí.

### 3.1. Herramientas empleadas

**Java** Lenguaje de programación orientado a objetos cuya primera aparición fue en 1995. Es uno de los lenguajes de programación más utilizados en la industria y una de sus principales características es que es multiplataforma, es decir, puede ser ejecutado en cualquier sistema operativo que tenga la *Java Virtual Machine* instalada sin necesidad de realizar cambios en el código (WORA<sup>1</sup>). Esta ventaja es esencial en nuestro caso, dado que la mayoría de las personas que pueden estar interesadas en el proyecto usan una gran variedad de sistemas operativos.

**Eclipse** Es un IDE<sup>2</sup> usado para escribir código en múltiples idiomas. También incluye una serie de *plugins* que facilitan y automatizan muchas de las labores a realizar como el uso de sistema de controles, ejecución de código y tests, herramientas de debug, autocompletado de código, etc.

**Git** Sistema de control de versiones distribuido introducido en 2005 y desarrollado principalmente por Linus Torvalds. Es el control de versiones referencia en la mayoría de

---

<sup>1</sup>*Write once, run anywhere.* Eslogan creado por Sun Microsystems para mostrar los beneficios de la multiplataforma

<sup>2</sup>*Integrated Development Environment.* Entorno de desarrollo integrado

empresas y proyectos de software libre gracias a su rapidez y, al ser distribuida, permite trabajar y realizar *commits* del código sin necesidad de conexión a internet.

**GitHub** Plataforma de desarrollo colaborativo usada para alojar proyectos usando el sistema de control de versiones Git. La mayoría de proyectos de código abierto lo usan, dado que es gratuito, aunque también tiene la opción de almacenar el código de forma privada tras, previamente, realizar un pago.

**Listas de Correo** Las listas de correo son un método de comunicación muy usado por diferentes comunidades, especialmente en el desarrollo de software, que ayudan a los usuarios que participan en ellas a enviar correos a múltiples personas que lo deseen de forma anónima y, al mismo tiempo, tener un historial de las respuestas dadas por los mismos. En nuestro caso la hemos usado para comunicarnos con un grupo de usuarios y desarrolladores de videojuegos para invidentes.

**Reddit** Web creada en 2005 y que actualmente se encuentra en el top 50 de las más visitadas del mundo. Cuenta con una comunidad gigante que está dividida en muchísimos subgrupos dependiendo del tema a tratar. La hemos usado como una herramienta de feedback. Especialmente los *subreddits* de daltónicos <https://www.reddit.com/r/ColorBlind/> y gente ciega <https://www.reddit.com/r/blind/>.

**Dia** Aplicación informática que permite la creación de todo tipo de diagramas. En nuestro caso lo hemos usado para crear los diagramas UML que se encuentran en esta memoria.

**Gantt Project** Programa de software libre diseñado para la creación de diagramas de Gantt.

**JSON** JavaScript Object Notation. Es un formato muy usado en APIs para intercambio de datos, similar a XML. En nuestro caso lo usamos para definir las gramáticas y diccionarios de nuestro proyecto, dado que es muy sencillo de leer y especificar. Hay numerosas bibliotecas que nos permiten analizar y trabajar con este formato en Java. La que nosotros usamos es *Gson*.

**L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X** Sistema de composición de textos altamente usado por la mayoría de textos científicos dada la facilidad de su composición, simpleza, alta calidad y herramientas que ayudan a la creación de fórmulas, inserción de imágenes y muchos otros elementos. Muy modificable. Es el sistema que hemos usado para la creación de este documento.

**NVDA** Lector de pantalla de código libre para Windows. Orca es, en cierta medida, su equivalente en Linux.

## 3.2. Bibliotecas empleadas

**Gson** Biblioteca usada para transformar archivos JSON a objetos de Java y viceversa.

**JCurses** JCurses<sup>3</sup> es una biblioteca para el desarrollo de aplicaciones de terminal para JAVA. Es similar a AWT<sup>4</sup>, pero basada en el sistema de ventanas Curses de UNIX.

**Libjcsi** Biblioteca de representación gráfica que trabaja sobre JCurses y simplifica la tarea de representar y refrescar elementos del terminal.

---

<sup>3</sup>*The Java Curses Library*

<sup>4</sup>*Abstract Window Toolkit*. Kit de herramientas de interfaz de usuario de la plataforma original de Java





## Capítulo 4

# Metodología

En este apartado describiremos la metodología llevada a cabo en el proyecto. Una metodología es un conjunto de procesos, métodos y prácticas llevadas a cabo para asegurar, en la mayor medida posible, calidad en el producto final y en el tiempo acordado.

En nuestro caso, al ser un proyecto realizado por una sola persona y con un tiempo diario limitado, hemos optado por adaptar una serie de ideas y valores principales de varias metodologías.

### 4.1. Desarrollo en cascada

El desarrollo en cascada, también denominado como modelo en cascada, es una metodología con varias etapas donde, para pasar a la siguiente, es completamente necesario que la anterior haya acabado y esté completada.

Las ventajas que ofrece en desarrollo en cascada es que es muy sencillo de implementar en comparación con otras metodologías, requiere menos tiempo y capital para hacerlo funcionar de manera óptima y es usado con bastante frecuencia.

La mayor desventaja es que detectar un error en una de las fases finales puede significar tener que replantear los pasos tomados en las anteriores, perdiendo parte del progreso realizado.

#### 4.1.1. Etapas del desarrollo en cascada

##### **Análisis de requisitos :**

En esta fase se definen y determinan los requisitos que el software debe de cumplir entre el desarrollador y el cliente. Generalmente se generan documentos que formalizan

dichas decisiones para no tener que cambiarlas en el futuro, dado que un cambio en los requisitos puede significar cambiar gran parte del proyecto, por lo que llegar a un consenso es necesario.

**Diseño :**

Una vez del análisis haya finalizado, es hora del diseño. La idea principal es descomponer lo detallado durante el análisis de requisitos con el cliente y crear diferentes diagramas y diseños que ayuden a los programadores a entender lo que debe de ser realizado y cómo debe de funcionar, incluyendo pseudocódigo o algoritmos a alto nivel en caso de que sea necesario.

**Implementación :**

En esta fase es donde se escribe el código fuente en base a lo especificado anteriormente, intentando dar gran importancia a la reutilización del código siempre y cuando sea posible. También es importante tener en cuenta la creación de tests y la realización de las primeras pruebas preliminares por parte de los programadores.

**Verificación :**

Este es el momento final en el que el cliente es capaz de probar lo desarrollado. El programa debe de estar bien testado por parte de los programadores para evitar la mayoría de los problemas que pueden ocasionarse en esta fase.

**Mantenimiento :**

Una vez el software ha finalizado y se ha entregado al usuario final, empieza la fase de mantenimiento. En ella el usuario final pedirá que se resuelvan problemas, se añadan nuevas funcionalidades y se cambien otras ya añadidas en base a los nuevos requisitos que vayan apareciendo y no se tuvieron en cuenta en el principio. Esta es una de las fases más críticas, dado que se estima que alrededor de un 80 % de los recursos de un proyecto se emplean en el mantenimiento <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup><http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0471170011.html>

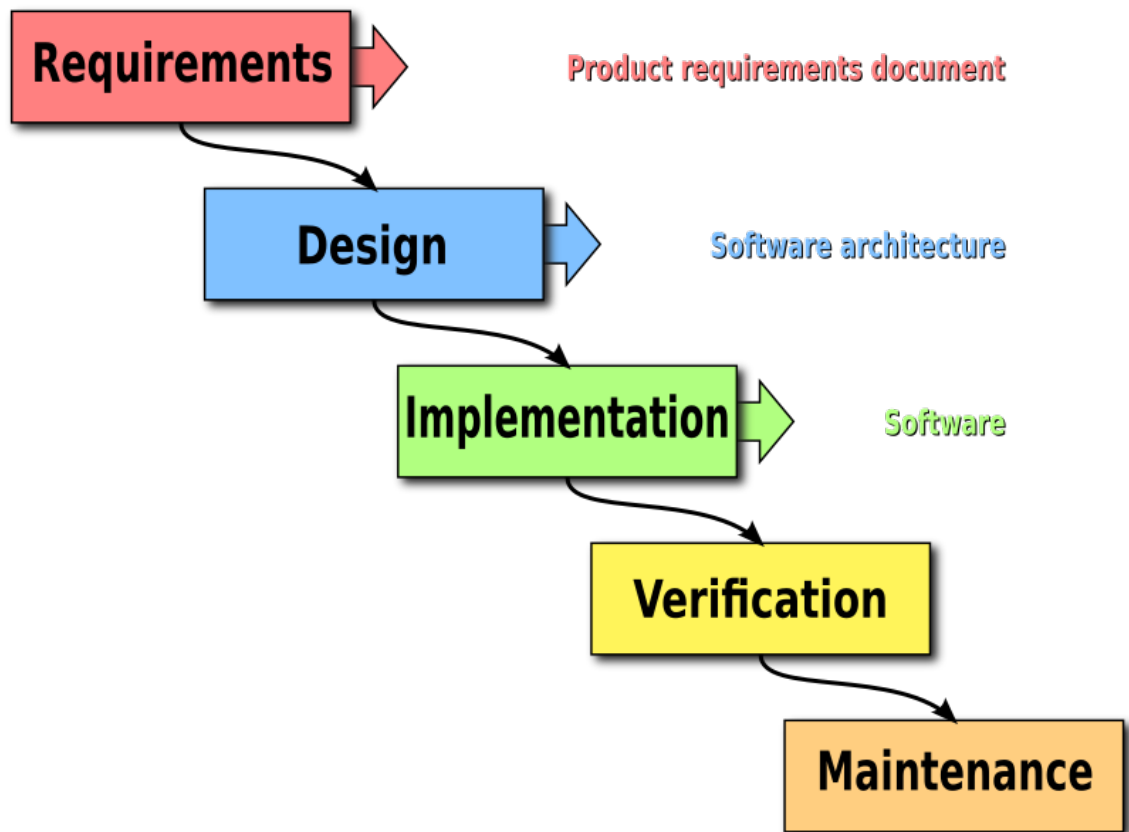


Figura 4.1: Estructura general de una etapa del desarrollo en cascada

## 4.2. Scrum

Scrum es una metodología ágil definida inicialmente por Hirotaka Takeuchi y Ikujiro Nonaka en 1986<sup>2</sup>. Su relativa sencillez, así como su flexibilidad y orientación al trabajo en equipo, hace que Scrum sea una de las metodologías más usadas en el desarrollo de software, sobre todo en entornos laborales donde el equipo de desarrollo no es gigante (aunque su implementación también es posible en estos casos).

### 4.2.1. Prácticas recomendadas y bases de Scrum

Uno de los aspectos esenciales de scrum es el “sprint”, que se trata de un bloque temporal de tiempo (generalmente de entre 2 y 4 semanas) donde el equipo de desarrollo trabajará para llegar a un objetivo determinado, generalmente acabar todas las tareas definidas para ese sprint. Al principio de cada sprint el “product owner” y “scrum master” definirán las

<sup>2</sup><https://cb.hbsp.harvard.edu/cbmp/product/86116-PDF-ENG>

tareas que se querrán realizar en dicho sprint y que se encuentran en el backlog<sup>3</sup>. Todos los integrantes del grupo de desarrollo, así como el propio product owner y scrum master, decidirán cuánto esfuerzo o tiempo llevará realizar cada tarea (hay algunas formas de decidir esto, como planning poker, pero no es muy relevante en nuestro caso), dividiéndola en tareas menores en caso de que sea demasiado grande. También se decidirá quién hará qué.

Durante cada día del desarrollo hay una pequeña reunión llamada “sprint stand-up” donde cada desarrollador comenta brevemente lo que ha hecho el día anterior, qué tiene planteado realizar ese día y si se ha encontrado con algún problema que le impida continuar.

Al acabar cada sprint, el equipo se reúne de nuevo para analizar lo que ha ido bien, qué problemas hubo y las mejoras que se tienen en cuenta de cara al futuro. De esta manera, cada nuevo sprint será más preciso (dado que sabremos la cantidad de trabajo que cada desarrollador es capaz de hacer en el periodo definido de tiempo) e incluirán el “feedback” de los propios programadores.

Estas son las características especiales de Scrum, pero al tratarse de una metodología ágil, nada es inamovible. Dependiendo del equipo y de las necesidades del mismo, se pueden cambiar o introducir nuevas ideas que mejoren el proceso para ese grupo de programadores en concreto.

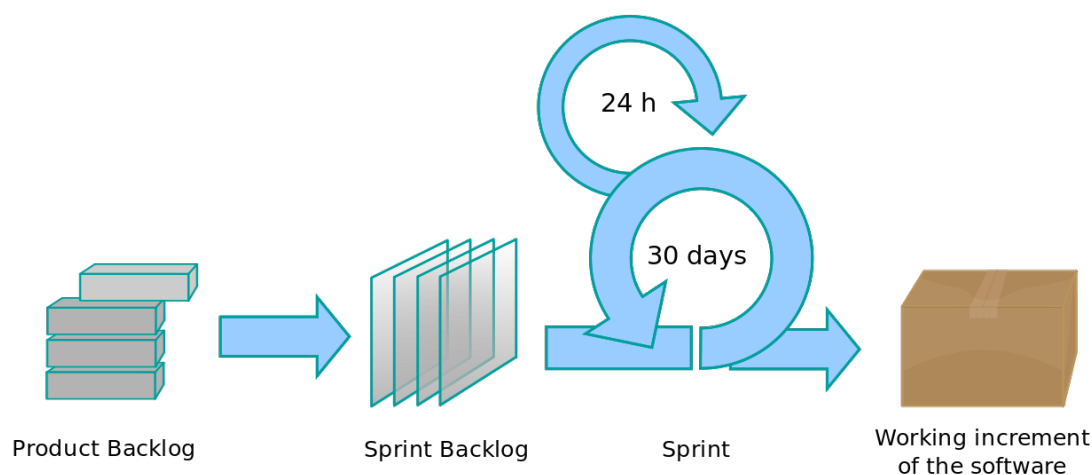


Figura 4.2: Proceso concreto de scrum. En este caso el sprint dura 4 semanas

<sup>3</sup>Lista de tareas que se quieren realizar en el producto y que suele ir creciendo a medida que los usuarios encuentran fallos o necesitan nuevas funcionalidades. Generalmente el product owner es el encargado de organizar y decidir las tareas que tienen más prioridad

### **4.2.2. Valores de Scrum**

#### **4.2.2.1. Concentración**

Al tener que finalizar las tareas asignadas al final del sprint, la concentración del equipo en general y de cada uno de los miembros es esencial. Para lograr este objetivo, el product owner es el encargado de responder las preguntas del resto de la compañía en nombre de los desarrolladores y solamente molestarlos en caso de que sea realmente necesario.

#### **4.2.2.2. Coraje**

Dado que Scrum es una metodología de equipo, la ayuda entre cada uno de los miembros es algo esencial. De la misma forma, cada persona debe de ser capaz de enfrentarse a nuevos retos y asumir nuevas responsabilidades para que, en conjunto, el producto final sea el deseado.

#### **4.2.2.3. Compromiso**

Cada integrante tiene que saber lo que puede hacer y comprometerse a ello. Una vez la reunión inicial se haya completado, es importante que cada uno sepa lo que tiene que hacer y pregunte en caso de que no tenga algo claro o crea que no puede llegar a terminar lo especificado durante la reunión. Cada programador debe de comprometerse con lo establecido para lograr el éxito del equipo.

#### **4.2.2.4. Sinceridad**

Ser capaz de asumir los errores es la clave para mejorar y evolucionar como un equipo. Si un miembro del equipo de desarrollo se queda estancado en un problema y no avisa al resto de sus compañeros, el sprint en su totalidad puede llegar a fracasar. Asumir responsabilidades, errores y pedir ayuda cuando sea necesario debe de ser una práctica habitual en Scrum.

#### **4.2.2.5. Respeto**

Similar al anterior punto. Al trabajar en equipo es imprescindible que tanto los logros como los fracasos se tomen como una nueva forma de aprender y mejorar, por lo que el respeto mutuo y asumir los errores es la mejor forma de evolucionar, tanto individualmente como en equipo.

## 4.3. Metodología elegida

Mayoritariamente hemos usado una metodología en cascada con algunos elementos de Scrum.

Para las características grandes del proyecto como la creación de los mapas, enemigos, sistema creación de frases, etc. nos hemos basado en cascada para analizar lo que tenemos que realizar, crear el diseño, implementarlo (empezando siempre por los tests, tal y como comentaremos a continuación) y verificarlo. Sin embargo, y dado que los juegos tienden a querer mejorarse continuamente con nuevos elementos de diferente importancia y tamaño (tanto de nuestra parte como de la gente que lo ha probado), tiene sentido mantener un backlog con todas las nuevas ideas y *feedback* recogido, algo de lo que Scrum es maestro. También hemos seguido la idea de la creación de tareas cortas (de no más de 8 horas, en caso de que haya algo de mayor cantidad deberá de ser dividido en subtareas) y sprints, donde cada mes intentaremos tener un elemento del juego finalizado con varias tareas finalizadas a final de cada semana. De esta manera somos capaces de seguir más fácilmente el progreso que hemos realizado y tenemos constancia de los nuevos elementos que queremos implementar en un futuro, así como los bugs que arreglar en próximos sprints. Al acabar con el núcleo del juego, la mayor parte de las tareas a realizar a continuación son pequeños cambios y nuevos elementos que no trastocan el diseño realizado del proyecto, por lo que seguir una metodología ágil como scrum es el mejor paso a seguir para terminar las tareas más relevantes lo antes posible.

Por último, también hemos seguido la práctica de *test driven development* (desarrollo guiado por pruebas) cuya base está en, por cada nueva tarea a realizar, implementar primero los tests unitarios (que, lógicamente, fallarán) y luego programar la solución en sí para que el test sea válido, refactorizando la solución en caso de que no sea la ideal. Esto nos dará desde el primer momento una clara idea de lo que queremos hacer antes de ponernos con la implementación y nos asegurará de que siempre tendremos el test hecho.

## Capítulo 5

# Planificación y Seguimiento

En este capítulo detallaremos la planificación de cada una de las iteraciones que hemos hecho durante todos los meses de trabajo, así como el seguimiento que hemos realizado de la misma. La elaboración de este proyecto se llevó a cabo durante alrededor de dos años, comenzando en junio del año 2014 y teniendo un par de parones durante varios meses (desde septiembre de 2014 hasta enero de 2015 y desde mayo de 2015 hasta septiembre del mismo año) a causa de tener que realizar otras actividades que no permitían trabajar en el proyecto al mismo tiempo. También el tiempo dedicado en cada una de las secciones difiere dependiendo del tiempo disponible (durante la mayoría de estos dos años tuve que combinar el proyecto con trabajar a tiempo completo), pero esto es algo que se discutirá en cada una de las secciones individualmente.

Para resumir y clarificar lo que acabamos de comentar, mostramos los periodos de actividad:

- Desde junio del año 2014 hasta septiembre del 2014 (3 meses).
- Desde enero de 2015 hasta mayo del mismo año (4 meses).
- Desde septiembre del 2015 hasta abril de 2016 (8 meses).

En las próximas secciones hablaremos de lo que hemos desarrollado durante estos tres periodos de tiempo y las iteraciones seguidas en los mismos.

Cabe destacar que todos los datos y tareas mostradas a continuación están realizadas de forma lineal, dado que solamente disponemos de un recurso.

## 5.1. Junio 2014 - Septiembre 2014

Este periodo comienza el 4 de junio, que es cuando se nos comenta la posibilidad de realizar este proyecto, y termina el 24 de septiembre, por lo que consta de un total de 15 semanas. Hay que tener en cuenta que durante parte de este verano (desde agosto) es cuando me mudé a Holanda y empecé mi *internship*, por lo que las jornadas en días laborables solamente constaban de una o dos horas y alrededor de 7/8 horas durante los fines de semana.

Sumando todo el tiempo empleado durante estas semanas se calcula que se han empleado 190 horas en total para la realización en su completitud de las tareas asignadas a esta iteración.

Durante todas estas semanas nuestro principal objetivo es el de recoger toda la información general posible para poder empezar el proyecto con buen pie, así como empezar con la implementación de los mapas y habitaciones que se utilizarán en el juego.

### 5.1.1. Primera iteración: Análisis de requisitos generales, diseño genérico y preparación y configuración de los elementos necesarios para el comienzo de la implementación

Esta primera iteración empieza el día 4 de junio y termina el 29 del mismo mes. Las tareas realizadas se muestran a continuación:

**Análisis de requisitos generales** Al desarrollar un proyecto enfocado a una parte de la población de la que no formas parte, es muy importante documentarse sobre todos los aspectos que hay que tener en cuenta e intentar ponerse en su piel (por ejemplo usar las herramientas que utilizan diariamente para recabar ideas), además de preguntar a diferentes personas para coger distintas perspectivas que luego se puedan incluir en nuestro proyecto. Así mismo, desarrollar un videojuego puede llegar a ser una tarea infinita, dado que es común que tanto a nosotros como a los usuarios se nos ocurran nuevas características o ideas que añadir, por eso debemos de sentar las bases que defina lo que es realmente necesario y lo que no para priorizar. Aprender sobre lo básico del género y poner límites es fundamental para centrar los pocos recursos que tenemos en crear lo necesario y luego, si el tenemos tiempo, empezar con la implementación de características a mayores.

**Diseño genérico del juego a implementar** Crearemos el primer diseño genérico que nos dará una idea sobre lo que tendremos que realizar y nos guiará sobre el proceso de creación del juego. Este primer boceto cambiará a medida que querramos añadir nuevos



elementos y querramos especificar más otros, pero contendrá las partes generales y más básicas de lo que queremos realizar.

**Búsqueda de bibliotecas que se adapten a nuestros requisitos** Hay varias bibliotecas con las que se puede crear una interfaz gráfica sencilla como la del videojuego *Rogue* que mencionamos al principio de esta memoria, pero todas ellas tienen sus ventajas e inconvenientes. Debemos de averiguar cuál de ellas es la más adecuada para nuestro caso y tomar una decisión sobre cuál de ellas usar.

**Creación y configuración del ambiente de desarrollo para poder empezar la implementación** Al empezar un nuevo proyecto debemos de crear un repositorio en git, instalar todo el software necesario y preparar el entorno de desarrollo para que podamos empezar a programar sin encontrarnos con ninguna dificultad a posteriori.

#### 5.1.1.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

**WBS 1.1** Análisis de requisitos generales

**WBS 1.1.1** Estudio de herramientas para invidentes.

**WBS 1.1.2** Estudio de los elementos del género *roguelike*.

**WBS 1.1.3** Analizar los elementos encontrados y especificación de lo que queremos en nuestro caso.

**WBS 1.2** Diseño genérico del juego a implementar.

**WBS 1.3** Búsqueda de bibliotecas que se adapten a nuestros requisitos.

**WBS 1.4** Creación y configuración del ambiente de desarrollo para poder empezar la implementación.

Para la realización de todas estas tareas se planificaron 65 horas en total. Esta estimación se cumplió sin ningún inconveniente, por lo que el día 30 de junio, todas las tareas habían sido realizadas en su totalidad. Ver la figura 5.1 para más información sobre cómo se planificaron cada una de las tareas individualmente.

#### 5.1.1.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Comenzar un nuevo proyecto e investigar sobre un área que nunca hemos experimentado anteriormente, puede ser bastante complicado. En algunas ocasiones la información que nos

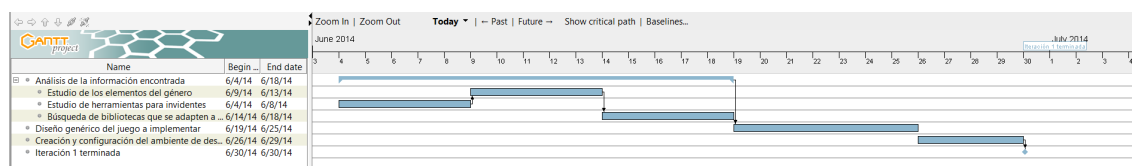


Figura 5.1: Diagrama de Gantt de la primera iteración de la primera etapa

encontramos puede ser contradictoria o insuficiente, por lo que reconocer lo relevante para nuestro caso es muy importante. Tener idea donde asentar las bases en las que se sembrarán las próximas iteraciones siempre es una tarea ardua y complicada, pero necesaria. En esta iteración hemos sentado estas bases, definiendo lo que debemos de realizar y creando un primer boceto de lo que tendremos que cumplir durante los próximos meses.

### 5.1.1.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

Con todo lo básico definido, ahora debemos de materializarlo. Durante las siguientes iteraciones deberemos de empezar a crear el juego en sí, comenzando por la creación de mapas y habitaciones de manera aleatoria.

### 5.1.2. Segunda iteración: Generación de mapas y habitaciones

Desde el 15 de julio hasta el 24 de septiembre. Se han usado 7 semanas para terminar esta iteración, trabajando entre 2 y 3 horas durante los días de semana y alrededor de 6 y 7 horas durante los días de fin de semana.

**Análisis de requisitos de los mapas y habitaciones** Hay mucho escrito y realizado sobre la creación de mapas y habitaciones de forma aleatoria para el género de los *roguelikes*. Con toda esta información recogida y recopilada, debemos de elegir lo que queremos realizar en base a diferentes factoras como, por ejemplo, si el tamaño de dicho mapa siempre será el mismo o no, cómo y cuántas habitaciones queremos tener en cada mapa y el tipo de aleatoriedad que debamos de usar (completamente aleatorio o pseudo-aleatorio). Estas decisiones deben de concordar con los objetivos que nos hemos marcado anteriormente.

**Diseño de los mapas y las habitaciones** Una vez hayamos creado el análisis de requisitos y tengamos toda la información necesaria sobre la mesa, es hora de crear el diseño. Dicho diseño debe de ser fácilmente extendible para que la realización de pequeños cambios no sean un gran reto.

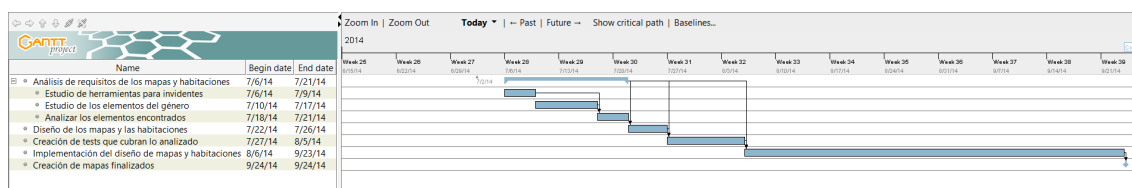


Figura 5.2: Diagrama de Gantt de la segunda iteración de la primera etapa

**Creación de tests que cubran lo analizado** Tal y como comentamos anteriormente a la hora de elegir la metodología 4.3, antes de ponernos con la programación, crearemos los tests que especifiquen y cumplan lo diseñado para, posteriormente, empezar con la parte de programación.

**Implementación del diseño de mapas y habitaciones** Con el diseño y los tests creados, es hora de la implementación del código analizado y diseñado.

#### 5.1.2.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

**WBS 2.1** Análisis de requisitos de los mapas y habitaciones.

**WBS 2.1.1** Estudio de diferentes algoritmos de creación aleatoria de mapas y habitaciones.

**WBS 2.1.2** Decisión sobre la estructura y tamaño a elegir en base al tipo del juego.

**WBS 2.2** Diseño de los mapas y las habitaciones.

**WBS 2.3** Creación de tests que cubran lo analizado.

**WBS 2.4** Implementación del diseño de mapas y habitaciones.

Para la realización de esta segunda iteración se planificaron 125 horas en total, las cuales fueron insuficientes para terminar todas las tareas asignadas inicialmente. Dado que la estimación inicial no fue correcta y no fuimos capaces de finalizar todo lo necesario, tuvimos que dejar la tarea de representar este mapa para la siguiente iteración. Ver la figura 5.2

#### 5.1.2.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Hemos conseguido generar mapas y habitaciones de manera aleatoria, pero todavía no mostrarlos en la interfaz de usuario. Uno de los puntos esenciales del género de los *roguelike* es su aleatoriedad y conseguir que los mapas puedan ser generados de esta forma es un primer gran punto.

### 5.1.2.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

En la siguiente iteración debemos de terminar lo que no hemos conseguido hacer en ésta, por lo que representar estos mapas en la interfaz gráfica toma prioridad. A continuación comenzaremos con la creación de objetos. Dichos objetos es otro de los puntos esenciales del género y poder crearlos de forma sencilla y que se muestren en el mapa es importante tenerlo lo antes posible.

## 5.2. Enero 2015 - Mayo 2015

Este periodo comienza el 2 de enero, tras los días libres de navidad y nuevo año, y termina el 31 de mayo, en el que pararemos para preparar los exámenes y volver a España por unos días. Por lo tanto, este periodo consta de un total de 21 semanas. Durante estas semanas he estado trabajando a tiempo completo y algunos días se los dediqué a estudiar para los exámenes, por lo que el tiempo semanal empleado fue de alrededor de 12 horas de media, aunque algunas de estas semanas fueron de más trabajo que otras y también hubo periodos de días libres, por lo que la cantidad de horas usadas diariamente no son las mismas durante todos estos meses. La cantidad de horas usadas con más detalle se dan en cada una de las iteraciones mencionadas a continuación.

En total, 170 horas fueron dedicadas para cumplir todas las tareas que teníamos preparadas para este sprint.

Durante el sprint nos hemos centrado en continuar lo realizado anteriormente y, en general, seguir con el desarrollo del juego en sí, centrándonos en los objetos, usuarios, enemigos e interfaz gráfica, pero dejando de lado el tema de las gramáticas para los siguientes sprints.

### 5.2.1. Primera iteración: mapas en IU, análisis, diseño, tests e implementación de los objetos

Esta primera iteración comienza el 2 de enero y termina el 4 de marzo, por lo que consta de unas 9 semanas en total.

**Mostrar los mapas y habitaciones en el interfaz de usuario** En la anterior fase implementamos los mapas, pero no los enseñamos en la interfaz de usuario. En esta ocasión debemos de acabar con esta tarea para terminar con todo lo relacionado con la creación de mapas y poder continuar con el resto de las tareas que teníamos planeadas desde un principio para este sprint.

**Análisis de requisitos para sobre los objetos** En un *roguelike* los objetos y la iteración con los mismos son primordiales (algunos roguelikes). Debemos de investigar qué objetos vamos a usar y cómo los representaremos en el mapa diseñado anteriormente.

**Crear un diseño simple sobre cómo los objetos interactuarán con el mapa** Crearemos un diseño genérico que nos permita añadir toda clase de objetos de manera sencilla.

**Creación de tests que cubran lo analizado** Al igual que antes, es necesario crear primero los tests en vez de empezar con la implementación del diseño directamente. En este caso también añadiremos tests que interactuen mapas y objetos para asegurarnos que no vamos a tener ningún error cuando combinemos ambos.

**Implementación de los objetos en el juego** Una vez realizado el análisis, el diseño y los tests, podremos implementar la solución encontrada.

#### 5.2.1.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

**WBS 1.1** Mostrar los mapas y habitaciones en el interfaz de usuario.

**WBS 1.2** Análisis de requisitos sobre los objetos.

**WBS 1.1.1** Buscar información sobre los diferentes tipos de objetos necesarios en el juego.

**WBS 1.1.2** Estudiar cómo estos objetos deben de interactuar con el mapa.

**WBS 1.1.3** Decidir y resumir lo encontrado.

**WBS 1.3** Crear un diseño simple sobre cómo los objetos interactuarán con el mapa.

**WBS 1.4** Creación de tests que cubran lo analizado.

**WBS 1.5** Implementación de los objetos en el juego y su asociación con el propio mapa y habitaciones.

Para la realización de la primera iteración del segundo bloque de trabajo se planificaron 55 horas en total. La estimación fue correcta y fue posible cumplirla, por lo que a principios de marzo tuvimos todas estas tareas terminadas. Ver la figura 5.3 para más información sobre la distribución de las mismas.

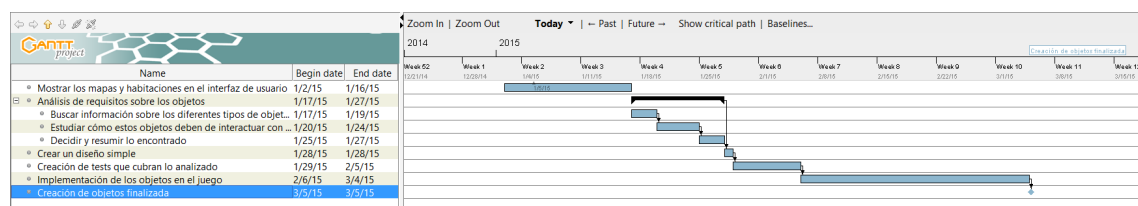


Figura 5.3: Diagrama de Gantt de la primera iteración de la segunda etapa

### 5.2.1.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Terminar la tarea restante que nos habíamos dejado del sprint anterior y permitir la realización de diferentes objetos (pociones, armas y armaduras) que los personajes podrán utilizar. También podemos representar dichos objetos en el mapa, además de que la creación de nuevos elementos sea muy sencilla gracias al diseño genérico.

### 5.2.1.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

La próxima iteración tendrá que ver con la creación de los personajes. Éste es uno de los pilares esenciales del género y la última pieza que nos falta para tener los elementos primordiales acabados. Por estos motivos es por los que hemos decidido hacerlo a continuación.

## 5.2.2. Segunda iteración: análisis, diseño, tests e implementación de los personajes

La segunda iteración comienza el 5 de marzo y acaba el 23 de mayo, contando con un total de 7 semanas de duración. Durante estas semanas la cantidad de horas trabajadas fue de 11 horas a la semana.

**Análisis de requisitos para sobre personajes** En el juego tendremos un personaje principal, que será controlado por el usuario, y una serie de enemigos con diferentes características que intentarán eliminarle y que el usuario deberá de batir para luchar por su objetivo y conseguir mejores objetos que le ayuden a avanzar en el juego. En esta tarea nos encargaremos de buscar información sobre el tipo de enemigos a crear y diferentes métodos para hacerlo de forma más genérica posible, dado que ser capaz de crear estos enemigos fácilmente es una característica muy importante.

**Creación del diseño de los personajes** Una vez hayamos realizado el análisis para obtener la idea de los enemigos y personajes a usar, es hora de crear el diseño. Tal y como

hemos comentado en el apartado de análisis, es necesario crear un diseño extendible donde para que aumentar el número de clases de enemigos sea lo más sencillo posible.

**Implementación de los tests** Como hasta ahora, antes de empezar con la implementación directamente, debemos de crear tests sobre ello, que nos indicará las características que deben de cumplir y nos ayudará a detectar fallos en la implementación desde el primer momento.

**Programación de lo diseñado y analizado previamente** Con el análisis, diseño y tests preparados, podremos realizar la tarea de implementación de la creación de personajes y enemigos. Inicialmente solamente contaremos con tres enemigos a batir que tienen diferentes estadísticas.

#### 5.2.2.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

**WBS 2.1** Análisis de requisitos sobre personajes (jugadores y enemigos)

**WBS 2.1.1** Buscar información sobre los diferentes tipos de enemigos a los que nos enfrentaremos.

**WBS 2.1.2** Estudiar cómo estos enemigos interactuarán con el mapa y los objetos creados anteriormente.

**WBS 2.1.3** Decidir y resumir lo encontrado.

**WBS 2.2** Crear un diseño para crear, fácilmente, nuevos enemigos que aparezcan aleatoriamente en el mapa.

**WBS 2.3** Creación de tests que cubran lo analizado.

**WBS 2.4** Implementación de los enemigos en el juego y su asociación con el propio mapa, habitaciones y objetos.

Para la realización de todas las tareas de este *sprint* se han asignado 80 horas en total, las cuales fueron suficientes para cubrir todo lo que se quiso realizar. Ver la figura 5.4 para más información sobre cómo se han dividido el número de horas por cada una de las tareas.

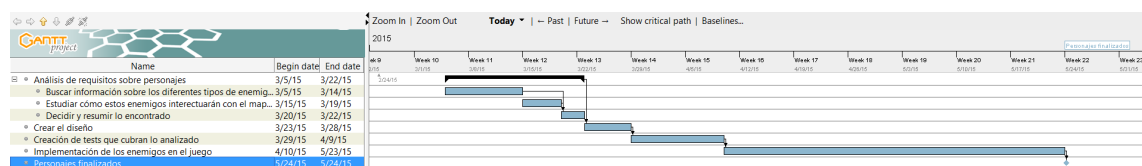


Figura 5.4: Diagrama de Gantt de la segunda iteración de la segunda etapa

### 5.2.2.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Al igual que con los objetos, hemos conseguido facilitar la creación de diferentes tipos de personajes, así como la representación del mapa de los mismos en la interfaz gráfica. Hemos creado un personaje principal (que será controlado por el usuario) y diferentes tipos de enemigos a los que enfrentarse (*goblins*, ratas y dragones). Ambos tipos (el personaje principal y los enemigos) se muestran en el mapa de forma diferente para que sea sencilla su identificación.

### 5.2.2.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

El estado del proyecto actualmente es bastante avanzado. Al final de este *sprint* tenemos el mapa creado aleatoriamente y en él podemos mostrar objetos y personajes con facilidad, además de que crear nuevos objetos o personajes es algo trivial. El siguiente paso consiste en que los personajes puedan interactuar con los objetos para que podamos realizar acciones como recoger objetos, equiparlos, tirarlos... El siguiente paso sería que los personajes interactúen entre sí para que sea posible que se ataquen entre ellos de diferentes maneras.

### 5.2.3. Tercera iteración: interacción entre personajes, tests e implementación

Esta última iteración de la sección, y la más corta, comienza el 24 de mayo y acaba el 31 del mismo mes, por lo que su duración es solamente de una semana, aunque es una semana que tenemos libre, por lo que las horas al día que empleamos en el proyecto es alrededor de 6 en vez de 1 o 2, que es lo que solíamos trabajar en las iteraciones anteriores.

En la segunda iteración de esta sección teníamos el objetivo de crear los personajes y enemigos y que éstos fueran capaces de ser representados en la interfaz gráfica. En este caso daremos un paso más allá y deberemos de añadir funciones para que dichos personajes puedan comunicarse y usar los objetos que hemos creado: crearemos un inventario para que puedan almacenarlos y, de tal modo, el usuario y enemigos puedan tener la habilidad de coger objetos (del mapa al inventario), tirarlos (del inventario al mapa), equiparlos (del



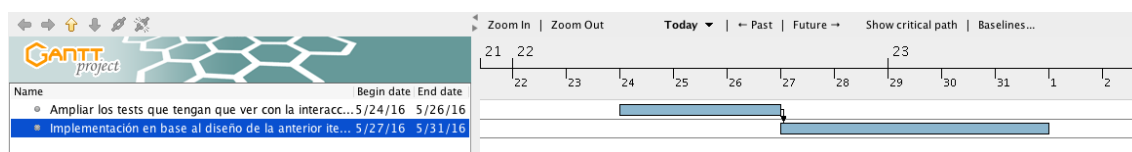


Figura 5.5: Diagrama de Gantt de la tercera iteración de la segunda etapa

inventario al personaje) y desequiparlos (del personaje al inventario). Cuando un personaje muera, los objetos se tirarán la mapa para que el resto puedan cogerlos.

**Ampliar los tests sobre la interacción entre los objetos y personajes** En la iteración anterior fuimos capaces de crear los personajes de forma genérica y en este caso deberemos crear nuevas funciones que ayuden a la interacción entre los objetos y los personajes, tal y como acabamos de describir.

**Implementación en base a los tests, análisis y diseño de la anterior iteración** El diseño y el análisis ya lo tenemos hecho y, una vez tengamos los tests creados, podremos realizar la implementación.

#### 5.2.3.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

**WBS 3.1** Ampliar los tests que tengan que ver con la interacción entre los objetos y personajes

**WBS 3.2** Implementación en base al diseño de la anterior iteración y los nuevos tests creados.

Al ser un pequeño sprint y teniendo más tiempo del normal, hemos sido capaces de terminarlo sin mayor problema. El diagrama de Gantt puede verse en la figura 5.5 y en él se indicará cómo hemos dividido estas dos tareas y cuánto tiempo dedicamos a cada una de ellas.

#### 5.2.3.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

En esta iteración hemos conseguido que los personajes y objetos interacciones de una forma básica, lo que nos permitirá, en un futuro, que los personajes utilicen estos objetos para interaccionar entre ellos mismos.

### 5.2.3.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

Aumentar esta interacción entre personajes. Por ejemplo, que un usuario pueda ser capaz de atacar a un personaje y que, dependiendo de los objetos equipados, el daño realizado sea mayor. También dedicaremos algo de tiempo en dar control al usuario, por lo que tendremos que diseñar la manera de que el usuario pueda decidir moverse, atacar, coger un objeto del mapa, etc. y pensar la manera de distribuir todas estas teclas.

## 5.3. Septiembre 2015 - Abril 2016

Este periodo empieza el 1 de septiembre, tras un breve descanso en verano, y termina el 31 de abril. Durante este tiempo hemos empleado más tiempo que anteriormente en el proyecto y desarrollando mucho más que durante las iteraciones anteriores (alrededor de 20 horas a la semana durante todos estos meses). También hemos buscado *feedback* sobre lo que hemos realizado y, una vez recibido, también tuvimos tiempo disponible para poder tenerlo en cuenta e implementarlo durante las últimas iteraciones de este sprint asegurarnos, de este emodo, de que lo que hemos realizado es aceptado por la comunidad.

Tal y como se puede calcular, este periodo consta de un total de 34 semanas, siendo el periodo más largo de todos los que hemos tenido hasta ahora.

En total, 680 horas fueron dedicadas para este sprint.

### 5.3.1. Primera iteración: Aumentar interacción entre objetos, mapas y personajes, añadir movimiento para el jugador

Esta primera iteración da comienzo el 1 de septiembre y acaba el 5 de octubre. Su duración total es de 5 semanas.

**Aumentar la interacción entre objetos, personajes y mapa** Hasta el momento tenemos el mapa, objetos y personajes, pero debemos de ser capaces de interactuar completamente (sobre todo entre los personajes, dado que entre personajes y objetos ya lo hemos realizado en iteraciones anteriores) y aumentar en características. Por ejemplo añadiendo puertas entre habitaciones que también se muestren en el mapa, que los personajes puedan atacarse entre sí (teniendo en cuenta las armaduras y armas que llevan) y la creación de un campo de visión para que el usuario solamente pueda ver lo que hay a su alrededor y no todo el mapa, habitaciones, objetos y enemigos que se han generado.

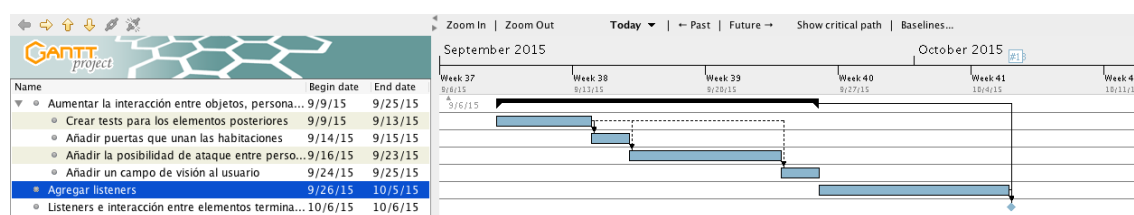


Figura 5.6: Diagrama de Gantt de la primera iteración de la tercera etapa

**Agregar *listeners* para que el jugador pueda decidir lo que hacer** En este momento el jugador no puede hacer nada, dado que no hemos creado un sistema para que el usuario pueda moverse o atacar. Ahora es el momento de introducir los elementos necesarios para que nos podamos mover por el mapa y realizar todas las acciones implementadas anteriormente con nuestro personaje.

#### 5.3.1.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

**WBS 1.1** Aumentar la interacción entre objetos, personajes y mapa.

**WBS 1.1.1** Crear tests para los elementos posteriores

**WBS 1.1.2** Añadir puertas que unan las habitaciones para que el jugador pueda pasar de habitación a habitación.

**WBS 1.1.3** Añadir la posibilidad de ataque entre personajes.

**WBS 1.1.4** Añadir un campo de visión al usuario para que no sea capaz de ver todo el mapa, pero solamente cierta área a su alrededor.

**WBS 1.2** Agregar *listeners* para que el jugador pueda decidir lo que hacer.

Hemos asignado 100 horas para la estimación de este *sprint*, las cuales cumplimos sin problema. Ver la figura 5.6 para ver el diagrama de Gantt y obtener más información sobre la división de las tareas de forma más detallada.

#### 5.3.1.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Al acabar esta iteración tenemos lo básico de un juego: el usuario puede moverse por el mapa usando el teclado, coger objetos y combatir enemigos (aunque estos enemigos todavía no tienen inteligencia artificial, por lo que no se mueven) e ir de habitación en habitación.

### 5.3.1.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

En la próxima iteración deberemos terminar lo básico del juego para poder empezar a diseñar la parte de las gramáticas y la generación automática de frases. Para ello tendremos que implementar el sistema de portales (que nos transportarán a un mapa completamente diferente, consiguiendo puntos de esta manera), añadir básica inteligencia artificial a los enemigos e incorporar la opción de cambiar el color de la interfaz de usuario para que se adapte a los jugadores daltónicos, tal y como hemos explicado en la sección 2.3.5

### 5.3.2. Segunda iteración: Diseño e implementación de los portales, IA de los enemigos y accesibilidad para daltónicos

Esta segunda iteración comienza el 6 de octubre y termina el 8 de noviembre, con 4 semanas y media para su completa realización.

**Diseño e implementación de los portales** El sistema de portales fue la idea principal que tuvimos para crear un sistema de puntuación y progreso para el usuario. El objetivo está en encontrar el portal dentro del mapa y, una vez encontrado, un nuevo mapa será generado, con otro portal en una posición diferente a la anterior. De esta manera, la meta del juego se centra en derrotar enemigos (consiguiendo mejores armas y armaduras en el proceso) para encontrar el mayor número de portales posibles, consiguiendo así mejor puntuación. Deberemos de diseñar e implementar estos portales en esta iteración, dado que otorgará de un objetivo al juego.

**Añadir inteligencia artificial** Dependiendo del enemigo al que nos enfrentemos, éste se comportará de forma distinta. Habrá enemigos que sean activos y vayan contra el usuario, mientras que otros serán pasivos y no querrán atacar al usuario. Puede ser que en el futuro queramos incrementar el número de este tipo de comportamientos, por lo que deberemos de diseñarlo de la mejor forma.

**Añadir opciones para cambiar el color de la interfaz gráfica** El punto central de este proyecto es la accesibilidad e incluir una opción para que daltónicos puedan disfrutar de nuestro juego es decisivo.

#### 5.3.2.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

**WBS 2.1** Diseño e implementación de los portales.

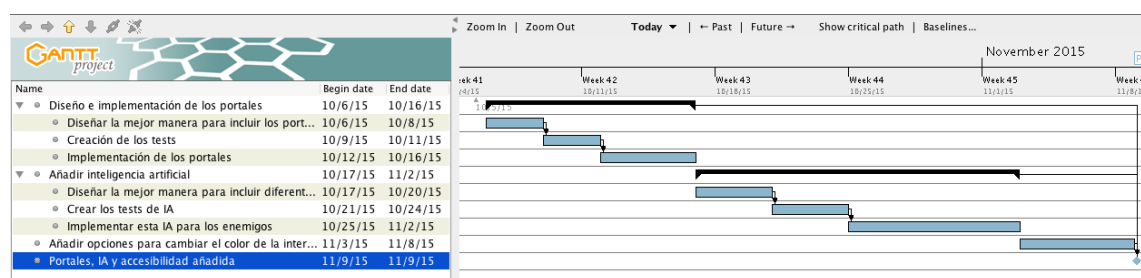


Figura 5.7: Diagrama de Gantt de la segunda iteración de la tercera etapa

**WBS 2.1.1** Diseñar la mejor manera para incluir los portales en nuestro diseño (en el análisis es algo que se había considerado hacer).

**WBS 2.1.2** Creación de los tests.

**WBS 2.1.3** Implementación de los portales.

**WBS 2.2** Añadir inteligencia artificial.

**WBS 2.2.1** Diseñar la mejor manera para incluir diferentes tipos de IA.

**WBS 2.2.2** Crear los tests de IA.

**WBS 2.2.3** Implementar esta IA para los enemigos.

**WBS 2.3** Añadir opciones para cambiar el color de la interfaz gráfica para usuarios daltónicos

48 horas fueron las que creímos suficientes para la estimación del *sprint* y que fueron necesarias para la conclusión del mismo con todas las tareas terminadas. Ver la figura 5.7 como referencia para recabar más información sobre la distribución de las tareas mencionadas en este *sprint*.

#### 5.3.2.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Con esta última iteración tenemos la parte básica del juego completada. Hay un objetivo, enemigos con IA que deberemos de batir, diferentes objetos que podemos coger, puertas que conectan distintas habitaciones y varias acciones que se pueden realizar y que nos permitirán interactuar con el resto de elementos que acabamos de mencionar.

#### 5.3.2.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

Con el juego en sí completado (o por lo menos la parte primordial), es hora de empezar a analizar y diseñar la parte de la generación automática del lenguaje y estudiar su relación con lo que ya tenemos terminado.

### 5.3.3. Tercera iteración: Análisis, diseño básico y comienzo de la implementación de las gramáticas

Esta segunda iteración comienza el 9 de noviembre y termina el 31 de diciembre, con 6 semanas y media para su finalización.

**Análisis de las gramáticas** Una parte muy importante del juego es crear frases que sean generadas de forma automática y pseudo-aleatoria en base a una serie de gramáticas y diccionario dado. Si conseguimos realizar esto, traducir nuestro juego a diferentes idiomas sería trivial (solamente tendríamos que cambiar la gramática en caso de que en dicho idioma sea diferente y traducir el diccionario empleado). Para ello tendremos que investigar cómo podemos hacerlo en nuestro caso de la manera más genérica posible y cómo han solventado este problema otros proyectos similares.

**Diseño general sobre la generación del lenguaje** Una vez hemos analizado y decidido lo que debemos de realizar, crearemos un diseño lo más simple y adaptable posible para la generación de dichas frases en base a las gramáticas dadas. El objetivo primordial es que la traducción y la adición de nuevas palabras sea lo más fácil posible para que añadir variedad sea una tarea sencilla.

**Creación de gramáticas y diccionarios base** Para empezar el desarrollo necesitamos tener una gramática y diccionario base con lo que poder ver los diferentes resultados obtenidos. Empezaremos con gramáticas y diccionarios en inglés, dado que sus restricciones son más fáciles que en otros idiomas.

#### 5.3.3.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

**WBS 3.1** Análisis de las gramáticas.

**WBS 3.1.1** Leer la información que existe sobre la generación automática de lenguaje.

**WBS 3.1.2** Estudiar cómo lo podemos implementar en nuestro proyecto con lo ya existente.

**WBS 3.1.3** Tomar la decisión en base a lo encontrado y sentar las bases sobre ello.

**WBS 3.2** Diseño general sobre la generación del lenguaje y cómo las gramáticas interactuarán con nuestro programa.

**WBS 3.3** Creación de gramáticas y diccionarios base para tener una base con lo que testar lo que implementaremos.

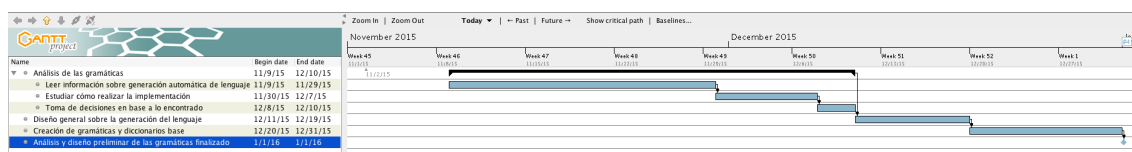


Figura 5.8: Diagrama de Gantt de la tercera iteración de la tercera etapa

Hemos reservado 130 horas para esta iteración y hemos conseguido terminar todas las tareas asignadas a tiempo. Ver la figura 5.8 para ver el diagrama de Gantt asociado y obtener más información sobre esta iteración.

### 5.3.3.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Hemos sentado las bases de lo que queremos implementar con las gramáticas en un futuro y hemos empezado a crear gramáticas y diccionarios en inglés que iremos ampliando y que servirán de base para el resto de idiomas.

### 5.3.3.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

En la siguiente iteración empezaremos creando los tests para definir cómo las frases automáticas deben de generarse y empezaremos con el desarrollo de lo que hemos investigado en esta iteración.

### 5.3.4. Cuarta iteración: Análisis, diseño y comienzo de la implementación de las gramáticas

Esta segunda iteración comienza el 1 de enero y termina el 14 de enero. Es decir, solamente durará 2 semanas.

**Análisis sobre cómo crear las gramáticas NP** Las gramáticas NP<sup>1</sup> son básicas para describir substantivos usando, solamente determinantes y adjetivos, pero no iguales en todos los idiomas (por ejemplo, su orden cambian entre inglés y castellano o gallego). Debemos de estudiar qué planteamientos existen que faciliten su implementación de la forma más genérica posible.

**Diseño de las gramáticas NP** Las frases de sintagma nominal serán las más usadas dentro de nuestro juego. No solamente serán utilizadas para la generación de las frases,

<sup>1</sup>Gramáticas de sintagma nominal.

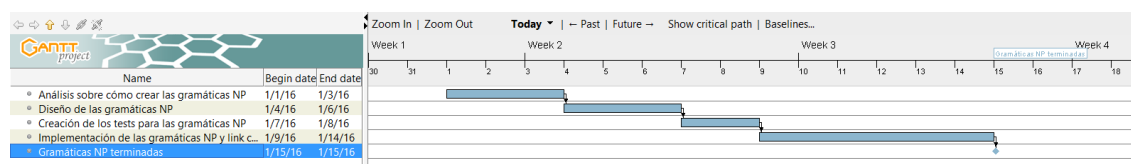


Figura 5.9: Diagrama de Gantt de la cuarta iteración de la tercera etapa

pero también a la hora de representar los elementos en la interfaz de usuario. Por ello debemos de crearlas de la forma más extendible y accesible que podamos.

**Creación de los tests para las gramáticas NP** Al igual que en otras iteraciones, realizamos los tests antes de empezar con ningún tipo de implementación para tener una base sobre cómo las funciones y clases deben de comportarse.

**Implementación de las gramáticas NP** Con los tests realizados, debemos de empezar con la implementación. Tenemos que tener en cuenta que hay que ser capaces de sustituir las clases de palabras por las palabras en sí que se encuentran en el diccionario. También hay que tener en cuenta las restricciones posibles. Por el momento solamente contamos con las restricciones que existen en inglés. Es decir, restricciones en número.

#### 5.3.4.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

**WBS 4.1** Análisis sobre cómo crear las gramáticas NP de forma genérica y fácilmente extendibles para otros idiomas.

**WBS 4.2** Diseño de las gramáticas NP.

**WBS 4.3** Creación de los tests para las gramáticas NP.

**WBS 4.4** Implementación de las gramáticas NP y *link* con el diccionario.

Hemos reservado 40 horas para esta iteración y terminamos todas las tareas a tiempo. Ver la figura 5.9 para más información y para ver el diagrama de Gantt que muestra la distribución de tiempo durante estas semanas para estas tareas.

#### 5.3.4.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Al finalizar esta iteración hemos conseguido generar sintagmas nominales de forma pseudo-aleatoria que recogen la información en las gramáticas y diccionarios dados. De



momento esto solamente está disponible en inglés, pero su implementación en otros idiomas es sencillo y será algo que se realizará en iteraciones posteriores.

#### 5.3.4.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

Aumentar lo que las gramáticas pueden generar para que lo que generamos no solamente sean sintagmas nominales, pero también frases que usen estos sintagmas nominales. De esta forma podríamos crear todo tipo de clases que serían capaces de describir todo lo que tenemos en nuestro juego sin problema.

#### 5.3.5. Quinta iteración: Análisis, diseño e implementación de las gramáticas y frases más complejas

Esta segunda iteración comienza el 15 de enero y termina el 29 de enero. Es decir, tiene 2 semanas y media de duración, un poco más que la anterior.

**Análisis sobre cómo crear las gramáticas complejas de forma genérica** Una vez somos capaces de crear sintagmas nominales, deberemos de ser capaces de combinarlos con otros elementos del lenguaje como verbos para crear frases que sean capaces de describir todo lo que realmente deseamos. Deberemos de analizar las diferentes formas de hacer esto.

**Diseño de dichas gramáticas** Una vez hemos analizado y decidido los pasos que vamos a seguir, nos quedará realizar el diseño del mismo.

**Creación de los tests para las gramáticas complejas** Al igual que en las veces anteriores, tendremos que crear los tests antes de empezar con la implementación para estar seguros de que lo que implementamos sea coherente con lo que queremos realizar.

**Implementación y *link* con el diccionario** Implementar las gramáticas más complejas que se comuniquen con las gramáticas NP y nos permitan generar frases que describan lo que ocurre en el juego de forma aleatoria y automática.

##### 5.3.5.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

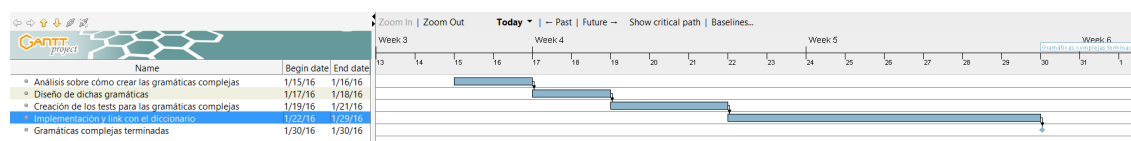


Figura 5.10: Diagrama de Gantt de la quinta iteración de la tercera etapa

**WBS 5.1** Análisis sobre cómo crear las gramáticas complejas de forma genérica, extendibles para otros idiomas y que hagan uso de las NP.

**WBS 5.2** Diseño de dichas gramáticas.

**WBS 5.3** Creación de los tests para las gramáticas complejas, al igual que su relación con las NP y diccionario.

**WBS 5.4** Implementación y *link* con el diccionario.

Hemos reservado 48 horas para esta iteración y la hemos acabado a tiempo. En la figura 5.10 se muestra el diagrama de Gantt de esta iteración.

#### 5.3.5.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Tener gramáticas que generen frases de manera pseudo-aleatoria para todas las descripciones que contemplamos actualmente en el juego. Estas nuevas gramáticas utilizan lo creado en la iteración anterior para formar frases complejas. También hemos aumentado el tipo de palabras a usar (ahora incluimos verbos y una mayor cantidad de adjetivos y sustantivos), por lo que el diccionario en inglés va creciendo. En esta iteración todavía no hemos añadido diccionarios o gramáticas en otros idiomas.

#### 5.3.5.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

Las frases son generadas, pero todavía no las mostramos en ninguna parte de la interfaz gráfica, por lo que el jugador no puede ni verla ni escucharla. En el siguiente *sprint* tenemos que añadir esta opción, además de añadir otros idiomas (es decir, añadir las gramáticas y diccionarios) como el gallego y español, lo que significará añadir las restricciones adicionales que tienen de género.

### 5.3.6. Sexta iteración: Implementación de las restricciones, gallego y castellano, creación de la interfaz de usuario para con las frases generadas y primer vídeo

La sexta iteración dará comienzo el 30 de enero y terminará el 6 de febrero, por lo que solamente tiene 1 semana de desarrollo, una de las más cortas del todo el proyecto, pero fue una semana de 8 horas al día en la práctica, por lo que en total fueron 56 horas de trabajo en la misma.

#### **Creación de la interfaz de usuario para mostrar las frases generadas al usuario**

Hasta ahora somos capaces de generar frases que describan lo que sucede en el juego, pero no las mostramos. Ahora es el momento de mostrar en una ventana la frase generada (similar a un *popup*).

**Implementación de las restricciones para el resto de idiomas** En inglés solamente tenemos la restricción en número entre palabras, pero otros idiomas, como el castellano o gallego, tienen otras restricciones adicionales como la restricción en género. Tenemos que tener esto en cuenta e introducirlo en el código.

**Añadir gramáticas y diccionarios para gallego y castellano** La idea desde un principio fue en tener el proyecto en la mayor cantidad posible de idiomas, por lo que añadirlo en gallego y castellano es importante. Para ello tendremos que traducir las gramáticas y diccionarios a ambos idiomas y crear una opción para elegir su uso en un fichero de configuración.

**Añadir las teclas necesarias para mostrar las descripciones del inventario y ambiente** El usuario podrá pedir que se genere una frase que describa algo en concreto. Se debería de realizar en base a lo que está especificado en el diagrama de casos de uso.

**Crear primer vídeo para recibir *feedback*** Al terminar esta iteración tendremos la base del proyecto completada. Por ello crearemos un vídeo mostrando el punto en el que estamos y con el que recibiremos comentarios con los que podremos crear mejoras en las futuras iteraciones <sup>2</sup>.

#### 5.3.6.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

---

<sup>2</sup><https://www.youtube.com/watch?v=RgND1IGZ-68>

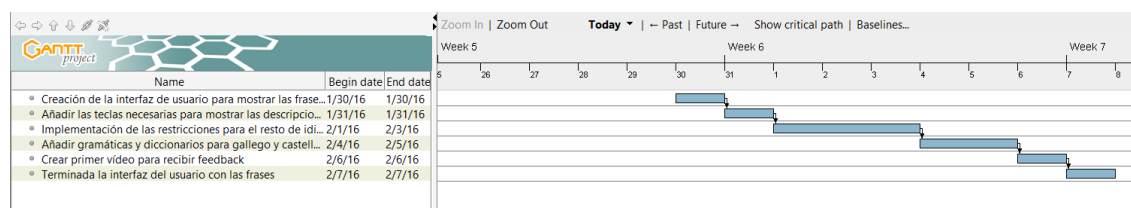


Figura 5.11: Diagrama de Gantt de la sexta iteración de la tercera etapa

- WBS 6.1** Creación de la interfaz de usuario para mostrar las frases generadas al usuario.
- WBS 6.2** Añadir las teclas necesarias para mostrar las descripciones del inventario y ambiente, tal y como está definido en el diagrama de casos de uso.
- WBS 6.3** Implementación de las restricciones para el resto de idiomas.
- WBS 6.4** Añadir gramáticas y diccionarios para gallego y castellano.
- WBS 6.5** Crear primer vídeo para recibir *feedback*.

En la figura 5.11 se muestra el diagrama de Gantt de esta iteración. Hemos reservado, tal y como ya hemos comentado, 56 horas, que fueron suficientes para terminar todas las tareas mencionadas. En dicha figura mostraremos la distribución del tiempo que hemos pasado en cada una de las tareas.

#### 5.3.6.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Terminar el funcionamiento básico de las gramáticas en dos idiomas adicionales (inglés, español y gallego), generando las frases necesarias para que el usuario tenga toda la información necesaria y creando un vídeo que nos ayudará a mostrar el funcionamiento del juego a toda la gente interesada par que poder mejorarlo en base a sus comentarios.

#### 5.3.6.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

Debemos de esperar por los comentarios recibidos en el vídeo y, mientras, podremos mejorar diferentes aspectos y características del juego haciendo las tareas que tenemos en el *backlog*.

#### 5.3.7. Séptima iteración: Resolución de bugs detectados y añadidas pequeñas funcionalidades

La séptima iteración empieza el 7 de febrero y acaba el 21 de febrero, con una duración de 2 semanas, volviendo a las 20 horas de trabajo por semana y 40 horas en total para la

iteración. Se han decidido dar un par de semanas de margen para poder leer y recopilar el *feedback* recibido de la iteración anterior.

**Solucionar bug donde la pantalla no se refresca** En algunas ocasiones y al realizar ciertas acciones, la interfaz gráfica no se actualiza hasta la siguiente acción. Tenemos que solucionar este problema para que lo que se muestre siempre sea lo más nuevo y no haya ningún tipo de retraso.

**Cambiar las teclas que usamos por defecto** Las teclas que tenemos por defecto no son del todo intuitivas. Debemos de cambiarlo para que tengan más sentido.

**Hacer los adjetivos que definen los personajes variables** Si un enemigo tiene poca vida y el personaje que controla el usuario tiene mucha más vida, habrá la posibilidad de que el adjetivo a usar sobre el enemigo sea “pequeño”, “insignificante”... mientras que si es al revés, se usará “grande”, “poderoso”, de forma que se verá al enemigo de forma diferente.

**Añadir opción para que las descripciones sean descriptivas o numéricas** Cuando escuchamos una descripción, a veces queremos que dicha descripción sea numérica, es decir, que mencione exactamente la vida o posición de los personajes. Otras veces deseamos que esto no sea así y que todas las descripciones se hagan de una forma más poética y se usen palabras para las definiciones. Crearemos una opción en la que el usuario será capaz de seleccionar lo que prefiera.

#### 5.3.7.1. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas es la siguiente:

**WBS 7.1** Solucionar bug donde la pantalla no se refresca cuando es necesario.

**WBS 7.2** Cambiar las teclas que usamos por defecto.

**WBS 7.3** Cambiar los adjetivos que definen los personajes dependiendo de la vida de dichos personajes.

**WBS 7.4** Añadir opción para que las descripciones sean descriptivas o numéricas, dependiendo de lo que el usuario desee.

En la figura 5.12 se muestra el diagrama de Gantt de esta iteración.

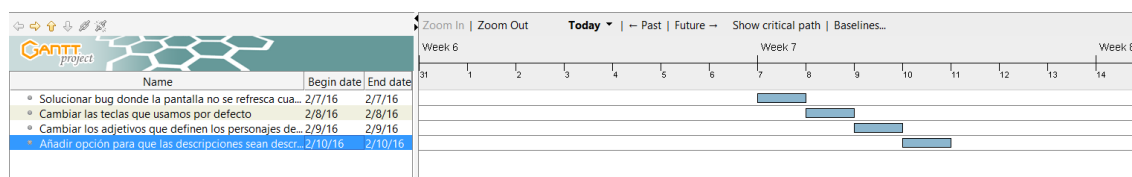


Figura 5.12: Diagrama de Gantt de la séptima iteración de la tercera etapa

### 5.3.7.2. Qué hemos conseguido en esta iteración

Mejorar el juego en diferentes aspectos al añadir nuevas funcionalidades que afectarán directamente al jugador y solucionar algunos de los *bugs* que fueron detectados mientras jugábamos.

### 5.3.7.3. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

El día 19 de febrero es cuando recibimos el feedback que presentamos en la anterior iteración, así que crearemos un sprint donde podamos analizarla e implementar los cambios que nos piden.

## 5.3.8. Octava iteración: Implementación en base al *feedback* recibido

En esta iteración implementaremos los cambios más importantes sobre el *feedback* recibido. Dado que estos comentarios pueden llevar bastante tiempo (quizás haya más cambios o los realizados desencadenan más ideas a implementar), es mejor terminarlos en menor tiempo posible para poder recibir *feedback* más rápidamente. Por este motivo esta iteración contará solamente con 4 días y 20 horas en total, empezando el 22 y acabando el 26, que es cuando crearemos un nuevo vídeo con los cambios realizados durante las últimas dos iteraciones.

### 5.3.8.1. Feedback recibido

Todo este feedback es el recibido por parte de mis supervisores que a su vez se basaron en lo que ellos mismos y otros usuarios les han comentado.

**Tener en cuenta la persistencia del tiempo** Si matamos a un enemigo, sería una buen adición que las descripciones lo tuvieran en cuenta. Por ejemplo a la hora de enumerar los elementos que hay alrededor del usuario, se podría comentar que también se encuentra un “goblin” muerto.

**Cambiar el sistema de salida de las frases generadas** Hasta ahora, cada vez que una frase era generada (tanto a petición del usuario o en base a algo que ha sucedido en el juego), mostrábamos una nueva ventana con dicha frase, que tendríamos que cerrar en cada ocasión. Esto es un inconveniente para aquellas personas que sí pueden ver y no quieren ser molestados por este tipo de ventanas y para los usuarios invidentes tampoco es la mejor solución disponible, dado que no es lo que se suelen encontrar en otros juegos del género. Lo que mayoría de juegos usan es una *textarea*, es decir, una ventana aparte donde se vaya almacenando todas las frases generadas, de tal forma que siempre podemos volver a ella cuando queramos y servirá como un log. Lo importante está en cambiar el “foco” del juego a esta ventana cada vez que una frase sea generada para que el lector sea capaz de leerla.

**Pequeños cambios en los adjetivos usados** En algunas ocasiones usábamos adjetivos poco comunes a la hora de definir ciertos nombres. Tenemos que cambiarlo para que dichos adjetivos tengan sentido.

**Adición de niveles y experiencia** Los enemigos, armas y el propio usuario deberían de tener niveles para que el juego escale en dificultad. Cada vez que se destruye un enemigo, el personaje del usuario ganará una serie de puntos que serán usados para subir niveles y, a su vez, cambien el tipo de enemigos a los que se enfrentarán para que la progresión tenga sentido.

**Cambio en la aleatoriedad** Hasta ahora, todo lo generado era aleatorio (el tipo de enemigos que nos encontrábamos, los objetos que soltaban, los propios objetos encontrados...). Es mejor que esta aleatoriedad venga dada por el nivel del usuario para que el juego escale mejor en dificultad. Esto se explica con mayor profundidad en la sección: ??.

**Evitar la repetitividad** Algunas de las frases que generamos tienden a ser bastante repetitivas (el héroe desequipa la espada, el héroe desequipa la armadura...), en vez de tener un lenguaje más natural (el héroe desequipa la espada, la armadura...). Esto sucede en un par de casos y debemos de tratarlo.

**Darle nombre al héroe** Siempre nos referimos al personaje que controla el usuario como “héroe” o por su pronombre (“él”). Podríamos darle un nombre o dejar que el usuario elija para dar una mayor variedad.

**Mostrar una serie de estadísticas al cambiar de mazmorra** Cuando pasamos de una mazmorra a otra usando el portal, podríamos mostrar una serie de estadísticas de los

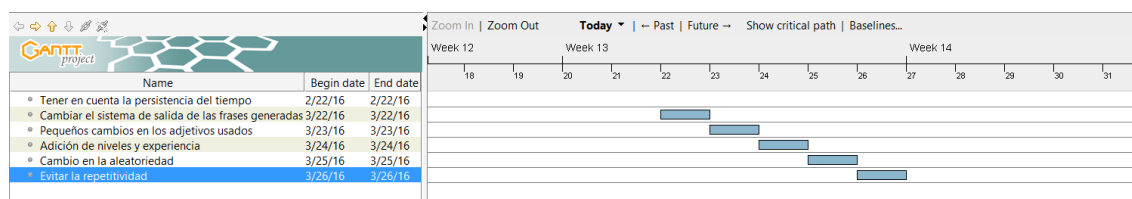


Figura 5.13: Diagrama de Gantt de la octava iteración de la tercera etapa

enemigos batidos, la cantidad de experiencia obtenida, el nivel actual del usuario...

A mayores, crearemos otro vídeo informando sobre los cambios que hemos realizado en base a estos comentarios <sup>3</sup>.

### 5.3.8.2. Tareas y seguimiento

La descomposición de las tareas que realizaremos este *sprint* es la siguiente:

**WBS 8.1** Tener en cuenta la persistencia del tiempo.

**WBS 8.2** Cambiar el sistema de salida de las frases generadas.

**WBS 8.3** Pequeños cambios en los adjetivos usados.

**WBS 8.4** Adición de niveles y experiencia.

**WBS 8.5** Cambio en la aleatoriedad.

**WBS 8.6** Evitar la repetitividad.

En la figura 5.13 se muestra el diagrama de Gantt de esta iteración.

### 5.3.8.3. Qué hemos conseguido en esta iteración

Hemos conseguido implementar los cambios más importantes en base a los comentarios recibidos, teniendo así un juego mucho más sólido y adaptado a lo que la comunidad ha considerado más importante.

### 5.3.8.4. Qué queremos conseguir en la próxima iteración

En la próxima iteración, que será la última, tendremos que seguir implementando algunas de las tareas que se encuentran en el *backlog* y debemos de tener en cuenta el *feedback* del resto de usuarios, así como el que recibamos de esta iteración. Las tareas que no vayamos a

<sup>3</sup><https://www.youtube.com/watch?v=3lS0WFrwOeQ>



---

implementar porque no son completamente necesarias deberán de añadirse al *backlog* para que otros desarrolladores o nosotros mismos podamos tenerlas en cuenta en el futuro.



## Capítulo 6

# Análisis de Requisitos globales

En este capítulo explicaremos el proceso de análisis de requisitos llevados a cabo para la elaboración de la aplicación y toda la información recibida por la comunidad así como las decisiones tomadas en base a otros proyectos similares al nuestro.

### 6.1. Consultas con la comunidad

A la hora de realizar las consultas con la comunidad hemos decidido ir a una charla de la ONCE para recabar información sobre las dificultades que los invidentes se encuentran a la hora de utilizar diferentes dispositivos y programas. También hemos preguntado a personas daltónicas para que nos guiaran sobre cómo se deberían de realizar juegos sin que ellos se vean afectados por su diseño.

Ambas consultas, así como el resultado obtenido de las mismas, se han especificado en la sección [2.3](#)

#### 6.1.1. Resumen de las peticiones recibidas

**Fácil cambio de color de la interfaz** La interfaz gráfica tendrá diferentes colores que diferencien los distintos tipos de enemigos y elementos del juego. Tal y como hemos mencionado en la sección [2.3.6](#), deberíamos de tener esto en cuenta a pesar de que dichos elementos son fácilmente diferenciables.

**Descripciones automáticas de todos los elementos posibles** Las personas invidentes necesitan tener un feedback auditivo para saber qué es lo que está sucediendo y así poder tomar una decisión razonada en base a la situación en la que se encuentran. Debemos de generar estas descripciones de mejor manera posible para que no sean repetitivas.

**Diferentes idiomas** Al ser un videojuego en el cual el idioma es esencial, debemos de tener en cuenta la inclusión de otras lenguas.

**Multiplataforma** Tal y como mencionamos en la introducción, nuestro software debe de poder ser ejecutado en varios sistemas operativos (Linux, Mac OS, Windows...).

## 6.2. Análisis de los elementos del juego

Al ser un *roguelike*, debemos de incluir lo básico del género (aleatoriedad, dificultad, progreso, etc.). Los detalles de los mismos, así como lo que hemos introducido en el proyecto sobre ellos, se encuentran en la sección [2.2](#).

## 6.3. Requisitos del aplicativo

Con toda la información obtenida y analizada, creamos una lista con los casos de uso que nuestro proyecto debe de cumplir.

- **Movimiento** Un usuario siempre será capaz de moverse con su personaje a una posición válida.
- **Ataque normal** Cuando el personaje está en la misma posición que un enemigo, éste será capaz de atacar cuerpo a cuerpo.
- **Ataque mágico** Cuando el personaje está a una distancia determinada del enemigo, éste será capaz de realizar un ataque mágico, siempre y cuando tenga suficiente mana para el mismo.
- **Coger elemento** En las habitaciones del mapa habrá varios objetos que se pueden recolectar, así como enemigos que soltarán diferentes objetos.
- **Equipar elemento** Poder equipar un objeto que está en el inventario a nuestro personaje, siempre y cuando no tengamos un mismo objeto ya equipado.
- **Desequipar elemento** De la misma manera, podremos desequipar un objeto que tenemos equipado mientras tengamos espacio en el inventario.
- **Tirar elemento** En algunas ocasiones el jugador no tendrá suficiente espacio para almacenar nuevos elementos, por lo que se podrá tirar objetos del inventario para hacer hueco a aquellos nuevos que queramos recoger.

- **Descripciones** Durante el transcurso del juego podremos generar diferentes descripciones dependiendo de lo que queramos saber. Por ejemplo lo que el usuario tiene en el inventario, las posiciones a las que nos podemos mover, la descripciones de los enemigos a los que nos enfrentamos, etc.
- **Activación de descripciones numéricas** Algunas de las descripciones nos comentarán posiciones o características de los enemigos que podremos querer escuchar numéricamente (por ejemplo la cantidad de vida de un cierto monstruo) o con palabras (mucha, poca, bastante...), dependiendo de lo que prefiramos.
- **Cambio de colores** Para gente que es daltónica hemos incluido una opción para cambiar el color de la interfaz gráfica.

Al realizar algunas de estas acciones (coger, equipar, desequipar y tirar un objeto, moverse y atacar), un turno será consumido. Al consumir un turno los enemigos realizarán el suyo, por lo que el jugador puede ser atacado o enemigos pueden acercarse a él.

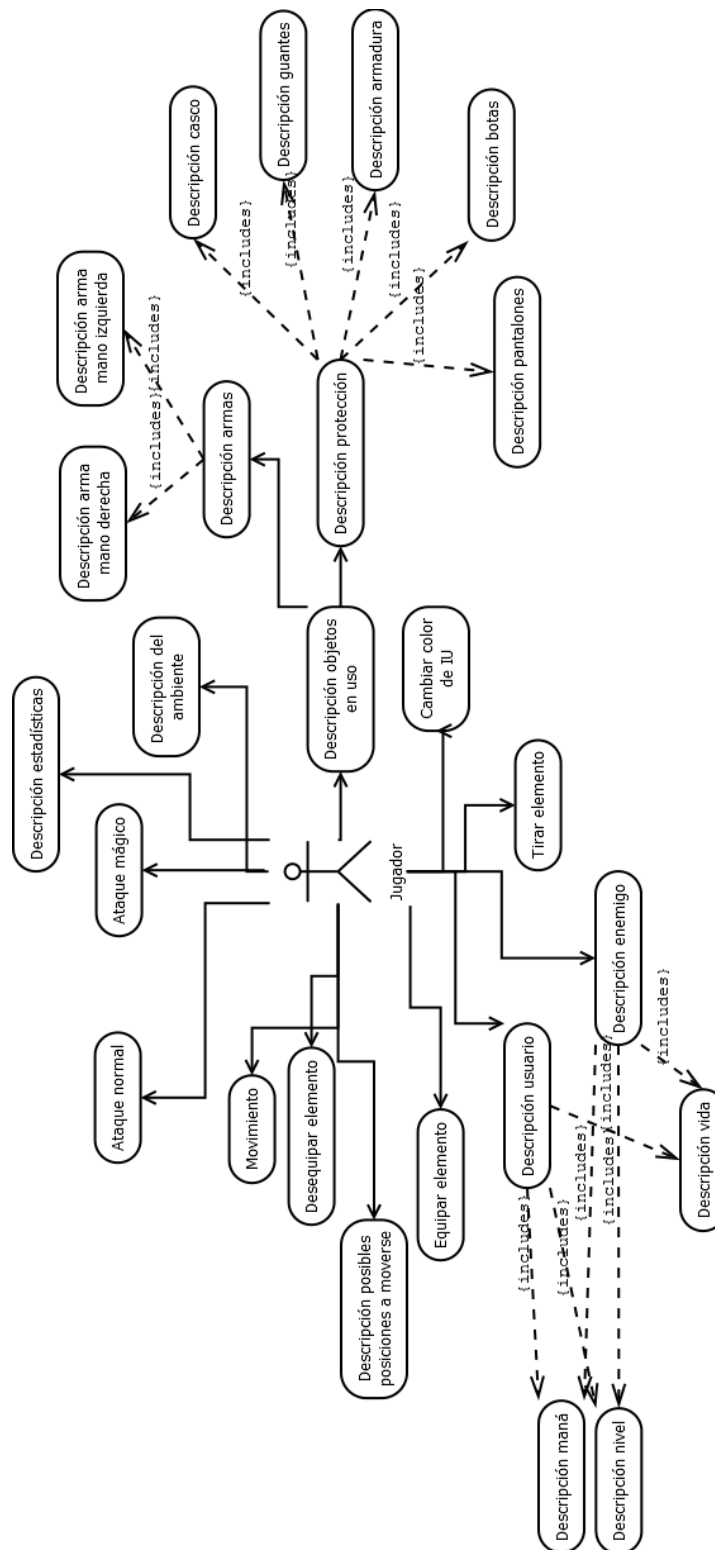


Figura 6.1: Diagrama UML de casos de uso del proyecto

## Capítulo 7

# Diseño e Implementación

En este capítulo mostraremos los detalles del diseño y la implementación de diferentes partes del proyecto.

### 7.1. Gramáticas y frases

La parte de la generación automática de frases y definición de gramáticas es la más relevante del proyecto y la que la diferencia del resto de juegos de similares características. Por ello consideramos esencial mostrar su funcionamiento.

Tal y como se muestra en la figura ??, la parte esencial de esta sección consta de seis clases, cuyo funcionamiento detallaremos a continuación.

#### 7.1.1. Explicación general del funcionamiento

Tenemos dos clases (GrammarSelectorS y GrammarSelectorNP) que se encargan de generar las frases de manera aleatoria en base al nombre o nombres sobre los que queremos obtener dicha frase. La clase GrammarSelectorNP crea sintagmas nominales mientras que GrammarSelectorS crea frases usando dichos sintagmas nominales. Ambas usan diccionarios y gramáticas en un idioma en concreto especificado en el archivo de configuración *language.properties*:

```
language=EN
```

Parte de la dificultad de generar estas frases está en que todos los elementos de la misma deben de coincidir en base a las restricciones del propio idioma. Por ejemplo, los nombres, verbos y determinantes de una frase en español deben de coincidir en género y

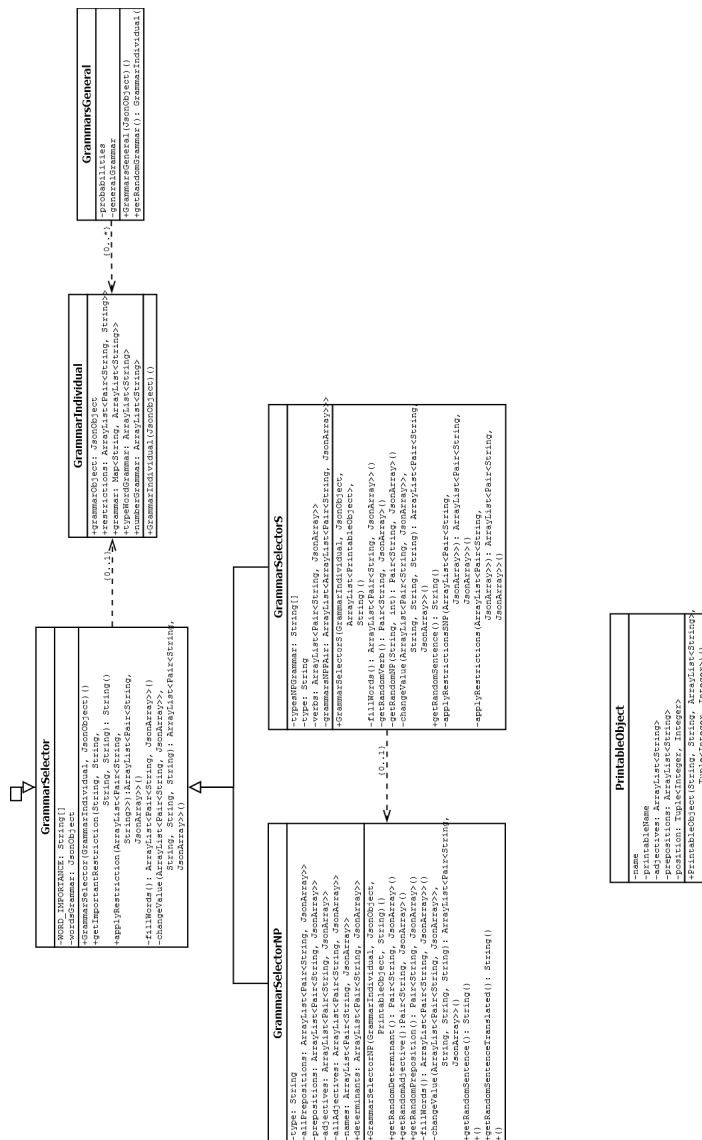


Figura 7.1: Diagrama de clases de las gramáticas



número. Este tipo de restricciones vienen dadas en las gramáticas que están especificadas en archivos JSON y que se comentarán más adelante.

Una vez detectemos que dos de las palabras no coinciden, cambiaremos la que tenga menor relevancia por la contraria dependiendo del tipo que sea (género o número):

```
if (toChange.equals(value1)) {  
    changeToValue = JSONParsing.getElement(restrictions1, type  
        + "opposite");  
    typeChangeToValue = typeFirstRestriction;  
  
} else {  
    changeToValue = JSONParsing.getElement(restrictions2, type  
        + "opposite");  
    typeChangeToValue = typeSecondRestriction;  
}  
this.changeValue(sentenceArray, toChange, changeToValue,  
    typeChangeToValue);
```

---

De esta manera, siempre que haya una discordancia entre algunas de las palabras de una frase, iteraremos entre toda ella buscando una solución hasta que la frase sea coherente.

La clase GeneralGrammar, por su parte, obtiene la información de varias gramáticas (que es como vienen dadas en el fichero, dado que para describir una misma situación puede haber varias gramáticas que funcionen de la misma forma) y dispone de una función que devuelve una gramática individual (de la clase GrammarIndividual), que es la que usaremos a la hora de generar la frase en sí. Es decir, cuando queremos generar una frase de una gramática en concreto (por ejemplo cuando un personaje ataca a otro), seleccionaremos una de estas gramáticas al azar de todas las que estén disponibles en el idioma que tenemos (esto lo realiza la clase GrammarsGeneral) y luego usamos esa gramática en particular con GrammarIndividual. De esta forma no siempre usamos la misma gramática y dependerá de la seleccionada aleatoriamente en GrammarsGeneral.

La clase PrintableObject es una superclase abstracta de la que heredan todos los objetos que pueden ser representados en el juego. Esta clase se encarga de obligar que dichos objetos tengan ciertas variables como el nombre o la capacidad de traducir su nombre a diferentes idiomas, así como una función que devuelve la posición en la que se encuentra en base al usuario (usado a la hora de describir lo que hay alrededor de un personaje).

Cabe destacar que estas gramáticas, al igual que los diccionarios usados para cada uno de los idiomas, se obtienen en base a ficheros JSON dados.

### 7.1.2. *Input* de gramáticas y diccionario

Tal y como hemos mencionado anteriormente, tanto las gramáticas como los diccionarios son archivos JSON que el usuario puede cambiar y que afectará al resultado de las frases generadas por el juego.

Para las gramáticas tenemos dos archivos por idioma. Uno de ellos son las gramáticas con las que creamos sintagmas nominales, mientras que las otras creamos frases usando, en su mayor parte, estos sintagmas nominales.

#### 7.1.2.1. Gramáticas: Sintagmas nominales

Ejemplo de gramáticas de sigtagma nominal en inglés:

```
"DETADJN": {
  "GM_1": {
    "S":
      [
        {"DET_1": ""},
        {"ADJ_1": ""},
        {"N_1": ""}
      ],
    "restrictions": [
      {"DET_1.num": "N_1.num"},
      {"N_1.num": "ADJ_1.num"}
    ]
  }
}
```

En estas gramáticas especificamos, primero, el nombre de la gramática (en este caso, DETADJN). Este nombre es usado por el programa y ayudará al usuario a entender el tipo de gramática o grupo de gramáticas que son.

El siguiente nombre es el nombre de la gramática en particular. No es usado en el programa, pero su uso es necesario para poder definir varias gramáticas sobre el mismo árbol (si queremos varias gramáticas de tipo DETADJN, necesitaremos que se especifiquen el nombre de cada una de ellas).

Luego viene el contenido relevante. Primero nos encontramos con *S*, que es donde encontraremos la definición de la gramática en sí; y luego *restrictions* que, como su nombre indica, es especificaremos las restricciones.

En la parte de la gramática tenemos, en este caso, *DET\_1*, que es el primer determinante (y único) de la gramática, *ADJ\_1*, el primer y único adjetivo que tiene dicha gramática y *N\_1*, que es el nombre o sustantivo. En las restricciones detallaremos las partes de la gramática que tienen que coincidir. En esta gramática solamente tenemos que el determinante, nombre y adjetivo tienen que ser iguales en número. Es decir, que “the red swords” no sería generada, sino que generaría “the red sword”.

Este es un ejemplo en inglés, cuyas restricciones son más sencillas que en otros idiomas como el español o el gallego, donde el nombres, determinante y adjetivo no solamente tiene que coincidir número, pero también en género. Por este motivo, para generar el mismo tipo de gramática para estos idiomas, necesitaremos hacer lo siguiente:

```
"DETADJN": {
  "GM_1": {
    "S": [
      { "DET_1": "" },
      { "N_1": "" },
      { "ADJ_1": "" }
    ],
    "restrictions": [
      { "DET_1.num": "N_1.num" },
      { "N_1.num": "ADJ_1.num" },
      { "DET_1.gen": "N_1.gen" },
      { "N_1.gen": "ADJ_1.gen" }
    ]
  }
}
```

Nótese que no solamente hemos añadido el género a las restricciones (para que no podamos generar frases como “la espada rojo” o “el espada roja”), pero también hemos cambiado el orden del nombre y adjetivo para que se adapten a ambos idiomas.

A la hora de cambiar las palabras disponemos de un array donde ordenamos las palabras por importancia. Un sustantivo es más importante que un determinante, por lo que si una de las restricciones no se cumple por culpa de algunos de estos dos elementos, el determinante será en que cambiará para adaptarse al nombre.

De esta manera podemos adaptar gramáticas a idiomas diferentes de una forma muy fácil y sin necesidad de tocar nada de código.

### 7.1.2.2. Gramáticas: Frases

Las gramáticas para la generación de frases también usa las gramáticas de sintagma nominal:

```
"ATTACK": {
  "S1": {
    "S": [
      {"DETADJN_1": ""},
      {"V_1": ""},
      {"DETADJN_2": ""},
      {"SIMPLEPREP_1": ""}
    ],
    "restrictions": [
      {"DETADJN_1.num": "V_1.num"}
    ]
  },
  "S2": {
    "S": [
      {"GENERAL_1": ""},
      {"V_1": ""},
      {"SIMPLE_2": ""},
      {"SIMPLEPREP_1": ""}
    ],
    "restrictions": [
      {"GENERAL_1.num": "V_1.num"}
    ]
  }
}
```

La estructura de esta gramática es idéntica a la mencionada anteriormente. En este caso vemos que dentro de “ATTACK” disponemos de dos gramáticas distintas (este es solamente un ejemplo, en el juego tenemos muchas más disponibles) y éstas llaman a sintagmas nominales como el anterior. Con la primera gramática podríamos generar una frase como “The mighty dragon attacks the brave hero with the sword. En este ejemplo cabe destacar que las restricciones se pueden definir, no solamente entre palabras, pero también entre sintagmas nominales (siempre y cuando sea en comparación con una palabra que pueda ser cambiante, en este caso el verbo) y que los sintagmas nominales que son creados dentro de esta gramática tienen sus propias restricciones, por lo que siempre serán generadas de manera correcta.

### 7.1.2.3. Diccionarios

Al igual que las gramáticas, los diccionarios también están divididos por idiomas y son archivos JSON. Éste es un ejemplo de parte de una gramática en inglés:

```
"DET": {
  "the": [
    {"num": ""},
    {"translation": "the"},
    {"numopposite": "the"},
    {"genopposite": ""}
    {"gender": ""}
  ]
},
```

---

El primer elemento, “DET”, especifica el tipo de palabra que es (determinante). El siguiente elemento, en la clave, se menciona la palabra en sí y el resto de elementos serán un array, aunque en este caso no importa el orden. El primer elemento en esta lista es “num”, es decir, si el elemento es singular o plural (para esta palabra esta información es innecesaria, por eso es un string vacío) y en “numopposite” guardaremos la palabra en el número contrario (si la palabra es singular, entonces guardaremos la palabra en plural). El segundo es “translation”. Todas las palabras entre los diccionarios serán las mismas o, por lo menos, las que están definidas en inglés también deben de estar en otros idiomas. En este valor almacenaremos la traducción de esta palabra en el idioma del diccionario que estaremos definiendo. “gender” y “genopposite”, al igual que con “num” y “numopposite”, almacenan el género de la palabra y la palabra en el género contrario.

Con los determinantes en inglés no hay mucho cambio, pero en español sí que es bastante diferente:

```
"DET": {
  "the": [
    {"num": "sing"},
    {"translation": "el"},
    {"numopposite": "los"},
    {"genopposite": "la"},
    {"gen": "mas"}
  ],
  "la": [
    {"num": "sing"},
    {"translation": "la"},

```

```
        {"numopposite": "las"},
        {"genopposite": "the"},
        {"gen": "fem"}
    ],
    "los": [
        {"num": "plural"},
        {"translation": "los"},
        {"numopposite": "the"},
        {"genopposite": "las"},
        {"gen": "mas"}
    ],
    "las": [
        {"num": "plural"},
        {"translation": "las"},
        {"numopposite": "la"},
        {"genopposite": "los"},
        {"gen": "fem"}
    ]
},
```

---

En este caso seguimos definiendo “the”, dado que es la clave en inglés y la palabra que se tiene que mantener. Sí que vemos que “numopposite” y “genopposite” apuntan a “la” y “los”, que son las nuevas entradas de determinantes en español. De esta forma siempre obtendremos la palabra que queramos siempre y cuando el programa quiera obtener un tipo de palabra concreta en base a las restricciones que contenga la gramática.

## 7.2. Otras partes del sistema

Las gramáticas juegan un papel muy importante en el proyecto, pero hay otras partes también relevantes que requieren una atención especial.

### 7.2.1. Interfaz de usuario para el texto generado

Los invidentes usan diferentes programas que leen el texto que se muestra en la pantalla. Para ello nuestro juego debe de mostrar texto de alguna forma y ser capaz de que el lector pueda leerlo, lo que no es del todo trivial dado que hay que tener en cuenta diferentes aspectos para que el lector lea lo que queramos y no otras partes que no nos interesan. Más información sobre este tema se encuentra en la sección de instalación [B](#).

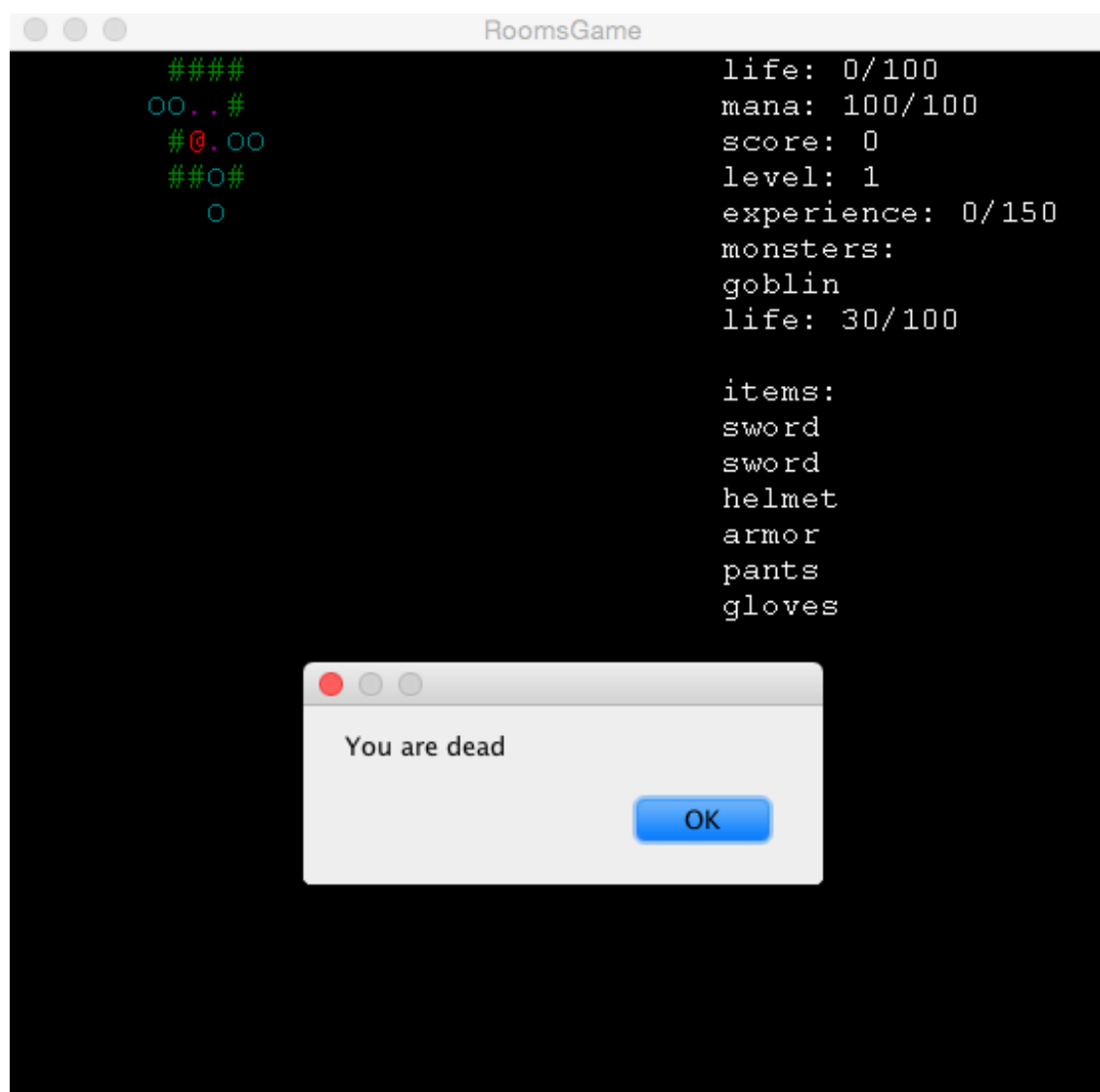


Figura 7.2: Versión definitiva de la interfaz de usuario para el texto generado

#### 7.2.1.1. Primera idea: pop-up

La forma más sencilla de mostrar este texto es generar un “pop-up” cada vez que una frase es generada. De esta forma el usuario se enterará inmediatamente de lo que está sucediendo y, en caso de que haya una persona vidente a su lado, ésta también podrá leer la frase que se ha generado. Además, la frase no desaparecerá hasta que se presione la tecla de intro o se haga click en *Aceptar*, por lo que es muy sencillo que reproducirla la cantidad de veces que se quiera.

La imagen ?? muestra el aspecto de nuestro *roguelike* con esta idea implementada.

### 7.2.1.2. Segunda idea: *TextArea*

Tras recibir el feedback decidimos cambiar la forma en la que mostramos al usuario estas frases por tres razones. La primera es que resulta desconcertante para el jugador vidente, dado que no es necesario para él o ella. Esto se podría solventar añadiendo una opción que se permita activar o desactivar esta opción, pero no es una solución óptima. La segunda razón es que estos “pop-ups” no son un mecanismo de salida óptimo para las salidas rutinarias, como en nuestro caso, y rompe el “flujo de trabajo”. La tercera y última razón es que los usuarios invidentes no suelen usar elementos de este tipo, si no que están más acostumbrados a usar áreas de texto donde se almacenan las últimas frases generadas.

En base a estas ideas decidimos crear el área de texto seleccionada, que permanecerá abierta siempre y cuando el jugador no decida cerrarla (permitiendo a los usuarios videntes no usarla). Una vez que algo suceda en el juego que requiera que se genere una descripción, dicha descripción será enviada al área de texto, el “foco” de las aplicaciones cambiará para que se sitúa en esa área de texto y el lector de pantalla que usemos leerá dicha descripción. Para que el “foco” vuelva a situarse en el juego, deberemos de pulsar cualquier tecla. De esta forma solucionamos todos los inconvenientes que los “pop-ups” causaban a los usuarios y mejoramos la interfaz gráfica y accesibilidad del proyecto.

En ?? se puede encontrar una captura de pantalla donde se muestra el estado final de la parte de la interfaz de usuario que muestra las frases generadas.

## 7.2.2. Generación aleatoria de mapas y elementos

La generación aleatoria de mapas y elementos dentro del mismo es muy importante en un juego de género *roguelike*. A continuación explicaremos las decisiones tomadas en base a este tema.

### 7.2.2.1. Primera idea: Generación completamente aleatoria

En un primer momento nuestra decisión fue la de generar todo de manera aleatoria, sin considerar ningún aspecto externo, pero manteniendo la generalidad en el código para poder cambiar su comportamiento en cualquier momento. Esto causaba que algunas mazmorras fueran muy complicadas cuando el jugador todavía no tenía el equipamiento necesario para enfrentarse a dichos enemigos o demasiado sencilla en otros momentos.

Este problema fue mencionado la primera vez que recibimos feedback y por ello decidimos cambiarlo por algo un poco más complejo. En el mundo del rol, tener en cuenta ciertas características del usuario para generar elementos externos se denomina *generación*



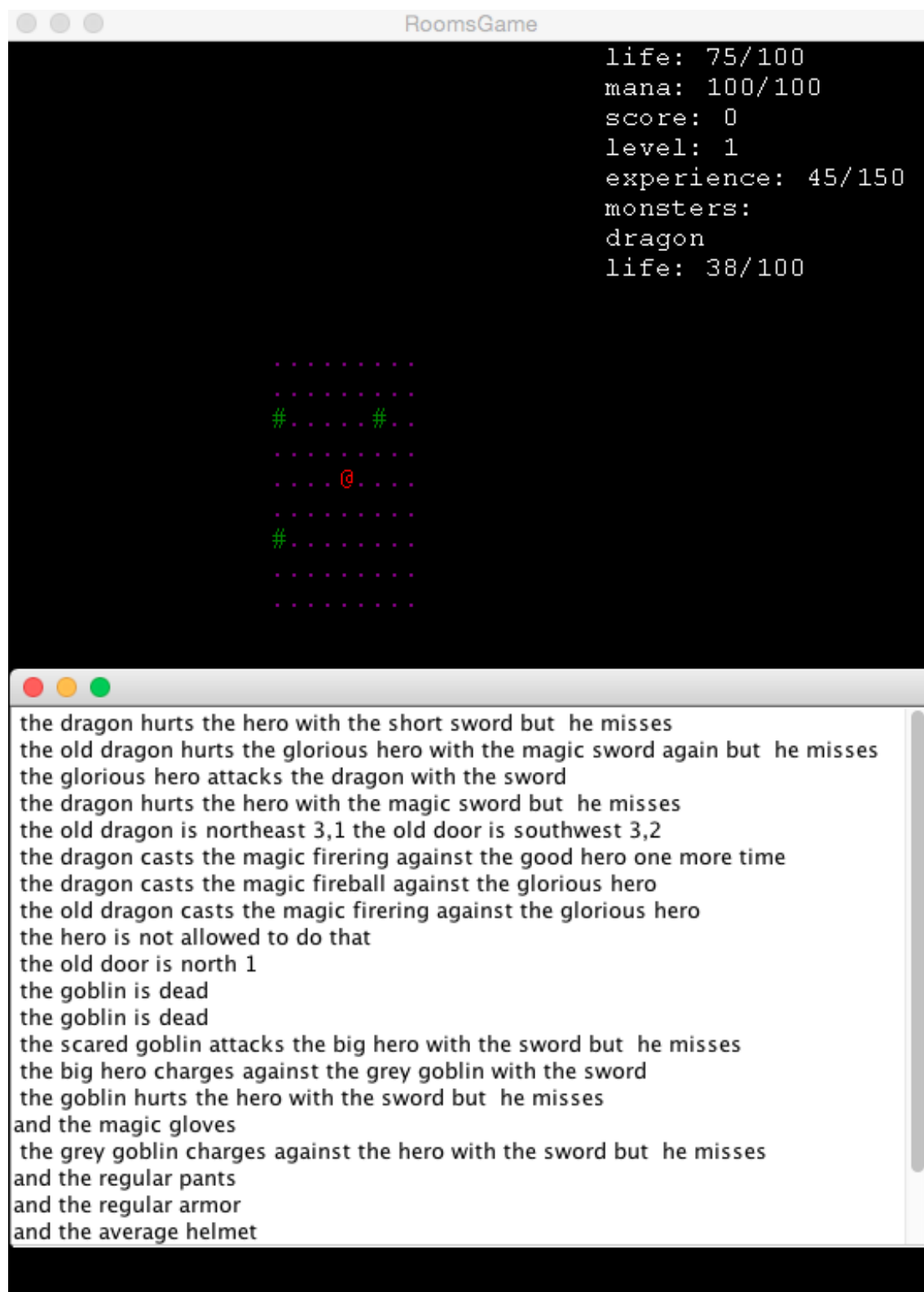


Figura 7.3: Versión definitiva de la interfaz de usuario para el texto generado

de encuentros, que es lo que tuvimos en cuenta.

### 7.2.2.2. Segunda idea: Generador de encuentros

En vez de generar mapas, enemigos y elementos de manera completamente aleatoria, podemos generarlos en base al nivel que tienen ciertos personajes. Si el personaje que controla el usuario tiene nivel 10, entonces los enemigos que se encuentran deben de ser de un nivel, por ejemplo, entre 8 y 12, mientras que los elementos que los enemigos sueltan al morir (como las espadas y armaduras) también deben de tener un nivel similar para que la progresión tenga sentido y eliminar enemigos tenga un cierto nivel de recompensa.

De esta forma podremos, en base al nivel dado, podremos generar enemigos con diferentes características que se adapten a lo que necesitamos:

```
Rat rat = new Rat(this.getMap(), this, position, new ArrayList<String>(), level);
```

---

### 7.2.3. Comportamiento de los enemigos

Como cabe suponer, los enemigos que nos encontramos en el juego se moverán de diferentes formas, por lo que tendremos que diseñarlo de una manera genérica que nos permita realizar esto de la forma más simple posible. Para ello nos hemos basado en el patrón de diseño *estrategia* porque se adapta perfectamente a nuestros requisitos.

Los tipos de movimiento que tenemos en el juego actualmente son los siguientes:

**RandomMovement** Los enemigos son “pasivos”, es decir, no atacarán al usuario ni tampoco irán hacia él en ningún momento.

**FollowingMovementDumb** Los personajes que tengan este tipo de movimiento son “agresivos”. Seguirán al jugador e intentarán atacarle, pero no se mueven de una forma óptima para lograr su meta, por lo que esquivarlos no suele ser muy complicado.

**FollowingMovement** Este tipo de movimiento es el más complejo. El enemigo se moverá de manera precisa para llegar lo antes posible al usuario y usará todo tipo de herramientas para derrotarlo (como el uso de magia o atacándole cuerpo a cuerpo).

Crear nuevos tipos de movimientos es una tarea trivial, ya que solamente tendríamos que implementar la interfaz *Movement* con la única función que posee e insertar el código del nuevo tipo de movimiento en él.

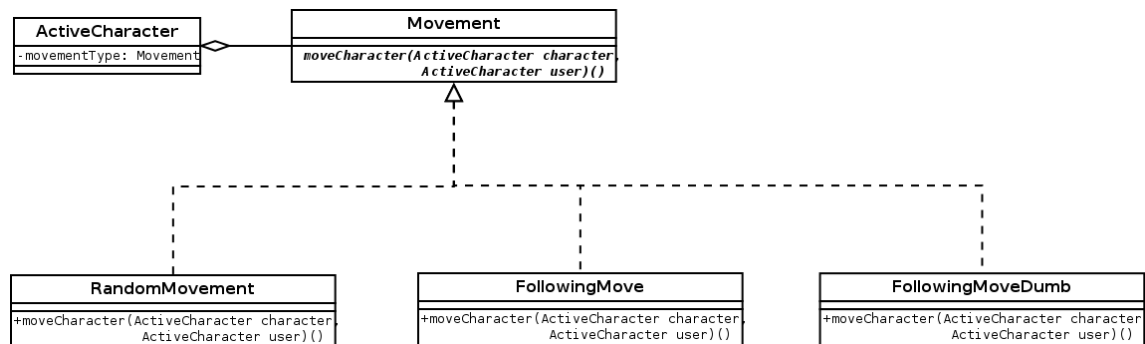


Figura 7.4: Diagrama de clases sobre el comportamiento de los enemigos

En ?? mostramos el diagrama de clases que hemos implementado en nuestro sistema y que contiene el patrón de diseño *estrategia*, tal y como hemos comentado.



## Capítulo 8

# Recepción, conclusión y trabajo futuro

En este último capítulo detallaremos la recepción y el *feedback* recibido tras mostrar nuestro producto a la comunidad, la conclusión sacadas de la elaboración del proyecto y el posible trabajo futuro del mismo.

### 8.1. Recepción y *Feedback*

TODO:

### 8.2. Conclusión

Realizar un proyecto de estas características no es sencillo. Dejando a un lado la parte técnica y de diseño, que nunca es trivial, en este caso se requiere un gran grado de investigación, análisis, *feedback* y determinación para poder sacarlo adelante, pero durante su desarrollo siempre me he encontrado a una comunidad muy ilusionada por su existencia y encantada de colaborar y resolver mis dudas. Es una pena que algo tan esencial como son la mayoría de elementos tecnológicos de hoy en día (y su *software* en particular) todavía no estén adaptados para que toda la parte de la población pueda usarlos y sean dejados de lado, muchas veces por mera ignorancia. Espero que con este proyecto haya gente que se anime a intentar hacer algo similar (o mejorar lo ya creado) y que entre todos podamos formar una sociedad donde no haya tanta discriminación tecnológica.

## 8.3. Trabajo Futuro

Cuando se crea cualquier tipo de *software*, siempre existen mejoras y nuevas funcionalidades que puede ser añadidas para mejorar lo creado, sobre todo si se trata de un juego de *software libre*, dado que las comunidades de desarrolladores y jugadores suelen ser bastante apasionadas. Esta es la razón por la que, desde un principio, hemos definido lo que queremos hacer como básico para luego incluir otros elementos que no son tan esenciales.

Durante el desarrollo del proyecto se han tenido muchas ideas que hemos ido recopilando e implementando en caso de que las considerásemos necesarias. Actualmente todas estas ideas se encuentran en la página del proyecto en Github<sup>1</sup>, donde cualquier persona puede añadir su comentario o incluso realizar el cambio necesario y crear una *pull request* para que sea incluido en el juego final.

Algunas de estas ideas con las que podemos mejorar el juego en el futuro son las siguientes:

**Creación de un menú.** En la actualidad no tenemos un menú porque podemos realizar todo lo necesario dentro del propio juego. Sin embargo, y a medida que la cantidad de opciones crece, sería conveniente su creación para que nos mostrase lo que podemos cambiar sin tener que entrar en el juego en sí.

**Añadir más variedad de enemigos y elementos.** La cantidad de enemigos que tenemos no es muy grande y el juego se beneficiaría teniendo más enemigos y objetos con los que interactuar y que escalen de manera apropiada.

**Crear un modo historia.** El juego actual es libre. Esto quiere decir que las partidas son independientes entre sí y no hay un principio y final definido, sino que el usuario es el que crea, en cierta manera, su historia. No estaría de más crear un modo de juego diferente que lleve al usuario a ciertos niveles y pantallas predefinidas para aquellos usuarios que prefieran este tipo de aventuras.

**Crear un tutorial.** La información sobre cómo empezar a jugar se encuentra disponible en la página de Github del proyecto, pero no estaría de más la creación de un tutorial o pantalla de inicio que explicase al usuario qué hacer y cómo desenvolverse por los entornos del juego.

---

<sup>1</sup><https://github.com/dpenas/roomsgame/issues>

**Crear un “modo resumen”.** Con todas las frases que generamos durante la partida podríamos crear una especie de historia que relatase, en la medida de lo posible, lo que el jugador ha hecho durante dicha partida, dándole cierta importancia a los “hitos” conseguidos durante la misma.

**Incluir elementos sonoros.** Algunos juegos para invidentes solamente tienen elementos auditivos para informar al usuario sobre lo que tiene a su alrededor. En nuestro caso, al poder crear frases en base a unas gramáticas dadas, esto no es algo necesario, pero sí que podríamos crear una opción para que, en vez de usar siempre descripciones, podamos reproducir sonidos a diferentes grados de volumen para informar al jugador sobre ciertos elementos.

**Añadir más complejidad a las gramáticas.** Las frases creadas se basan en gramáticas dadas, pero hay ciertos elementos (como frases reflexivas), que son más complejas de crear. Podríamos introducir esta opción para que la cantidad de frases generadas y su variedad sea todavía mayor.

**Añadir más complejidad a los diccionarios.** Tener un diccionario propio es necesario, dado que no todos los idiomas disponen del mismo tipo de bibliotecas y su uso limitaría cantidad de idiomas con los que podremos jugar. Sin embargo, si el juego está en inglés o español, sí que podríamos usar alguna biblioteca para que, en vez de usar la palabra que se encuentra en nuestro diccionario, busque un sinónimo en dichas bibliotecas, lo que aumentaría de manera significativa la variedad del diccionario.

**Crear opción de jugar en base a una semilla.** Algunos *roguelikes* o *roguelites* como *The Binding of Isaac: Rebirth*<sup>2</sup>, permiten que el jugador introduzca un código que equivale a una semilla de aleatoriedad para que los elementos generados sean en base a esa semilla. Esto permitiría que los usuarios compartan partidas donde todo lo generado sea igual para ambos.

---

<sup>2</sup><http://store.steampowered.com/app/250900>





## Apéndice A

# Escoger la licencia

Cuando tenemos que escoger una licencia para un programa nuevo debemos de tener en cuenta las licencias de las bibliotecas que hemos usado en el mismo. Las bibliotecas que hemos usado en nuestro proyecto y sus respectivas licencias se mencionan a continuación:

- **Gson** Apache 2.0 license
- **JCurses** GNU Lesser General Public License v3
- **libjcsi** GNU Lesser General Public License v2.1

Como podemos apreciar, Gson usa una licencia Apache 2.0 mientras que JCurses y libjcsi tienen GNU Lesser GPL. La licencia de Apache 2.0 no es compatible con las versiones de GNU Lesser GPL anteriores a la 3 <sup>1</sup>, pero las versiones de GNU Lesser GPL son compatibles entre sí. Por este motivo decidimos usar GNU General Public Licence v3, dado que es compatible con todas las licencias de las librerías que hemos usado.

---

<sup>1</sup><http://www.apache.org/foundation/license-faq.html#GPL>



## Apéndice B

# Instalación e Instrucciones

El *roguelike* es software libre y el código fuente se puede encontrar en Github<sup>1</sup>, al igual que varias versiones ejecutables. Dichas versiones ejecutables contienen un archivo .jar que solamente requiere tener una versión de JRE<sup>23</sup> superior a la 6 instalada en el sistema a usar.

Para su ejecución basta con hacer doble clic en el archivo .jar o ir al directorio donde se encuentre dicho archivo e introducir:

Fragmento de Código B.1: Comando para la ejecución del videojuego

```
java -jar game.jar
```

Para cambiar el idioma del proyecto se debe de localizar el archivo languages.properties y cambiar el idioma a ES, GL o EN para obtenerlo en español, gallego o inglés, respectivamente. También es posible cambiar las teclas del propio juego. Las que vienen por defecto se puede encontrar en la wiki del proyecto.<sup>4</sup>

En algunas ocasiones las frases generadas no se leen directamente. Esto viene causado porque no tener activado el *Java Access Bridge* o no está instalado la versión correcta (se recomienda tener instalada la versión de 32 y 64 bits para evitar problemas). En sistemas Windows *Java Access Bridge* se puede activar fácilmente de la forma siguiente:

- Ir a **Start** → **Control Panel** → **Ease of Access** → **Ease of Access Center**
- Seleccionar **Use the computer without a display**

<sup>1</sup><https://github.com/dpenas/roomsgame>

<sup>2</sup><http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jre8-downloads-2133155.html>

<sup>3</sup>Java Runtime Environment

<sup>4</sup><https://github.com/dpenas/roomsgame/wiki>

- En la sección **Other programs installed**, seleccionar: **Enable Java Access Bridge**

Estas instrucciones deberían de servir para Windows Vista y posteriores. En caso contrario, también se podrá hacer:

```
%JRE_HOME%\bin\jabswitch -enable
```

donde *%JRE\_HOME%* es el directorio donde Java está instalado.

Para otros sistemas operativos será necesario la descarga y activación de manera manual.

5

---

<sup>5</sup><http://www.oracle.com/technetwork/articles/javase/index-jsp-136191.html>

## Apéndice C

# Bibliografía

- [Bec02] Kent Beck. *Test Driven Development: By Example*. 2002.
- [CNB] CNBC. Digital gaming sales hit record \$61 billion in 2015: Report. <http://www.cnbc.com/2016/01/26/digital-gaming-sales-hit-record-61-billion-in-2015-report.html>.
- [EG<sup>+</sup>95] Richard Helm Erich Gamma et al. *Elements of Reusable Object-Oriented Software*. 1995.
- [fou] The Ablegamers foundation. A Practica Guide to Game Accessibility. [http://www.includification.com/AbleGamers\\_Includification.pdf](http://www.includification.com/AbleGamers_Includification.pdf).
- [Gam] PC Gamer. Steam games market worth \$3.5 billion in 2015. <http://www.pcgamer.com/steam-games-market-worth-35-billion-in-2015/>.
- [Git] Git. Git Documentation. <https://git-scm.com/documentation>.
- [Goo] Owen S. Good. EA exec's remarks shine a light on Xbox One sales. <http://www.polygon.com/2016/1/30/10876042/ps4-xbox-one-sales-lifetime-million>.
- [JS] Ken Schwaber Jeff Sutherland. Scrum Guides. <http://www.scrumguides.org/>.
- [NH01] Jana Halford Neal Halford. *Swords & circuitry: a designer's guide to computer role playing games*. 2001.
- [Ora] Oracle. Java Documentation. <https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/>.

- [Pou] Jerry Pournelle. New Machines, Networks and Sundry Software. [http://archive.org/stream/byte-magazine-1984-03/1984\\_03\\_BYTE\\_09-03\\_Simulation#page/n47/mode/2up](http://archive.org/stream/byte-magazine-1984-03/1984_03_BYTE_09-03_Simulation#page/n47/mode/2up).
- [Rad] Roguelike Radio. Designing for the Visually Impaired. <http://www.roguelikeradio.com/2012/10/episode-48-designing-for-visually.html>.
- [Sar] Samit Sarkar. PS4 sales surpass 35.9M units worldwide. <http://www.polygon.com/2016/1/5/10717142/ps4-lifetime-sales-35-9-million-holiday-2015>.
- [The] Theesa. Games: Improving the Economy. [http://www.theesa.com/wp-content/uploads/2014/11/Games\\_Economy-11-4-14.pdf](http://www.theesa.com/wp-content/uploads/2014/11/Games_Economy-11-4-14.pdf).