



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA
GRADO EN DISEÑO Y DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS
Curso Académico 2023/2024

Trabajo Fin de Grado

Diseño y creación de minijuegos para evaluar habilidades de pensamiento computacional en una plataforma multijugador

Autor: Víctor Cabanillas Solís

Tutoras: María Zapata Cáceres, Estefanía Martín Barroso

Agradecimientos

Me gustaría comenzar agradeciendo a mi familia y amigos por haberme ayudado y apoyado durante todo el transcurso del proyecto, ayudando a probar el videojuego y ofreciendo sus opiniones en el trabajo.

También me gustaría agradecer a los profesores y compañeros que han compartido aula conmigo así como a los alumnos y docentes que participaron en las pruebas y encuestas, brindando su tiempo y opiniones para la validación y mejora del videojuego.

Quisiera agradecer también a las tutoras de este trabajo por la paciencia y el material proporcionado para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

Finalmente me gustaría agradecer especialmente a mi compañero Daniel Capilla por la colaboración y el trabajo diario que ha sido esencial para hacer posible la creación de este videojuego.

Resumen

El presente trabajo de fin de grado se centra en el diseño y desarrollo de una plataforma de minijuegos educativos multijugador llamada **Zynxle**. El objetivo principal de esta plataforma es fomentar y evaluar las habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de Educación Primaria. La plataforma incluye una serie de minijuegos diseñados específicamente para desarrollar competencias como la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos.

Para asegurar una experiencia educativa efectiva, se han implementado tecnologías accesibles y una interfaz fácil de usar, garantizando la compatibilidad con diversos dispositivos y entornos educativos. Además, se han desarrollado herramientas de evaluación y retroalimentación para educadores, permitiendo un seguimiento detallado del progreso de los estudiantes y proporcionando retroalimentación personalizada.

Los resultados obtenidos a partir de pruebas piloto en aulas y encuestas a estudiantes y docentes indican que puede ser una herramienta útil en el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional. Estos hallazgos destacan la importancia de la gamificación como estrategia pedagógica en el ámbito educativo actual.

Abstract:

This final degree project focuses on the design and development of a multiplayer educational minigames platform called **Zynxle**. The main objective of this platform is to foster and evaluate computational thinking (CT) skills in primary school students. The platform includes a series of minigames specifically designed to develop competencies such as problem decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithm design.

To ensure an effective educational experience, accessible technologies and a user-friendly interface have been implemented, ensuring compatibility with various devices and educational environments. Additionally, evaluation and feedback tools for educators have been developed, allowing detailed monitoring of student progress, and providing personalized feedback.

Results obtained from pilot tests in classrooms and surveys of students and teachers indicate the videogame could be a useful tool on the development of computational thinking skills. These findings highlight the importance of gamification as a pedagogical strategy in the current educational landscape.

Palabras clave:

- Pensamiento computacional
- Minijuegos educativos
- Gamificación
- Evaluación educativa
- Plataforma multijugador
- Habilidades de PC
- Educación primaria

Índice

Tabla de contenido

Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Contexto y motivación del proyecto	1
1.2 Estado del arte.....	2
1.3 Antecedentes de videojuegos en la educación	3
Capítulo 2: Objetivos	5
2.1 Objetivos del proyecto	5
2.2 Planificación	6
2.3 Metodología de trabajo.....	7
Capítulo 3: Marco Teórico	9
3.1 Definición y fundamentos del pensamiento computacional	9
3.2 Pensamiento computacional en la educación.....	10
3.2.1 Proyecto CoTEDI	10
3.2.2 Proyecto Bebras.....	11
3.3 Antecedentes de videojuegos educativos sobre pensamiento computacional.....	11
3.4 Marco normativo.....	13
Capítulo 4: Diseño del videojuego.....	16
4.1 Descripción general del videojuego	16
4.2 Requisitos del videojuego	16
4.2.1 Requisitos funcionales.....	16
4.2.2. Requisitos no funcionales.....	18
4.3 Objetivos educativos y competencias a desarrollar	19
4.3.1 Objetivos educativos	19

4.3.2 Competencias a desarrollar.....	19
4.4 Diseño pedagógico	20
4.5 Diseño técnico y artístico	21
4.5.1 Concepto y estilo visual.....	22
4.5.2 Mecánicas del juego.....	25
4.5.3 Niveles y estructura de los minijuegos.....	27
4.6 Herramientas y tecnologías utilizadas.....	28
Capítulo 5: Desarrollo del videojuego	29
5.1 Proceso de desarrollo y organización del trabajo	29
5.2 Implementación técnica	29
5.2.1 Lenguajes de programación y plataformas	29
5.2.2 Integración de gráficos y sonido.....	30
5.2.3 Integración de la base de datos.....	30
5.2.4 Integración de sistema multi idioma.....	32
5.3 Descripción del minijuego	34
5.3.1 Objetivos específicos	34
5.3.2 Mecánicas y reglas	34
5.3.3 Interfaces y usabilidad.....	37
6. Evaluación y validación.....	39
6.1 Metodología de evaluación del pensamiento computacional.....	39
6.2 Pruebas realizadas en aulas	40
6.2.1 Muestra y participantes	40
6.2.2 Diseño de la evaluación.....	40
6.2.3 Diseño de las encuestas	40
6.3 Resultados obtenidos	45

6.3.1 Caso práctico de análisis de resultados.....	45
6.3.2 Relación con las habilidades del pensamiento computacional.....	46
6.3.3 Resultados de las encuestas.....	47
6.4 Discusión de resultados.....	49
7. Conclusiones.....	50
7.1 Logros y cumplimiento de objetivos	50
7.2 Limitaciones del proyecto	50
7.3 Recomendaciones para futuros trabajos	50
7.4 Reflexiones personales sobre el desarrollo del proyecto.....	51
8. Referencias	52
9. Anexos	56
Diagramas GANT.....	56
Retrospectivas	58
Diagramas de clases	61
Pantallas del videojuego.....	63
Enlace a la encuesta	69

Índice de ilustraciones

Figura 1: Imagen videojuego Carmen Sandiego.....	4
Figura 2: Asignaturas Minecraft Education Edition. Fuente: Web Minecraft [8].....	4
Figura 3: Diagrama GANT de Zynxle	7
Figura 4: Tablero Trello	8
Figura 5: LEGO Mindstorms [16]	12
Figura 6: Baba Is You [17]	13
Figura 7: Paleta de color interfaces	22
Figura 8: Menú Lobby.....	23
Figura 9: Menú principal	23
Figura 10: Selector foto de perfil.....	24
Figura 11: Overcooked.....	25
Figura 12: PlateUp	25
Figura 13: Transporte de objetos	26
Figura 14: Ingredientes codificados.....	26
Figura 15: Pedido completado	27
Figura 16: Cocina restaurante	28
Figura 17: Visualizar base de datos	31
Figura 18: Filtro de la base de datos	32
Figura 19: Selector de idiomas	33
Figura 20: Excel de localización	33
Figura 21: Hamburguesas HelloBebras - Fundación La Caixa [14]	34
Figura 22: UML InteractableObject	35
Figura 23: UML ICarryObject	36
Figura 24: Hamburguesas de ejemplo.....	37
Figura 25: Interfaz alumno	37
Figura 26: Interfaz profesor	38
Figura 27: Puntuaciones durante partida.....	38
Figura 28: Entrega más reciente.....	38
Figura 29: Caso práctico de análisis.....	46

Figura 30: Encuesta. Claridad de objetivos	47
Figura 31: Encuesta habilidades pensamiento computacional	48
Figura 32: Encuesta facilidad de uso	49
Figura 33: GANT Alfa	56
Figura 34: GANT Beta	57
Figura 35: GANT Gold	57
Figura 36: Retrospectiva sprint 1.....	58
Figura 37: Retrospectiva sprint 2.....	59
Figura 38: Retrospectiva sprint 3.....	60
Figura 39: Diagrama UML player	61
Figura 40: Diagrama UML recetas y pedidos.....	62
Figura 41: Diagrama UML interacciones	62
Figura 42: Login	63
Figura 43: Opciones.....	63
Figura 44: Registro usuario y código de clase	64
Figura 45: Registro edad.....	64
Figura 46: Menú principal	65
Figura 47: Selector imagen de perfil	65
Figura 48: Lobby	66
Figura 49: Selector de minijuegos	66
Figura 50: Juego.....	67
Figura 51: Puntuación en partida	67
Figura 52: Estadísticas en partida.....	68
Figura 53: Filtro búsqueda base de datos	68
Figura 54: Herramienta de visualización de la base de datos	69

Índice de tablas

Tabla 1: Muestra de participantes.....	40
--	----

Glosario

- **Pensamiento Computacional (PC):** Habilidad para resolver problemas de manera lógica y sistemática. Incluye la descomposición de problemas complejos en partes más pequeñas y manejables, y el diseño de algoritmos eficientes para su resolución.
- **Descomposición:** Proceso de dividir un problema complejo en componentes más simples y manejables. Esta habilidad permite abordar y resolver problemas de manera más eficiente.
- **Reconocimiento de Patrones:** Capacidad para identificar similitudes y diferencias en datos, lo cual facilita la predicción y resolución de problemas basados en la identificación de patrones repetitivos.
- **Abstracción:** Habilidad para enfocarse en la información relevante y omitir detalles innecesarios, permitiendo formular soluciones generales aplicables a múltiples problemas.
- **Algoritmo:** Conjunto de instrucciones paso a paso diseñadas para resolver un problema específico o completar una tarea de manera eficiente.
- **Gamificación:** Uso de elementos y dinámicas de juego en contextos no lúdicos con el objetivo de mejorar la motivación, el compromiso y el aprendizaje de los usuarios.
- **Plataforma Multijugador:** Entorno digital que permite la interacción simultánea de múltiples usuarios, facilitando la colaboración y competencia en una misma aplicación o juego.
- **Interfaz de Usuario (UI):** Conjunto de elementos gráficos y de control que permiten la interacción del usuario con una aplicación o sistema.
- **Retroalimentación:** Información proporcionada a los estudiantes sobre su desempeño, con el objetivo de mejorar su aprendizaje y habilidades.
- **Sprints:** Períodos cortos de trabajo intensivo dentro de las metodologías ágiles, diseñados para completar tareas específicas y lograr objetivos en un tiempo determinado.
- **Metodologías Ágiles:** Enfoques de gestión de proyectos que se centran en la entrega incremental y la colaboración continua, con el objetivo de adaptarse rápidamente a los cambios y mejorar la eficiencia.

- **Scrum:** Marco de trabajo dentro de las metodologías ágiles que se utiliza para gestionar proyectos complejos, caracterizado por roles definidos, eventos periódicos y artefactos específicos.
- **Kanban:** Método de gestión de proyectos que utiliza un sistema visual de tarjetas para gestionar el trabajo, ayudando a mejorar la eficiencia y la comunicación en el equipo.
- **Trello:** Herramienta de gestión de proyectos basada en la web que utiliza tableros Kanban para organizar tareas y proyectos.
- **Minijuegos:** Juegos cortos y específicos diseñados para desarrollar habilidades particulares, utilizados frecuentemente en entornos educativos para complementar el aprendizaje.
- **Entorno Educativo:** Contexto o escenario donde se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, que puede incluir aulas tradicionales, entornos virtuales, y otros espacios de aprendizaje.
- **Competencias:** Conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten a una persona realizar tareas y resolver problemas en diferentes contextos.
- **Unity:** Motor de videojuegos multiplataforma utilizado para desarrollar el videojuego educativo. Ofrece herramientas y recursos para la creación de juegos 2D y 3D, y permite el desarrollo para múltiples plataformas como Windows, Android y iOS.
- **Rigidbody:** Componente de Unity que permite la simulación de la física en los objetos del juego, aplicando fuerzas y detectando colisiones. Es fundamental para las mecánicas de movimiento y otras interacciones físicas dentro del juego.
- **InputSystem:** Sistema de Unity utilizado para registrar y gestionar las acciones del usuario, como movimientos y comandos dentro del juego.
- **InteractableObject:** Clase abstracta en Unity que define los objetos con los que el jugador puede interactuar, iluminándolos cuando están en el rango de interacción para indicar al usuario que puede realizar una acción.
- **ICarryObject:** Clase abstracta en Unity que define los objetos que pueden ser recogidos y transportados por el jugador, facilitando la interacción con el entorno del juego.
- **Audio Mixer:** Componente de Unity que permite la gestión y ajuste del volumen del sonido en diferentes categorías, como música, efectos de sonido y volumen principal, mejorando la experiencia auditiva del usuario.

- **DoTween:** Librería de animación para Unity que permite realizar interpolaciones y animaciones de manera sencilla y eficiente, utilizada para mejorar la fluidez visual del juego.
- **Localization:** Biblioteca de Unity utilizada para la implementación de sistemas multilingües en el juego, permitiendo cambiar entre varios idiomas y gestionar las traducciones de manera eficiente.
- **Netcode For GameObjects:** Biblioteca de Unity que facilita el desarrollo de componentes multijugador, permitiendo la sincronización y comunicación entre los objetos del juego en una red.
- **Relay:** Servicio de Unity utilizado para la implementación de funcionalidades multijugador, gestionando la comunicación entre jugadores y facilitando la conexión en redes complejas.

Capítulo 1: Introducción

El desarrollo de este proyecto es fruto de una colaboración con otro alumno, Daniel Capilla Sánchez, quien se ha encargado del desarrollo multijugador del juego. Mientras que Daniel ha centrado sus esfuerzos en la creación del componente multijugador, este documento se enfoca principalmente en el desarrollo del contenido del juego, el diseño de los minijuegos y la integración de los elementos que promueven el pensamiento computacional.

1.1 Contexto y motivación del proyecto

En la actualidad, la creciente digitalización en todos los ámbitos que nos rodean requiere de conocimientos de cómo manejar elementos tecnológicos independientemente de la rama de conocimiento. De acuerdo con el Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo de la UNESCO 2016 [1] se insta a los países a incluir computadoras y acceso a Internet suficiente para todos los alumnos en los centros educativos. Es por ello, que surge una necesidad de desarrollo de habilidades tecnológicas y computacionales en la educación, no solo para acceder a carreras de ciencias de la computación y tecnológicas, si no como competencia transversal que favorece otras áreas del conocimiento.

El pensamiento computacional (PC) se popularizó en 2006, cuando Jeannette Wing [2] lo define como una competencia necesaria para todos y que incluye habilidades como resolución de problemas, lógica, abstracción entre muchas otras, las cuales son difíciles de integrar en los planes educativos tradicionales debido a la falta de recursos y de formación especializada, así como la falta de interés de los estudiantes. En este contexto los videojuegos sirven como una herramienta capaz de involucrar, motivar y enseñar de manera interactiva.

El proyecto de un videojuego educativo capaz de evaluar y desarrollar habilidades de PC responde a esta necesidad. El uso de los videojuegos permite crear entornos de aprendizaje atractivos para los alumnos donde desarrollar sus conocimientos de manera lúdica y práctica, así como permitir a los profesores evaluar de manera continua el progreso educativo de los estudiantes.

La motivación principal del proyecto proviene de las ventajas que presentan los videojuegos como herramienta lúdica con el fin de adaptar la educación tradicional a las nuevas tecnologías y hacerla más atractiva para estudiantes. La creación de una plataforma de minijuegos enfocada en el desarrollo de habilidades de PC otorga a los maestros una herramienta que permite trabajar y evaluar individualmente cada una de estas habilidades.

1.2 Estado del arte

El PC se ha revelado como una competencia transversal esencial para el futuro de los jóvenes, dado el constante avance tecnológico en todas las áreas formativas. En España, su enseñanza es obligatoria según la LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, que modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación). Esta ley incluye el PC como una competencia a desarrollar en el currículo escolar, lo cual se refuerza en varios Reales Decretos:

- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, que establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria.
- Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, que establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, que establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, que establece la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato.

Aunque su inclusión en los planes educativos ya es una realidad, la formación en pensamiento computacional de los docentes continúa siendo un desafío en evolución.

Actualmente están surgiendo muchos proyectos de financiación en la Unión Europea [3] para elaborar actividades para el desarrollo del PC, desde aulas totalmente digitalizadas, estrategias pedagógicas como la programación o la robótica o, pruebas capaces de cuantificar estos conocimientos.

Los videojuegos en este campo están resultando ser una de las mejores apuestas, pues no solo forman ya parte de las tecnologías del siglo XXI, si no que permiten transmitir conocimientos

de manera lúdica y adaptable a diversas situaciones. Son muchos los juegos actuales que intentan ludificar los contenidos enseñados en las aulas, como Kahoot¹, o que intentan abordar aspectos concretos del PC, como la programación o la robótica, como Scratch² o Lego Mindstorms³.

Este proyecto que lleva como título Zynxle pretende, a través de la creación de una plataforma de minijuegos, ludificar las aulas y crear juegos que van más allá de la programación o la robótica y que abordan uno o varios conceptos distintos del PC como la abstracción o el reconocimiento de patrones, siendo estas cualidades muy beneficiosas en múltiples disciplinas.

1.3 Antecedentes de videojuegos en la educación

Los videojuegos han estado presentes en la educación desde los años 80 en múltiples disciplinas, siendo algunos de los primeros “The Oregon Trail” [4] usado para enseñar a los estudiantes estadounidenses la historia de los pioneros de la ruta de Oregón o “Where in the world is Carmen Sandiego” [5], otra saga de videojuegos que comenzó como videojuego con el propósito de enseñar conceptos básicos de geografía (véase la Figura 1) y que posteriormente se expandió a otras materias como historia y matemáticas y a otras plataformas como series y concursos de televisión, juegos de mesa, etc.

¹ <https://kahoot.com>

² <https://scratch.mit.edu>

³ <https://www.lego.com/es-es/themes/mindstorms/app>



Figura 1: Imagen videojuego Carmen Sandiego

Más recientemente, surgen juegos más modernos como Kahoot [6] una plataforma de cuestionarios personalizables que se pueden adaptar con preguntas de cualquier tipo de asignatura y Minecraft Education Edition [7], una expansión de popular videojuego Minecraft enfocada en el desarrollo de conocimientos de las materias STEM entre muchas otras (véase la Figura 2).

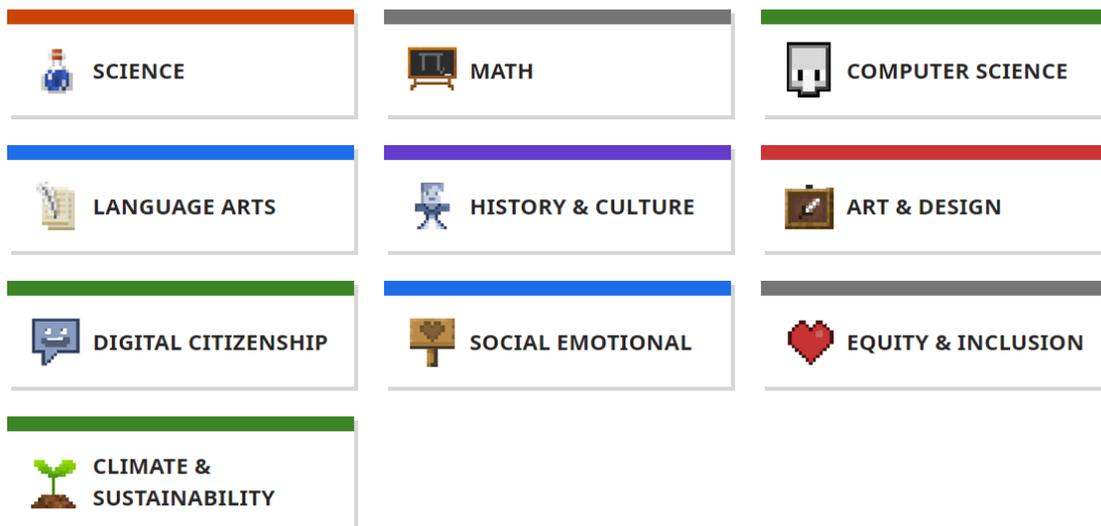


Figura 2: Asignaturas Minecraft Education Edition. Fuente: Web Minecraft [8]

Capítulo 2: Objetivos

En este apartado se detallan los objetivos del proyecto **Zynxle**. Este trabajo no solo busca proporcionar una herramienta educativa innovadora, sino también fomentar el interés y la comprensión de conceptos clave en el ámbito del pensamiento computacional desde una edad temprana.

2.1 Objetivos del proyecto

El proyecto de diseño de un videojuego educativo para trabajar y evaluar las habilidades de PC en las aulas persigue contribuir significativamente al ámbito educativo mediante el uso de tecnologías interactivas. A continuación, se detallan los objetivos generales y específicos del proyecto:

Objetivo General

- Desarrollar una plataforma de minijuegos educativos multijugador centrados en fomentar y evaluar las habilidades de PC en estudiantes de educación primaria.

Objetivos Específicos

1. **Diseñar y desarrollar minijuegos que promuevan el aprendizaje de habilidades de PC.**
 - Crear minijuegos que aborden habilidades específicas como la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos.
2. **Implementar una plataforma fácil de usar.**
 - Utilizar tecnologías adecuadas para el desarrollo de la plataforma, garantizando compatibilidad con diversos dispositivos y entornos educativos.
3. **Proporcionar herramientas de evaluación y retroalimentación para educadores.**
 - Desarrollar sistemas de seguimiento y reporte que permitan a los educadores monitorizar el progreso de los estudiantes y proporcionar retroalimentación personalizada.

2.2 Planificación

Para el desarrollo del proyecto del videojuego educativo destinado a trabajar y evaluar las habilidades de PC se ha establecido una planificación en 3 etapas, denominadas Alfa, Beta, Gold cada una dividida en múltiples subtareas acordes al progreso del videojuego en cada momento:

- *Alfa:* En esta etapa el principal objetivo era conseguir un prototipo con las mecánicas claves del videojuego final, con el fin de evaluar tanto su viabilidad como herramienta educativa como el grado de entretenimiento como producto lúdico.
- *Beta:* En esta etapa el principal objetivo era añadir los elementos necesarios al juego que permitiesen recabar y mostrar información útil sobre las habilidades del PC de los alumnos durante y después de la partida, así como pulir todos los aspectos de la alfa para crear un producto que pudiese ser probado por alumnos en las aulas.
- *Gold:* En esta etapa el principal objetivo era terminar de pulir y adaptar el juego con la información recabada de los aspectos positivos y negativos del mismo tras las pruebas realizadas por grupos reales de alumnos con el fin crear una herramienta que pueda ser utilizada por docentes de todas las escuelas.

Dentro de cada una de estas etapas existen múltiples tareas y subtareas agrupadas por categorías, como diseño y programación, o apartados según a que pantalla del videojuego afecten y detallan cada uno de los elementos generales que debería contener el videojuego. En la Figura 3 se presenta el diagrama de Gant del proyecto Zynxle donde se pueden ver en detalle las actividades realizadas por cada uno de los miembros del equipo junto con la fecha de comienzo y fin y la duración de las mismas.

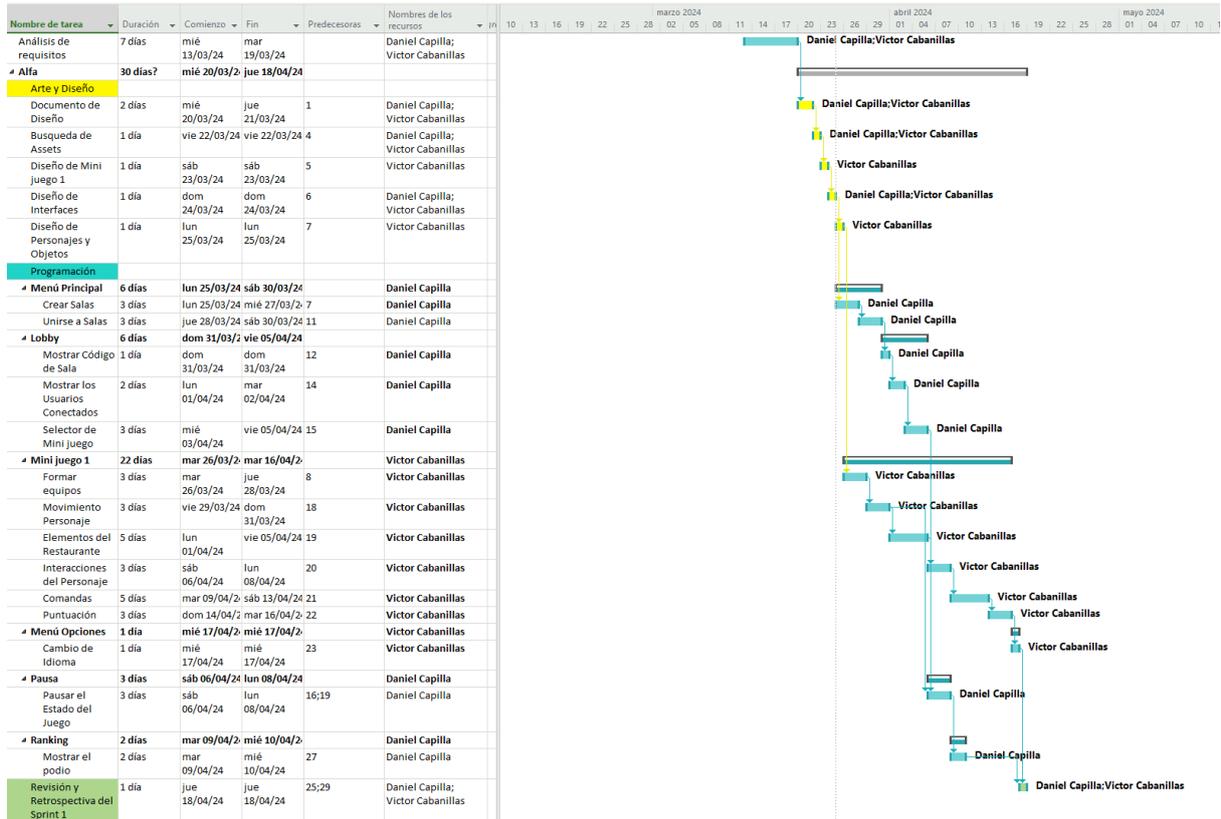


Figura 3: Diagrama GANT de Zynxle

2.3 Metodología de trabajo

Para asegurar una gestión eficiente y ordenada del proyecto, se adoptaron una combinación de metodologías ágiles utilizando herramientas y buenas prácticas para facilitar la colaboración y el seguimiento del progreso.

- *Metodologías Ágiles*

Se ha optado por metodologías ágiles debido a su enfoque iterativo y flexible, lo que ha permitido adaptarse rápidamente a cambios y asegurar una entrega constante de valor. Las metodologías ágiles han permitido mejorar la comunicación, la colaboración y la respuesta a las necesidades del proyecto a medida que avanzamos.

- *Kanban*

Para la gestión de tareas y el flujo de trabajo, se utilizó el sistema Kanban, que ayuda a visualizar y gestionar el progreso de las actividades. Empleamos un tablero Kanban en la herramienta Trello (véase la Figura 4) con las siguientes columnas:

- **ToDo:** Tareas pendientes por iniciar.
- **Doing:** Tareas que están en proceso.
- **Done:** Tareas completadas.

Este enfoque permite mantener un flujo de trabajo continuo y equilibrado.

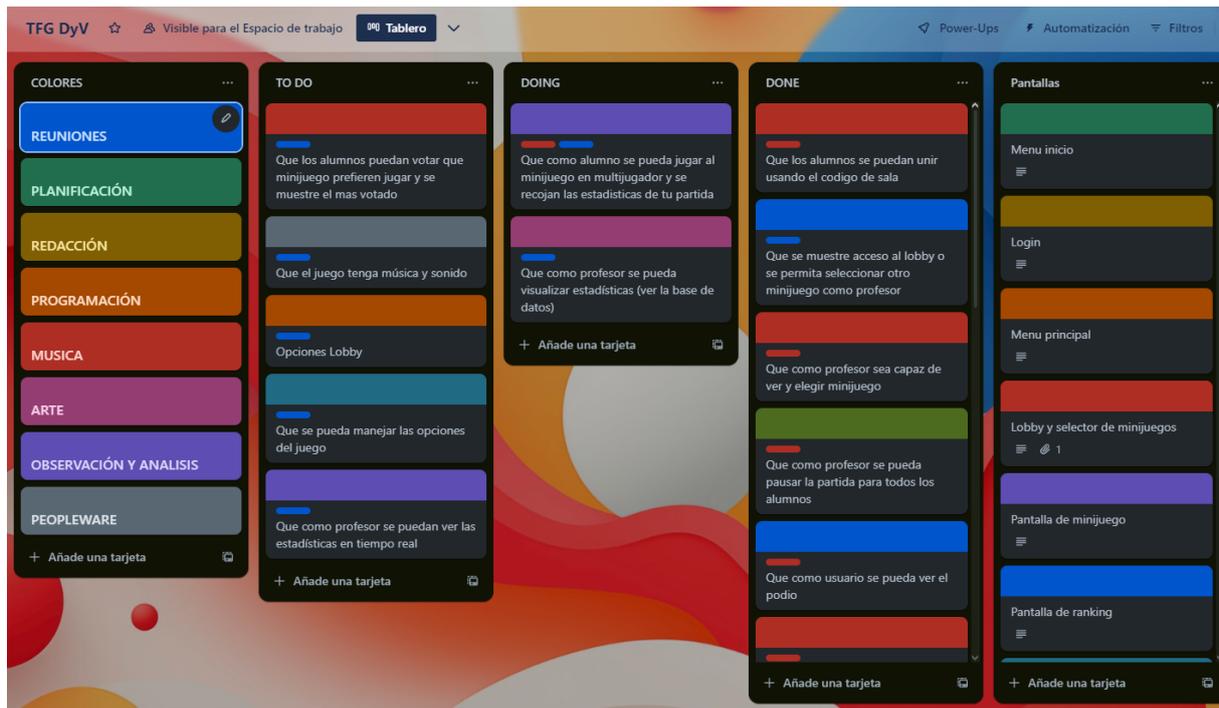


Figura 4: Tablero Trello

- **Scrum**

Aunque no se siguen todos los roles definidos de Scrum estrictamente, se incorporaron varios elementos clave de esta metodología para estructurar y organizar el trabajo:

- **Sprints:** Se dividió el trabajo en ciclos cortos e iterativos llamados sprints. Cada sprint comienza con una planificación donde se definen las tareas a completar y termina con una revisión para evaluar los resultados y planificar mejoras.
- **Reuniones diarias (Dailys):** Se realizaron reuniones cortas diarias donde cada miembro del equipo informa sobre lo que hizo el día anterior, lo que planea hacer hoy y cualquier impedimento al que se esté enfrentando. Estas reuniones mejoran la comunicación y la coordinación dentro del equipo.

Capítulo 3: Marco Teórico

En este capítulo se detalla toda la información sobre el PC, su definición y fundamentos, su estado actual dentro de la educación y los antecedentes de videojuegos que trabajan estos aspectos.

3.1 Definición y fundamentos del pensamiento computacional

El PC es una habilidad esencial en la era digital, ampliamente reconocida por su capacidad para mejorar la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la creatividad. Jeannette Wing, en su artículo de 2006 [2], definió el PC como "*el proceso de pensamiento involucrado en formular problemas y sus soluciones de manera que las soluciones sean representadas de una forma que una computadora pueda ejecutarlas*". Este enfoque no solo es aplicable a la informática, sino que también puede beneficiar a diversas disciplinas, permitiendo a los individuos abordar problemas de manera estructurada y lógica.

Los fundamentos del PC se basan en varios componentes clave:

1. **Descomposición:** Esta habilidad implica desglosar problemas complejos en partes más pequeñas y manejables. Al dividir un problema en componentes más simples, es más fácil abordarlo y resolverlo de manera eficiente.
2. **Reconocimiento de patrones:** Esta habilidad consiste en identificar similitudes y diferencias dentro de los datos. Al reconocer patrones, los estudiantes pueden hacer predicciones, simplificar problemas y aplicar soluciones previamente conocidas a nuevos contextos.
3. **Abstracción:** Esta habilidad se refiere a la capacidad de enfocarse en la información relevante, ignorando los detalles irrelevantes. La abstracción permite a los individuos generalizar y formular soluciones que se puedan aplicar a una variedad de problemas.
4. **Diseño de algoritmos:** Esta habilidad implica crear un conjunto de instrucciones paso a paso para resolver un problema o completar una tarea. Los algoritmos son fundamentales en la programación y en la resolución de problemas de manera sistemática y lógica.

El PC no es solo una habilidad técnica, sino también una competencia transversal que fomenta el desarrollo de habilidades blandas, como la creatividad, la colaboración y la comunicación. Según la investigación de Barr y Stephenson (2011), el PC incluye "habilidades y procesos que son útiles no solo en la informática sino en la solución de problemas en general" [9]. Esta versatilidad lo convierte en una habilidad valiosa en el currículo educativo.

3.2 Pensamiento computacional en la educación

La integración del PC en el currículo educativo, ha sido impulsada por la necesidad de preparar a los estudiantes para un mundo cada vez más digital y tecnológico y ha demostrado múltiples beneficios que no solo beneficia a los estudiantes en términos de competencias tecnológicas, sino que también mejora su desempeño en otras áreas académicas con mejoras en áreas como la capacidad de resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración, permitiendo a los estudiantes abordar problemas complejos de manera sistemática, fomentando el trabajo en equipo e impulsando soluciones innovadoras.

En este contexto surgen algunos proyectos como el proyecto CoTEDI⁴ y el Proyecto Bebras⁵ que buscan promover e integrar el PC en la educación.

3.2.1 Proyecto CoTEDI

El proyecto CoTEDI (*Computational Thinking in Education for Diversity and Inclusion*) [10], liderado por diversas instituciones educativas y de investigación, tiene como objetivo principal la integración del PC en la Educación Primaria y Secundaria teniendo en cuenta la diversidad de los contextos educativos y las necesidades específicas de los niños. Este proyecto se enfoca en desarrollar recursos educativos y estrategias pedagógicas que permitan a los docentes enseñar PC de manera efectiva. El proyecto ha demostrado que es posible integrar estas habilidades en diversas áreas del conocimiento, no limitándose únicamente a la informática, sino también abarcando disciplinas como matemáticas, ciencias y humanidades.

⁴ <https://cotedi.eu>

⁵ <https://www.bebas.org/about.html>

Según García-Peñalvo [11], fomentar el desarrollo de habilidades de PC en estudiantes a través de la incorporación de actividades y recursos específicos en el currículo escolar es necesario y es en este contexto donde proyectos como CoTEDI impulsan la creación de herramientas como el videojuego descrito en este documento.

3.2.2 Proyecto Bebras

El proyecto Bebras es una iniciativa internacional que promueve el PC a través de desafíos y competiciones para estudiantes de todos los niveles educativos. Fundado en 2004 por Valentina Dagienė en Lituania [12], el proyecto Bebras ha crecido para incluir a más de 60 países participantes. Los desafíos Bebras consisten en resolver problemas que requieren habilidades de descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño de algoritmos. Dagienė y Futschek [13] destacan que los desafíos Bebras están diseñados para ser accesibles y atractivos, proporcionando una introducción lúdica al PC. Este enfoque ha demostrado ser eficaz para involucrar a los estudiantes y aumentar su interés en la informática y otras disciplinas relacionadas.

En España, el proyecto Bebras se organiza desde la Universidad del País Vasco. Además, la Fundación La Caixa en su programa EduCaixa selecciona actividades del catálogo Bebras y las recoge dentro de su iniciativa llamada “HelloBebas” [14].

3.3 Antecedentes de videojuegos educativos sobre pensamiento computacional

Existen numerosos videojuegos y herramientas digitales para la enseñanza del PC que se han ido popularizando en la última década, haciendo el aprendizaje de estas habilidades más atractivo y accesible para los estudiantes, creando un entorno lúdico e interactivo en las aulas. Entre estos proyectos destacan algunos como:

- **Scratch:** [15] Una plataforma de programación visual dirigida principalmente a niños y adolescentes, que incluye una interfaz intuitiva de arrastrar y soltar bloques de código para crear historias interactivas, juegos y animaciones mientras se aprenden conceptos de programación, iteración y lógica condicional.

- **LEGO Mindstorms:** [16] Permite a los alumnos crear y controlar robots hechos con piezas de LEGO. Utiliza un lenguaje de programación por bloques similar a Scratch, que facilita el aprendizaje de conceptos de robótica creando robots que realicen diversas tareas. Un ejemplo de este entorno se puede ver en la Figura 5.

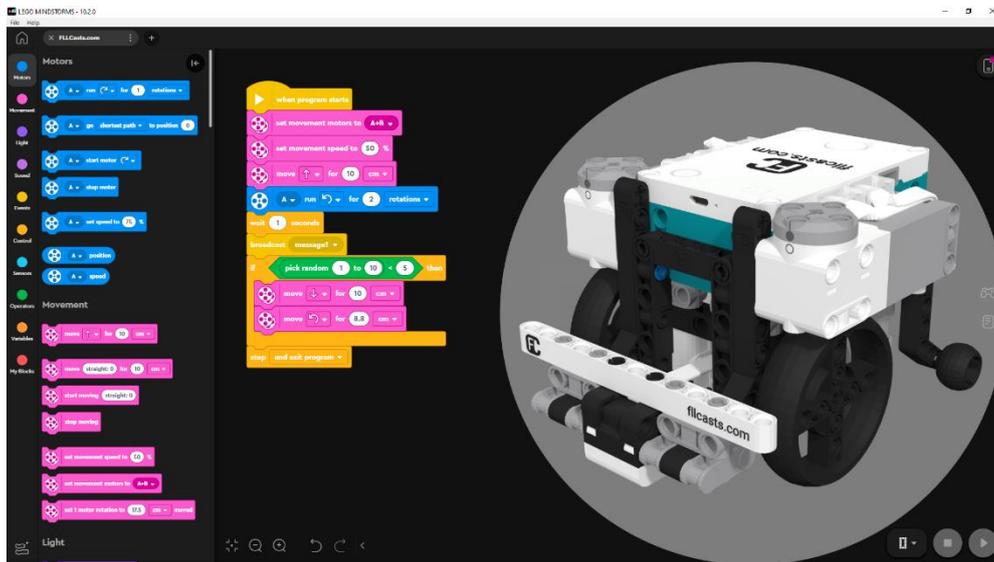


Figura 5: LEGO Mindstorms [16]

- **Baba Is You:** [17] Este videojuego de rompecabezas enseña conceptos de programación y lógica a través de bloques de texto manipulables que representan comandos y condiciones que alteran las reglas del juego, permitiendo transformar el entorno y las interacciones al cambiar las frases. Este enfoque no solo enseña habilidades de PC como la lógica condicional y la manipulación de variables, sino que además fomenta la creatividad y el pensamiento lateral. La interfaz del juego se presenta en la Figura 6.

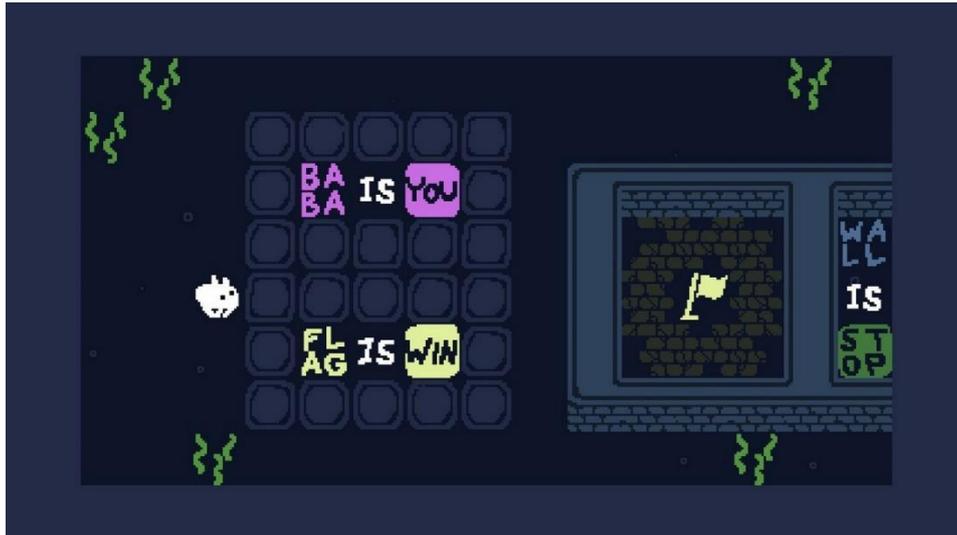


Figura 6: Baba Is You [17]

3.4 Marco normativo

El PC ha ganado importancia en la Educación Primaria a nivel mundial. Mientras que Estados Unidos y varios países europeos han avanzado significativamente en la incorporación del PC en la Educación Primaria, España está en proceso de integrarlo más plenamente a través de marcos normativos y programas específicos. La tendencia global muestra una creciente importancia de estas competencias en la formación de los estudiantes, preparándolos para un futuro digital.

Estados Unidos

En Estados Unidos, la integración del PC en la Educación Primaria varía entre estados, pero hay esfuerzos notables a nivel nacional:

1. **CSTA Standards (Computer Science Teachers Association Standards)** [18]: Los estándares CSTA proporcionan un marco detallado para la enseñanza de la informática desde la Educación Primaria hasta la Educación Secundaria. Para los grados 3-5 (aproximadamente 8-11 años), los estándares incluyen conceptos básicos de PC como la descomposición de problemas, algoritmos y programación básica. Algunas organizaciones como Code.org han sido fundamentales en la promoción del PC en las escuelas estadounidenses. Code.org ha desarrollado un currículo alineado con los

estándares CSTA y ha trabajado con distritos escolares para implementar programas de ciencia de la computación en la Educación Primaria [19].

2. **K-12 Computer Science Framework** [20]: Este marco, desarrollado en colaboración entre varias organizaciones y expertos en educación, proporciona una guía coherente y comprensiva para la enseñanza de la informática en todos los niveles K-12, incluyendo la etapa de Educación Primaria.

Europa

La integración del PC en la Educación Primaria en Europa varía entre países, pero la Unión Europea ha promovido varias iniciativas:

1. **DigCompEdu (Digital Competence Framework for Educators)** [21]: Este marco, desarrollado por la Comisión Europea, incluye competencias relacionadas con el PC que los educadores deben enseñar. Aunque no es un currículo específico, proporciona una guía sobre cómo integrar estas competencias en la educación.
2. **Code Week** [22]: Iniciativa de la Comisión Europea para promover la alfabetización digital y el PC en todos los niveles educativos, incluyendo Educación Primaria. Durante la Code Week, se organizan talleres y actividades en toda Europa para fomentar el aprendizaje de la programación y el pensamiento computacional.
3. **Iniciativas nacionales:** Algunos países europeos han desarrollado sus propios currículos y marcos normativos. Por ejemplo:
 - **Reino Unido** [23]: Introdujo el PC en su currículo nacional en 2014, abarcando desde la Educación Primaria. Los estudiantes de 9-12 años aprenden conceptos básicos de programación y algoritmos.
 - **Finlandia** [24]: Implementó un currículo que incluye la enseñanza del PC desde los primeros años de la Educación Primaria.

España

En España, la integración del PC en la etapa de Educación Primaria ha sido promovida a través de varias iniciativas y marcos normativos:

1. **Ley Orgánica de Modificación de la LOE (LOMLOE)** [25]: La LOMLOE, que modifica la Ley Orgánica de Educación, incluye la competencia digital como una de las

competencias clave que los estudiantes deben desarrollar. Aunque no menciona explícitamente el PC, éste se integra dentro de la competencia digital.

2. **Plan de Digitalización y Competencias Digitales** [26]: Lanzado por el Ministerio de Educación y Formación Profesional, este plan incluye objetivos para mejorar la competencia digital de los estudiantes, incluyendo el PC y la programación, a través de recursos y formación para los docentes.
3. **Programas específicos:** Varias comunidades autónomas han implementado programas específicos para enseñar PC en Educación Primaria. Por ejemplo:
 - **Andalucía** [27]: Ha desarrollado un currículo específico para la enseñanza del PC y la programación en Educación Primaria.
 - **Cataluña** [28]: Implementó el programa "Impuls de la Programació i la Robòtica Educativa" (IPRE) para integrar la programación y el PC en el currículo de Primaria a través de la robótica educativa.

Capítulo 4: Diseño del videojuego

En este capítulo, se abordará el diseño del videojuego **Zynxle**, detallando tanto los requisitos del videojuego como los aspectos pedagógicos, técnicos y artísticos que fundamentan su desarrollo. Además de los objetivos y competencias que se buscan desarrollar, y como la estructura de los minijuegos se alinea con los principios del PC.

4.1 Descripción general del videojuego

Zynxle es un videojuego educativo multijugador, diseñado principalmente para estudiantes de Educación Primaria. El juego se desarrolla en una serie de minijuegos, cada uno enfocado en uno o varios aspectos del PC, como la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos.

El objetivo principal de **Zynxle** es enseñar y evaluar habilidades de PC de manera lúdica e interactiva. A través de diversos minijuegos, los estudiantes aprenden a resolver problemas complejos, identificar patrones, abstraer información relevante y diseñar algoritmos eficaces. El juego utiliza una metodología basada en minijuegos cooperativos o competitivos que fomentan el trabajo en equipo y motivan a los estudiantes a competir por mejorar sus habilidades.

La interfaz del juego es colorida y atractiva, diseñada para ser intuitiva y accesible para estudiantes de diferentes edades y habilidades. **Zynxle** no solo proporciona una plataforma divertida para el aprendizaje, sino que también permite a los maestros monitorear el progreso de sus estudiantes, facilitando una enseñanza más personalizada y efectiva.

4.2 Requisitos del videojuego

En este apartado se incluyen los requisitos funcionales y no funcionales que debe tener el proyecto.

4.2.1 Requisitos funcionales

RF1 Registro de Usuarios: La plataforma debe incluir una pantalla donde los usuarios puedan registrarse. Esta pantalla debe solicitar información básica como nombre de usuario, edad,

sexo, código de clase y rol. Debe contar con validaciones adecuadas para asegurar la integridad de los datos ingresados. Esta información debe almacenarse en base de datos.

RF2 Inicio de Sesión: La plataforma debe permitir que los usuarios inicien sesión utilizando sus credenciales (nombre de usuario).

RF3 Personalización del Perfil: La plataforma debe permitir a los usuarios personalizar su perfil, incluyendo la capacidad de subir una imagen de perfil. Esta información debe almacenarse en la base de datos.

RF4 Ajustes del Juego: La plataforma debe permitir a los usuarios ajustar las opciones del juego. Esto incluye configuraciones como el sonido y el idioma.

RF5 Multilingüe: La plataforma debe estar disponible en distintos idiomas, permitiendo a los usuarios seleccionar su idioma preferido desde un menú de configuración. Los idiomas que estarán disponibles serán inglés, español y francés.

RF6 Creación de Partidas: La plataforma debe permitir que los profesores creen partidas y que los alumnos puedan unirse a ellas.

RF7 Estadísticas de Partidas: Los profesores deben poder acceder a las estadísticas de las distintas partidas. Además, deben poder filtrar estas estadísticas por diferentes campos como código de clase, fecha, minijuego, partida y grupo para obtener la información específica.

RF8 Unirse a Partida con Código: Los alumnos deben poder ingresar un código único de sala proporcionado por el profesor para unirse a una partida específica.

RF9 Información de la Sala: Se debe mostrar una lista dinámica en la interfaz de usuario del profesor y de los alumnos, actualizada automáticamente a medida que nuevos usuarios se unen o se salen de la sala. También, los minijuegos que están disponibles.

RF10 Selección de Minijuego por el Profesor: El profesor debe tener la capacidad de seleccionar un minijuego específico que se jugará en la partida.

RF11 Elección de Grupo: Los jugadores podrán elegir el grupo al que desean pertenecer. Hasta que todos no hayan elegido grupo no se da comienzo a la partida.

RF12 Interacción en el Mapa durante el Minijuego (KaosKitchen): Durante la partida, los jugadores deben poder moverse libremente por un mapa, recoger ingredientes disponibles y colocar estos ingredientes en ubicaciones específicas según sea necesario.

RF13 Visualización de Pedido y Recetas de Ejemplo: Durante la partida, los jugadores deben poder ver claramente el pedido actual que deben completar, así como las recetas de ejemplo que pueden consultar para preparar los ingredientes correctamente.

RF14 Control durante la Partida: El profesor debe tener el control total de la partida. Teniendo la capacidad de pausar la partida en cualquier momento, cambiar la visualización para ver las cocinas de diferentes grupos participantes y ver estadísticas en tiempo real de la partida, como la clasificación actual y el último pedido entregado por cada grupo.

RF15 Visualización de Clasificación al Finalizar la Partida: Al término de la partida, se mostrará una tabla de clasificación que incluirá el nombre de cada grupo participante, su puntuación obtenida durante la partida y su posición en la clasificación final.

RF16 Control Adicional para el Profesor: El profesor debe tener la potestad de volver a elegir un minijuego para jugar o volver de nuevo a la sala para que se conecten o se desconecten jugadores.

4.2.2. Requisitos no funcionales

RNF1 Conexión a la Base de Datos: La aplicación debe tener una conexión estable y segura a la base de datos, garantizando la integridad y la disponibilidad de los datos en todo momento.

RNF2 Interfaz Intuitiva y Sencilla: La aplicación debe contar con una interfaz de usuario intuitiva y sencilla, evitando una sobrecarga de elementos, iconos reconocibles, menús emergentes y mantener una estética coherente. La navegación debe ser clara y fácil de entender.

RNF3 Rendimiento: La plataforma debe ser capaz de manejar múltiples conexiones de usuarios simultáneamente sin experimentar retardos significativos ni interrupciones durante la partida.

RNF4 Seguridad: Todos los datos de los usuarios y las interacciones en la plataforma deben estar protegidos mediante medidas adecuadas de seguridad.

RNF5 Compatibilidad: La aplicación debe ser compatible con Windows y Android.

RNF6 Mantenibilidad: El código debe estar bien documentado y organizado, facilitando las actualizaciones y correcciones de errores.

4.3 Objetivos educativos y competencias a desarrollar

Zynxle tiene el propósito de desarrollar y evaluar habilidades del PC principalmente en estudiantes de educación primaria.

4.3.1 Objetivos educativos

Dentro de los objetivos educativos, **Zynxle** pretende:

- **Fomentar el Pensamiento Crítico y la Resolución de Problemas:** Desarrollar la capacidad de los estudiantes para abordar problemas complejos de manera lógica y estructurada, promoviendo estrategias de solución de problemas que puedan aplicarse en diferentes contextos académicos y de la vida diaria.
- **Enseñar los Fundamentos de la Programación:** Introducir conceptos básicos de programación y otras competencias computacionales de una manera accesible y atractiva, facilitando la comprensión de la lógica detrás de la programación mediante la práctica interactiva.
- **Estimular la Creatividad y la Innovación:** Motivar a los estudiantes a explorar soluciones creativas e innovadoras a través de la experimentación fomentando el uso de la imaginación en la creación de proyectos y la resolución de desafíos.
- **Promover la Colaboración y el Trabajo en Equipo:** Plantear actividades que requieran cooperación y comunicación entre los estudiantes fomentando un entorno de aprendizaje colaborativo.

4.3.2 Competencias a desarrollar

Dentro de las competencias, los minijuegos tienen como objetivo trabajar uno o varios de los siguientes aspectos:

- **Descomposición:** Capacidad de dividir problemas complejos en partes más pequeñas y manejables, permitiendo abordar un problema paso a paso y resolver cada parte individualmente.
- **Reconocimiento de Patrones:** Identificación de similitudes y diferencias en conjuntos de datos o eventos para hacer predicciones y desarrollar estrategias de solución.
- **Abstracción:** Enfoque en la información relevante y omisión de detalles irrelevantes permitiendo generalizar y aplicar conceptos a diferentes situaciones.
- **Diseño de Algoritmos:** Creación de secuencias de instrucciones claras y eficientes para resolver problemas, desarrollando habilidades para planificar, probar y mejorar algoritmos que resuelvan determinados problemas.
- **Pensamiento Lógico:** Aplicación de principios lógicos para tomar decisiones informadas y resolver problemas de manera sistemática y coherente.
- **Colaboración y Comunicación:** Trabajo efectivo en equipo para alcanzar objetivos comunes, desarrollando habilidades de comunicación para compartir ideas y soluciones.

4.4 Diseño pedagógico

El diseño pedagógico de **Zynxle** está fundamentado en principios educativos que garantizan una experiencia de aprendizaje efectiva y significativa. A continuación, se detallan los aspectos clave del diseño pedagógico del videojuego:

- **Enfoque basado en competencias:** El juego se centra en el desarrollo de competencias específicas de PC, incluyendo descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, diseño de algoritmos, pensamiento lógico, colaboración y comunicación. Estas competencias se integran en los minijuegos y actividades, asegurando que los estudiantes puedan practicar y aplicar estas habilidades.
- **Aprendizaje activo e interactivo:** **Zynxle** promueve el aprendizaje activo a través de la interacción constante con el juego. Los estudiantes participan activamente en la resolución de problemas, la toma de decisiones y la creación de soluciones. Esta participación refuerza la retención del conocimiento y fomenta un aprendizaje más profundo [29].

- **Metodología de gamificación:** El uso de elementos de gamificación mantiene a los estudiantes motivados y comprometidos durante el aprendizaje, el uso de minijuegos permite cambiar constantemente de juego para evitar la repetitividad y el aburrimiento.
- **Diseño modular y escalable:** El juego está estructurado en minijuegos, cada uno enfocado en una o varias competencias específicas del PC. Esta modularidad permite una fácil integración en diversos currículos y la adaptación a diferentes niveles educativos. Además, el diseño escalable asegura que el contenido pueda ser ampliado y actualizado, incorporando nuevos minijuegos y conceptos según sea necesario.
- **Accesibilidad:** **Zynxle** ha sido diseñado teniendo en cuenta la edad de los estudiantes. La interfaz es intuitiva y accesible, permitiendo que estudiantes de edades tempranas puedan participar. Se incluyen opciones de personalización y ajustes para asegurar que todos los estudiantes puedan tener una experiencia de aprendizaje positiva.
- **Evaluación continua y retroalimentación:** El juego incorpora mecanismos de evaluación continua que permiten a los estudiantes recibir retroalimentación inmediata sobre su desempeño. Esta retroalimentación es crucial para el aprendizaje, ya que ayuda a los estudiantes a identificar errores, entender conceptos mal comprendidos y mejorar sus habilidades. Los maestros también tienen acceso a informes detallados sobre el progreso de los estudiantes, lo que les permite ajustar su enseñanza según las necesidades individuales de los alumnos.

4.5 Diseño técnico y artístico

El diseño técnico y artístico de **Zynxle** se enfoca en crear una experiencia de usuario atractiva, intuitiva y educativa. A continuación, se detallan los aspectos clave del diseño técnico y artístico del videojuego.

4.5.1 Concepto y estilo visual

El estilo visual de **Zynxle** está dividido en 2 secciones principales:

- *Menús e Interfaces*

Los menús de **Zynxle** están formados por fondos con patrones diferentes en cada una de las distintas pantallas, así como múltiples botones y paneles con bordes redondeados (véase la Figura 8 y la Figura 9), siguiendo una paleta de color con tonos llamativos como la presentada en la Figura 7. Todo esto hace que los menús del videojuego tengan un aspecto agradable y colorido ideal para estudiantes. Además, un punto importante del menú principal de la Figura 9 es la habilidad de que los usuarios puedan cambiar su imagen de perfil pudiendo elegir entre múltiples animales como se puede observar en la Figura 10, para así personalizar como se representan al entrar al menú de lobby (véase la Figura 8).

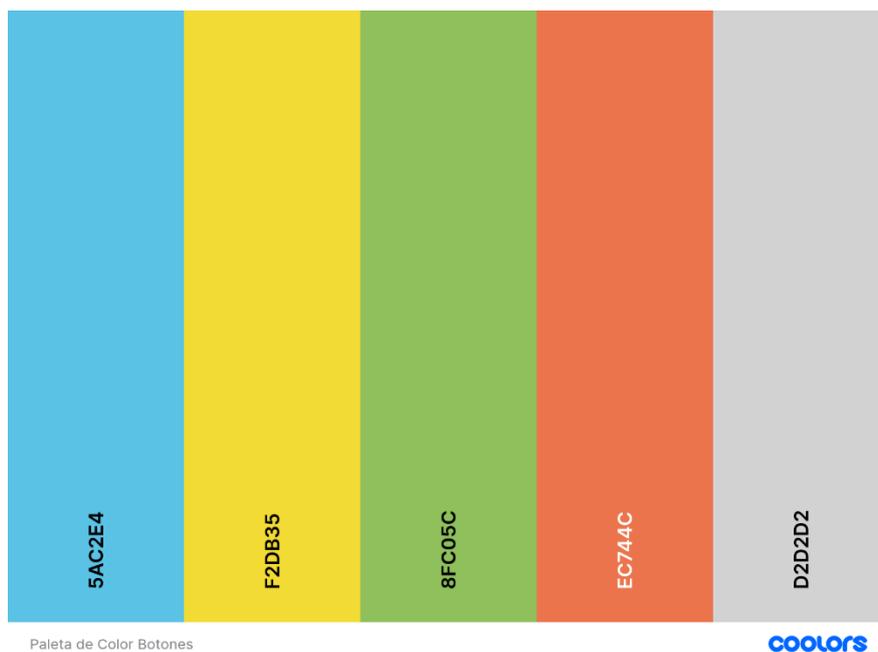


Figura 7: Paleta de color interfaces



Figura 8: Menú Lobby



Figura 9: Menú principal



Figura 10: Selector foto de perfil

- *Minijuegos*

El aspecto visual de los minijuegos de **Zynxle** radica en la temática de cada minijuego. Volviendo cada juego una experiencia única y evitando limitaciones a la hora de diseñar nuevos minijuegos, permitiendo así llegar a adaptar el estilo para encajarse dentro de otros ámbitos formativos del aula aparte del PC.

En la actualidad **Zynxle** cuenta con un único minijuego llamado KaosKitchen, ambientado en la temática de restaurantes, donde el escenario se plantea como el interior de una cocina con encimeras, cajas llenas de ingredientes y otros recursos para crear los platos, el estilo visual de este minijuego se asemeja a otros videojuegos tales como Overcooked (véase la Figura 11) o PlateUp (véase la Figura 12).



Figura 11: Overcooked

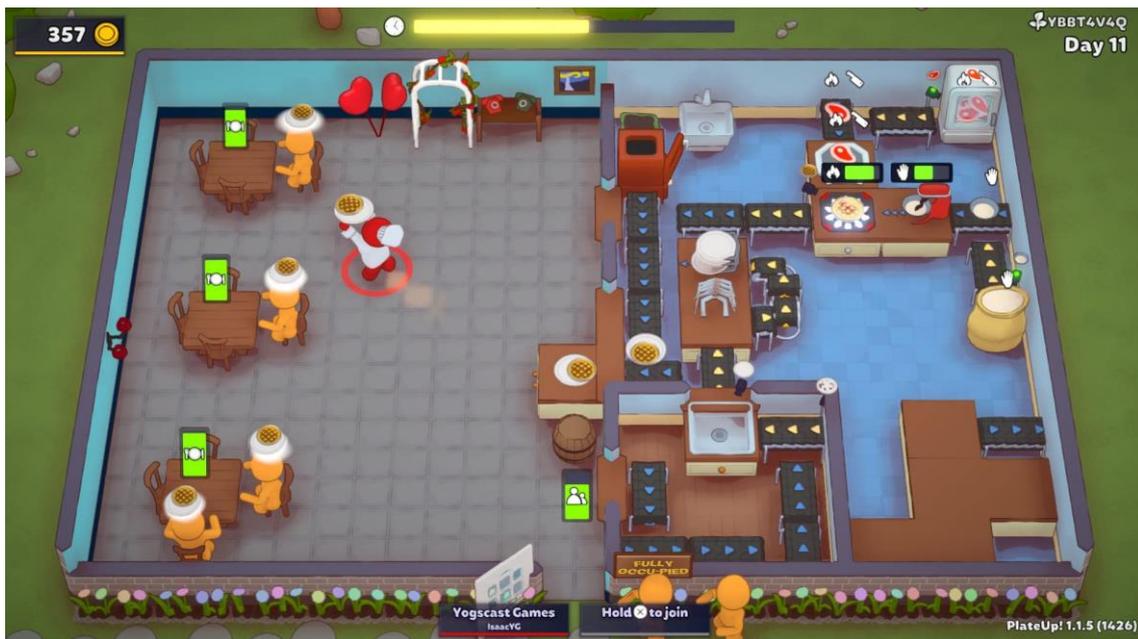


Figura 12: PlateUp

4.5.2 Mecánicas del juego

Las mecánicas de **Zynxle** radican en las acciones posibles dentro de cada minijuego siendo la más general la capacidad de mover a tu personaje.

Dentro del minijuego KaosKitchen, existe la capacidad de coger, transportar y soltar objetos en determinadas ubicaciones permitiendo a los jugadores coger platos e ingredientes para elaborar los pedidos y entregarlos a los clientes (véase la Figura 13).

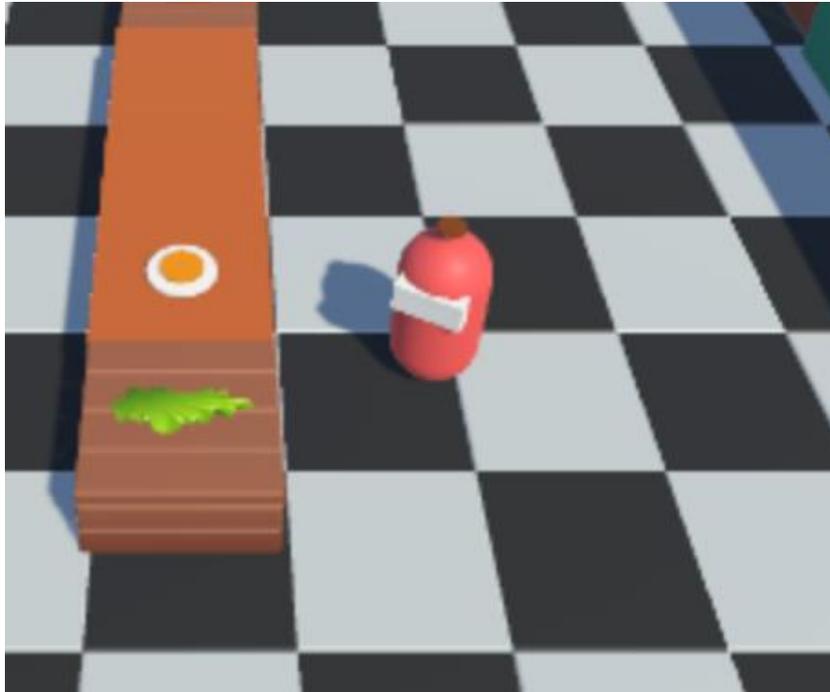


Figura 13: Transporte de objetos

Otra mecánica destacable del juego es la creación de los pedidos, donde al inicio de cada partida, se asociarán aleatoriamente los ingredientes con una letra, haciendo que los estudiantes tengan que utilizar sus conocimientos de abstracción para completar correctamente los pedidos solicitados. La Figura 14 muestra un ejemplo de los ingredientes codificados en el minijuego.



Figura 14: Ingredientes codificados

Para elaborar un pedido los alumnos deberán en primer lugar utilizar los conocimientos de abstracción para averiguar la codificación de cada ingrediente, buscando similitudes entre las hamburguesas de ejemplo y descartando ingredientes cuyo código ya se haya averiguado.

Posteriormente deberán analizar el pedido solicitado y determinar los ingredientes necesarios para irlos colocando en un plato, teniendo en cuenta que el pan siempre es obligatorio al inicio y al final (véase la Figura 15). Finalmente deberán entregar el pedido completo para su evaluación.

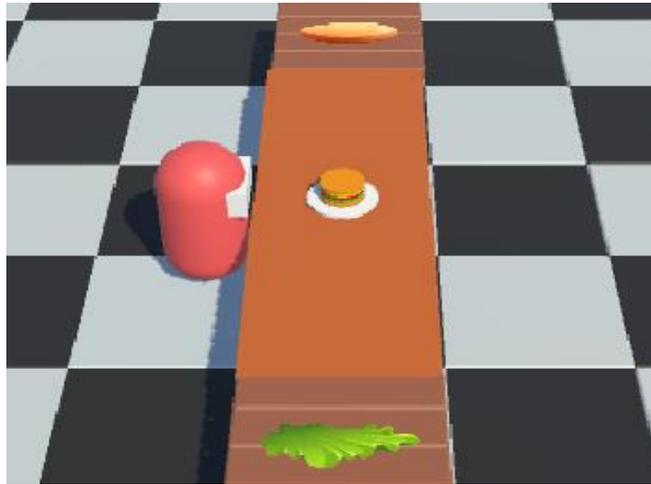


Figura 15: Pedido completado

4.5.3 Niveles y estructura de los minijuegos

El diseño de la estructura y los niveles de **Zynxle** es distinto en cada minijuego, en el caso de KaosKitchen, la estructura de la cocina está diseñada para favorecer el trabajo en equipo mediante la división del escenario en 2 secciones izquierda y derecha a través de la línea central de encimeras como se presenta en la Figura 16, lo cual favorece a los equipos que se dividan y se coloquen repartidos en dichas secciones y trabajen en equipo para elaborar los pedidos de manera más rápida y eficiente.



Figura 16: Cocina restaurante

4.6 Herramientas y tecnologías utilizadas

Para el desarrollo de este videojuego se han utilizado múltiples herramientas y tecnologías, entre las cuales destacan el motor Unity⁶ para el desarrollo del videojuego, así como su biblioteca Netcode For Gameobjects⁷ y su servicio Relay⁸ para el desarrollo de los componentes multijugador, la biblioteca DoTween⁹ para la realización de animaciones e interpolaciones, y la herramienta Audacity¹⁰ para la edición de música y sonido, así como múltiples elementos como sonidos, imágenes o modelos 3D los cuales son de uso libre o se poseen los derechos de uso.

⁶ <https://unity.com/es>

⁷ <https://docs-multiplayer.unity3d.com/netcode/current/about/>

⁸ <https://unity.com/products/relay>

⁹ <https://dotween.demigiant.com>

¹⁰ <https://www.audacityteam.org>

Capítulo 5: Desarrollo del videojuego

En este capítulo se describen todos los aspectos relacionados con el desarrollo del videojuego, su proceso de desarrollo y la descripción de la implementación técnica de todos los aspectos, así como una descripción detallada sobre el desarrollo del minijuego.

5.1 Proceso de desarrollo y organización del trabajo

Como se ha comentado anteriormente, para el desarrollo del videojuego se utilizaron metodologías ágiles tales como Kanban y Scrum utilizando la herramienta Trello para la gestión de las tareas y las reuniones. Las tareas se agruparon en función de varios aspectos tales como la fase del proyecto en la que se realizaron, la pantalla del juego donde se incluía y el aspecto de desarrollo que abarcaba como: diseño del juego, desarrollo técnico, diseño artístico o pruebas.

El proyecto engloba 2 ramas de desarrollo, por un lado, el desarrollo multijugador de todos los aspectos del videojuego a cargo de Daniel Capilla Sánchez y cuyos aspectos se detallan en la memoria de su TFG. Y por otro lado el desarrollo general del videojuego y su enfoque en el PC siendo estos últimos los que se abordan en este documento.

5.2 Implementación técnica

Dentro de la implementación técnica destacan 3 grandes secciones: el apartado multijugador, la base de datos encargada de recolectar los datos de los alumnos y la programación específica de los minijuegos, siendo estos 2 últimos los que se detallaran en los siguientes apartados.

5.2.1 Lenguajes de programación y plataformas

Para el desarrollo del videojuego como se ha comentado anteriormente se utilizó el motor de videojuegos Unity, el cual usa como lenguaje de programación el lenguaje C#. El videojuego fue creado para varias plataformas entre las que se incluyen Windows y dispositivos portátiles como móviles y tabletas Android, con el fin de hacerlo más accesible para los alumnos en las escuelas que cuentan con este tipo de dispositivos.

5.2.2 Integración de gráficos y sonido

Los gráficos, modelos 3D, música y sonidos son de uso gratuito o se posee la licencia de dichos elementos. En el caso de los gráficos y modelos 3D fueron integrados en el motor Unity y se usó la librería DoTween para hacer pequeñas animaciones dentro del juego. En el caso de la música y los sonidos, estos fueron modificados utilizando la herramienta Audacity para adaptarse a las necesidades del proyecto, posteriormente fueron agregados a Unity, donde su volumen se regula gracias al componente Audio Mixer de Unity, el cual ha permitido separar el volumen en 3 categorías: volumen principal, volumen de música y volumen de efectos de sonido, los cuales pueden ser ajustados por los usuarios en las opciones.

5.2.3 Integración de la base de datos

La Universidad Rey Juan Carlos proporcionó una base de datos donde poder almacenar los datos obtenidos. Dicha base de datos cuenta con 2 tablas de datos encargadas de almacenar el perfil de los usuarios y los datos de las partidas jugadas.

Base de datos de usuarios

En esta tabla de la base de datos se almacenan los datos necesarios de identidad de los usuarios entre los que se incluyen:

- **Nombre de usuario:** Un nombre de usuario no identificativo que sirve como acceso al perfil.
- **Código de clase:** Un código de clase que permita al profesor identificar a que clase pertenece esa cuenta.
- **Edad:** Edad del alumno utilizado para análisis estadístico.
- **Rol:** Determina el rol de la cuenta, si se trata de una cuenta de profesor o de alumno.
- **Género:** Genero del alumno utilizado para análisis estadístico.

Estos datos no representan un riesgo para la protección de datos de los alumnos ya que no hay suficiente información identificativa, pero pueden ser utilizados por el profesor para analizar el desempeño de los alumnos y evaluar las capacidades basándose en el género y la edad.

Base de datos de partidas

En esta tabla de la base de datos se almacenan los datos de las partidas jugadas para su posterior análisis y revisión por parte de los profesores, dentro de estos datos se incluyen:

- **Fecha:** Fecha en la que se realizó la partida, se puede usar para filtrar información en la base de datos.
- **Código profesor:** Código del profesor que organizó la partida, sirve para que los profesores sólo puedan ver la información de sus alumnos.
- **Código de clase:** Código de uno de los alumnos de la clase que jugó la partida. Se puede usar para filtrar información en la base de datos.
- **Información de partida:** Información recabada durante la partida donde se incluyen los datos presentados a los estudiantes, los pedidos solicitados y sus respuestas correctas así como las hamburguesas entregadas por cada equipo con la contribución de cada miembro del equipo como se muestra en la Figura 17.



Figura 17: Visualizar base de datos

Además, se ha implementado un sistema para visualizar la información de la base de datos dentro del juego por parte del profesor, pudiendo filtrar los resultados obtenidos por fecha de la partida o código de la clase que jugó como la que se muestra en la Figura 18, lo cual

permite que los profesores puedan analizar la información de las partidas siempre que deseen como los datos que se muestran en la Figura 17.



Figura 18: Filtro de la base de datos

5.2.4 Integración de sistema multi idioma

En la actualidad **Zynxle** cuenta con la posibilidad de cambiar entre los idiomas inglés, francés y español desde el menú de opciones presentado en la Figura 19. Para la implementación de los idiomas se utiliza la biblioteca Localization¹¹ de Unity, la cual utiliza un sistema de tablas que incluye una clave para cada palabra o texto y tantas columnas como número de idiomas se desee localizar, a su vez se utilizó el plugin de la biblioteca Localization llamado Sheets Service Provider¹² que permite la comunicación con el servicio Google Sheets¹³, pudiendo así traducir el juego desde una hoja de Excel almacenada en Google Drive tal y como se muestra en la Figura 20. Una vez está lista la localización de los textos, se importa la tabla a Unity y en cada uno de los textos del juego se añade un componente que actualiza en tiempo real el valor del texto en función del idioma seleccionado.

¹¹ <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.localization@1.0/manual/index.html>

¹² <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.localization@1.0/manual/Google-Sheets-Sheets-Service-Provider.html>

¹³ <https://docs.google.com/spreadsheets/u/0/>



Figura 19: Selector de idiomas

	A	B	C	D	E
1	Key	Spanish(es)	English(en)	French(fr)	
2	host	Crear sala	Create Room	Cr�er une salle	
3	client	Unirse	Join	Rejoindre	
4	order	Pedido	Order	Commande	
5	podium1	Grupo {groupid}	Group {groupid}	Grappe {groupid}	
6	PreCountdown	YA!	GO!	Aller!	
7	login	Acceso	Login	Se connecter	
8	register	Registro	Register	Registre	
9	enterText	Ingrese texto...	Enter text...	Entrez du texte...	
10	back	Atrás	Back	Dos	
11	enterName	Introduzca su nombre de us	Enter username	Saisissez votre nom d'utilis	
12	enterClassCode	Introduce el código de clase	Enter class code	Entrez le code de la classe.	
13	next	Siguiente	Next	Suivant	
14	age	Edad	Age	�ge	
15	role	Rol	Role	R�le	
16	gender	Género	Gender	Genre	
17	roleRegisterErro	Por favor seleccione un rol	Please select a r	Veillez sélectionner un r�l	
18	genderRegisterE	Por favor seleccione un g�r	Please select a g	Veillez sélectionner un sex	
19	usernameRegist	Por favor complete ambos c	Please fill both fi	Veillez remplir les deux ch	
20	userAlreadyExis	Este nombre de usuario ya	This username is	Ce nom d'utilisateur est d�j	
21	userNotFoundEr	Este nombre de usuario no	This username c	Ce nom d'utilisateur n'exist	
22	DBErrorText	Error de conexión compruel	Connection error	Erreur de connexion, v�rifie	
23	missingFieldsEr	Por favor llene todas las ca	Please fill all the	Veillez remplir tous les ch	

Figura 20: Excel de localización

5.3 Descripción del minijuego

En este apartado se detalla toda la información sobre el desarrollo y la implementación del minijuego con temática de restaurante llamado KaosKitchen.

5.3.1 Objetivos específicos

El minijuego KaosKitchen pretende abordar principalmente las habilidades del PC de abstracción y reconocimiento de patrones, esta idea está basada en una de las actividades presentadas por el equipo HelloBebras de LaCaixa, donde se trabajan estos conocimientos en una prueba ambientada en una hamburguesería (véase la Figura 21), es por ello por lo que se adaptó esta tarea como un videojuego de cocina.

 **Fundación "la Caixa"**

TAREA:
Ingredientes para las hamburguesas

ENUNCIADO:
El bar de hamburguesas Burger King Way utiliza seis tipos de ingredientes: A, B, C, D, E y F.
En la siguiente tabla se muestran las hamburguesas que preparan, y los ingredientes de cada una dispuestos en cualquier orden.

Hamburguesa				
Ingredientes	C, F	A, B, E	B, E, F	B, C, D

 **HelloBebras!**

PREGUNTA:
¿Qué hamburguesa está hecha con los ingredientes A, E y F?

A


B


C


D


[Fuente original del problema](#)


© Fundación "la Caixa", Barcelona, 2024. 2

Figura 21: Hamburguesas HelloBebras - Fundación La Caixa [14]

5.3.2 Mecánicas y reglas

Dentro de las mecánicas del minijuego se incluyen:

- **Caminar:** Para la mecánica de caminar se utiliza el sistema InputSystem de Unity para registrar las acciones del usuario y posteriormente se aplican fuerzas al componente Rigidbody del jugador.

- Coger objetos:** Para el sistema de objetos se implementó una serie de clases abstractas como `InteractableObject` y `ICarryObject`:
 - InteractableObject** (véase la Figura 22): Determina los objetos con los que el jugador puede interactuar. Estos objetos deben de encontrarse delante del jugador. Todos los objetos que se encuentren en el rango de interacción del jugador se iluminan para indicar al usuario con que objeto va a realizar la interacción. A su vez el resto de objetos específicos de `InteractableObject` implementan sus funcionalidades específicas para la acción de interacción.
 - ICarryObject** (véase la Figura 23): Determina los objetos que pueden ser cogidos por el jugador, los cuales serán colocados encima de la cabeza de su personaje para su transporte.

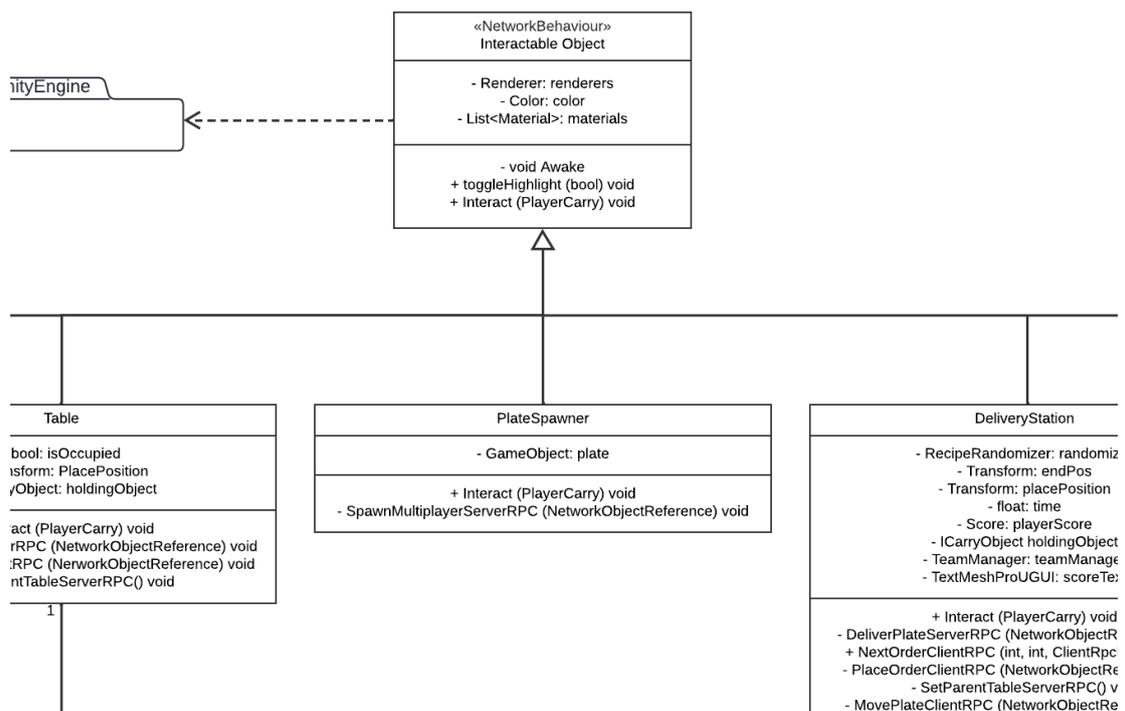


Figura 22: UML `InteractableObject`

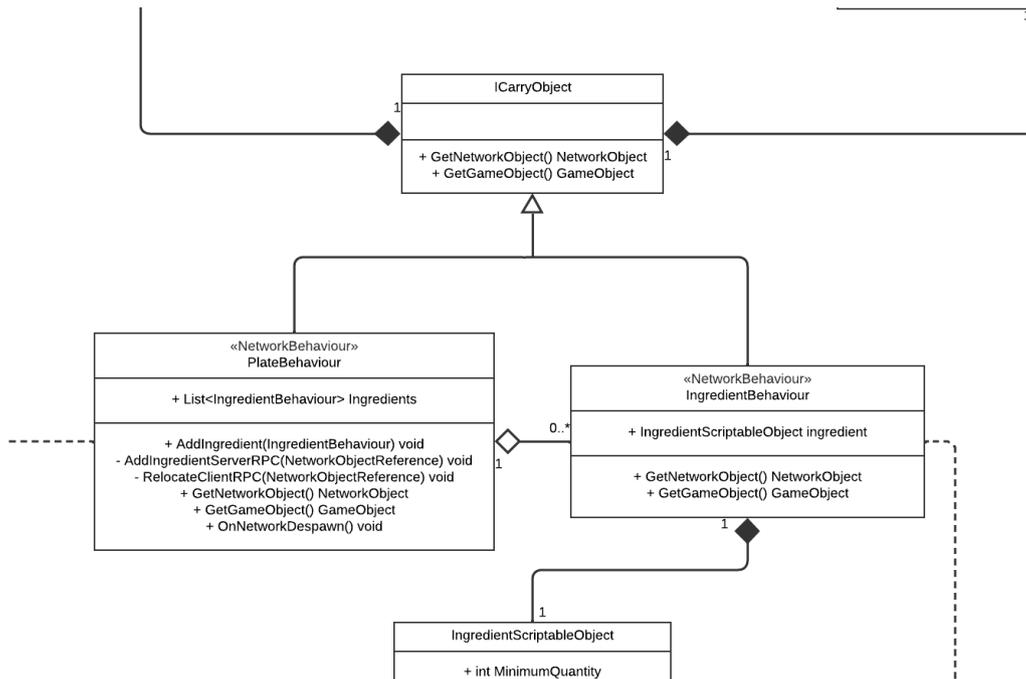


Figura 23: UML ICarryObject

- Soltar objetos:** Utilizando las clases abstractas mencionadas en el punto anterior el jugador puede coger, transportar y soltar objetos en ubicaciones específicas, siendo el principal objetivo coger platos o ingredientes y colocarlos encima de las encimeras que no estén ocupadas. Cuando se intenta colocar un ingrediente en una encimera que se encuentre ocupada por un plato, el ingrediente se colocará encima del plato y se añadirá a los ingredientes que contiene el plato. Posteriormente se puede entregar el plato en la zona de entrega para realizar la evaluación del pedido.

Para más información de estas clases y de su relación con el resto, se puede consultar los diagramas UML en la Figura 39, Figura 40 y Figura 41 incluidas como anexo de esta memoria.

Dentro de las reglas del minijuego se incluyen:

- Aleatorización de ingredientes:** Dentro del minijuego existe un algoritmo que al inicio de cada partida asigna aleatoriamente cada ingrediente a un código y muestra unas recetas de ejemplo de dónde sacar información. Un ejemplo se presenta en la Figura 24. De esta forma, los alumnos tienen que averiguar las combinaciones en cada partida. Este algoritmo garantiza que los alumnos siempre sean capaces de averiguar el código de cada ingrediente. Para ello los ingredientes se agrupan en 3 categorías obligatorias: pan,

necesarios (carnes) y extras (queso, lechuga) y se distribuyen de tal forma que algunos ingredientes aparezcan repetidos para poder determinar el código de cada uno.

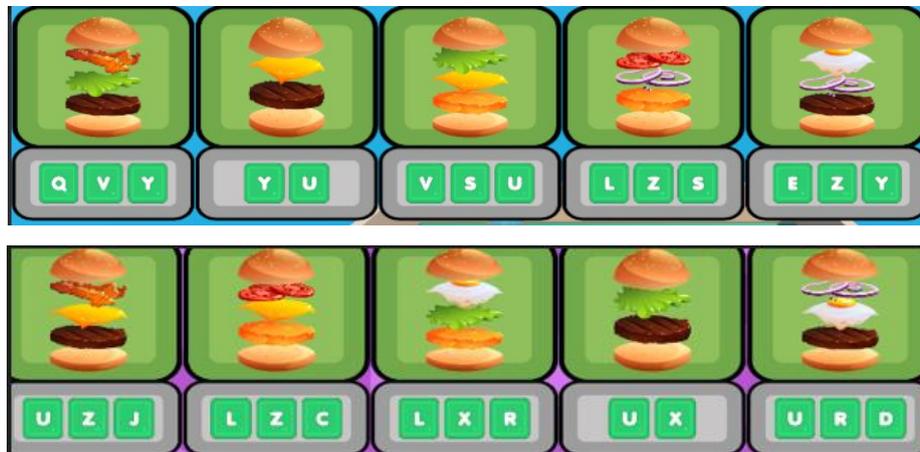


Figura 24: Hamburguesas de ejemplo

5.3.3 Interfaces y usabilidad

La interfaz del juego presenta a los alumnos varias fuentes de información entre las cuales se encuentran las recetas de ejemplo necesarias para extraer la codificación de cada ingrediente, el pedido actual que los alumnos deben de preparar, el tiempo restante de partida y la puntuación obtenida por el equipo. Un ejemplo de la interfaz del alumno se presenta en la Figura 25.



Figura 25: Interfaz alumno

Por otro lado, el profesor puede cambiar para visualizar la perspectiva de cada uno de los equipos utilizando las flechas que se muestran en la Figura 26. A su vez, puede pausar el juego para todos los alumnos y cambiar para mostrar las puntuaciones actuales de todos los equipos (véase la Figura 27) y la entrega más reciente de cada uno (véase la Figura 28).



Figura 26: Interfaz profesor



Figura 27: Puntuaciones durante partida



Figura 28: Entrega más reciente

6. Evaluación y validación

En este apartado, se presenta la metodología utilizada en este estudio, incluyendo una descripción del grupo de participantes en la experiencia, las actividades que llevaron a cabo, las herramientas empleadas para recoger información y el análisis de los datos recabados. Además, tras la experiencia, los alumnos cumplieron una encuesta para medir sus impresiones sobre el uso del programa y su capacidad para la enseñanza del PC, por lo que las respuestas también se presentan y se analizan.

6.1 Metodología de evaluación del pensamiento computacional

Como se ha comentado en un punto anterior, el minijuego KaosKitchen surge del proyecto HelloBebras! de LaCaixa. Para evaluar el PC, se recogen datos como la información presentada a los estudiantes, sus respuestas y su contribución en el equipo permitiendo así analizar su desempeño.

La evaluación comienza presentando a los alumnos unas imágenes de hamburguesas acompañadas debajo con una serie de letras que representan los ingredientes que componen cada una. Con esta información, los alumnos deben utilizar sus capacidades de abstracción, reconocimiento de patrones y sus conocimientos sobre lógica de conjuntos para asociar cada ingrediente a su código correspondiente. Acto seguido deberán construir el pedido presentado con la información que han obtenido y entregarlo a los clientes. Si el pedido es correcto recibirán un punto indicando que han utilizado correctamente sus capacidades y conocimientos para resolver el problema. En caso de resultar erróneo deberán realizar el pedido de nuevo.

En todos los casos, el profesor podrá visualizar la respuesta del equipo y la contribución de cada miembro a la resolución del problema y determinar en caso de fallo si la respuesta es parcialmente correcta o totalmente incorrecta. Pudiendo determinar así el nivel de PC de cada uno de los alumnos del grupo.

6.2 Pruebas realizadas en aulas

Las pruebas se realizaron en el colegio CEIP Castañeras, ubicado en Arroyomolinos, Madrid. Cabe destacar que se cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Rey Juan Carlos con número de registro interno 1807202329323 dado que los participantes en la evaluación fueron menores de edad.

6.2.1 Muestra y participantes

Los participantes en esta experiencia son alumnos de 4º y 5º curso de Educación Primaria. El número de total de participantes asciende a 47, donde 23 pertenecen a 4º curso formado por 17 chicos y 6 chicas con una media de edad de 9 años y los otros 24 alumnos pertenecen a 5º curso formado por 14 chicos y 10 chicas con una media de edad de 10 años.

Tabla 1: Muestra de participantes

Grupo	Chicos	Chicas	Media edad
4º	17	6	9 años
5º	14	10	10 años

6.2.2 Diseño de la evaluación

La experiencia de este estudio comienza con una presentación a los alumnos de un PowerPoint donde se muestra el propósito del proyecto, los controles del videojuego y el objetivo del minijuego que van a probar. A continuación, los alumnos juegan varias partidas de 5 minutos cada una, donde se recogen sus datos de juego para su posterior análisis. Al terminar, los alumnos rellenan un formulario sobre su experiencia con el juego y sus impresiones proporcionando así a los desarrolladores información relevante sobre la experiencia de los usuarios.

6.2.3 Diseño de las encuestas

Por último, para averiguar las impresiones del alumnado sobre la experiencia, se ha llevado a cabo una encuesta de satisfacción anónima, incluida a continuación:

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

En primer lugar, un apartado que recoge información sobre el usuario como la edad, género y frecuencia con la que juega a videojuegos.

Datos del Usuario

P1. ¿Cuántos años tienes?

- 10 o menos
- 11
- 12
- Más de 12

P2. ¿Cómo te identificas?

- Chico
- Chica
- No binario
- Otro
- Prefiero no decirlo

P3. ¿Con qué frecuencia juegas a videojuegos?

- Nunca
- Casi nunca
- Cada mes
- Cada semana
- A diario

Pensamiento Computacional

En segundo lugar, un apartado con respuestas principalmente de respuesta SI o NO para obtener información de si los alumnos aplicaron habilidades de PC durante el juego

P4. A la hora de hacer una hamburguesa, ¿te ha resultado útil mirar las otras hamburguesas que aparecían arriba a la izquierda?

- Sí
- No

P5. A la hora de realizar una hamburguesa, ¿ha sido importante seguir un orden específico de la receta?

- Sí
- No

P6. A la hora de elegir los ingredientes para la hamburguesa, ¿has entendido que significaban las letras?

- Sí
- No

P7. En cuanto a las hamburguesas que se muestran, ¿has sabido encontrar parecidos entre las hamburguesas?

- Sí
- No

P8. A la hora de realizar una hamburguesa, ¿te resulta útil lo que has aprendido en las hamburguesas anteriores?

- Sí
- No

P9. ¿Has conseguido averiguar qué significa cada letra? ¿Cómo?

Escriba su respuesta

Experiencia de juego

Finalmente, los alumnos contestaron una serie de preguntas con respuestas en escala Likert [30], diseñadas para medir su la usabilidad y la satisfacción del usuario con el videojuego. Este cuestionario se inspira en el cuestionario SUS (*System Usability Scale*) [31] adaptando el formato de sus preguntas para encajarlas en el contexto de los videojuegos y que sean más fáciles de entender para los alumnos de Primaria, pero manteniendo el propósito original de las preguntas SUS.

P10. ¿Te ha gustado el juego?

	No me ha gustado nada	No me ha gustado mucho	Normal	Me ha gustado un poco	Me ha gustado mucho
Grado de Satisfacción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

P11. ¿Te ha parecido complejo el juego?

	Muy complejo	Algo complejo	Normal	Poco complejo	Nada Complejo
Complejidad	<input type="radio"/>				

P12. ¿Cómo crees que es la dificultad del juego?

	Muy difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muy Fácil
Dificultad	<input type="radio"/>				

P13. ¿Necesitas ayuda para jugar al juego?

	No	Un poco	Normal	Sí	Sí, mucha
Ayuda	<input type="radio"/>				

P14. ¿Los controles, el movimiento y los menús del juego eran cómodos?

	No, para nada	No	Normal	Sí	Sí, mucho
Mecánicas	<input type="radio"/>				

P15. ¿Sabías identificar los iconos que aparecían en el juego y lo que hacían?

	Ninguno	Unos pocos	Normal	La mayoría	Todos
	<input type="radio"/>				

Identificación de iconos	<input type="radio"/>				
--------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

P16. ¿Crees que aprenderían a jugar rápidamente otros compañeros?

	No, es muy difícil	Les costaría	Normal	Sí, lo acabarían haciendo	Sí, es muy fácil
Mayoría	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

P17. ¿Te ha parecido el juego muy complicado de usar?

	No, esta chupado	No tanto	Normal	Sí, costaba un poco	Sí, era muy complicado
Complejidad	<input type="radio"/>				

P18. ¿Te has sentido cómodo jugando?

	Muy incómodo	Incómodo	Normal	Cómodo	Muy cómodo
Comodidad del sistema	<input type="radio"/>				

P19. ¿Has necesitado aprender muchas cosas antes de empezar a jugar?

	Sí, mucha	Sí	Normal	No	No, nada
Conocimientos previos	<input type="radio"/>				

P20. Comenta que cosas te han gustado menos del juego

Escriba su respuesta

P21. Comenta que cosas te han gustado más del juego

Escriba su respuesta

P22. ¿Crees que has aprendido algo jugando al juego?

Escriba su respuesta

6.3 Resultados obtenidos

Debido a problemas con la red el día de la prueba no se pudieron recabar tanta información como se deseaba. Sin embargo, con la información recopilada se puede realizar un análisis de los resultados de algunos alumnos, su relación con las habilidades del PC y sus resultados en las encuestas.

6.3.1 Caso práctico de análisis de resultados

De las partidas jugadas se pudieron extraer algunos datos que los docentes pueden utilizar para evaluar el desempeño de los alumnos en el juego.

Para este caso se analizan los resultados extraídos de la partida correspondiente a la Figura 29. En esta partida, los alumnos recibieron la información que se presenta en la parte superior izquierda de donde tenían que extraer la codificación de cada ingrediente, para este análisis los más relevantes son:

- **Carne de ternera:** Que corresponde con la letra U.
- **Cebolla:** Que corresponde con la letra D.
- **Queso:** Que corresponde con la letra Z.
- **Bacon:** Que corresponde con la letra J.

El pedido que se les solicitaba a los alumnos, en este caso estaba compuesto por 2 carnes de ternera y 2 cebollas, tal y como se muestra en el lado inferior izquierdo. El equipo que se

visualiza en la imagen entregó la hamburguesa que se presenta en el lado inferior derecho, de donde se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- **Bajo nivel de trabajo en equipo:** El equipo estaba formado por 4 integrantes. Sin embargo, en la hamburguesa solo se aprecia la contribución de 2 miembros del equipo J9 e I20, siendo el alumno I20 el que principalmente contribuyó a la hamburguesa entregada.
- **Fallo parcial en aplicación de habilidades de pensamiento computacional:** Aunque el equipo acertó algunos de los ingredientes como una de las carnes y los panes, falló al identificar el resto de los ingredientes que componían la hamburguesa. Por lo tanto, se recomendaría a los docentes trabajar en habilidades como la abstracción, el reconocimiento de patrones y la lógica para mejorar las habilidades de los estudiantes.



Figura 29: Caso práctico de análisis

6.3.2 Relación con las habilidades del pensamiento computacional

Las pruebas de **Zynxle** han demostrado que podría ser una herramienta útil para desarrollar diversas habilidades de PC en los estudiantes. En este caso, el juego facilita la práctica de la abstracción al requerir que los estudiantes identifiquen los elementos esenciales de un problema y omitan los detalles irrelevantes. El reconocimiento de patrones se refuerza mediante actividades que implican la identificación y aplicación de regularidades en

secuencias y estructuras. Además, la lógica se desarrolla al plantear problemas que deben resolverse mediante el uso de razonamientos secuenciales. Este enfoque lúdico y estructurado permite que los estudiantes internalicen conceptos complejos de manera intuitiva y entretenida, mejorando significativamente su capacidad para abordar problemas de PC en diversos contextos.

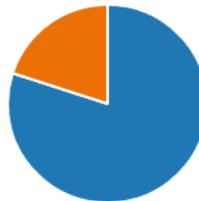
6.3.3 Resultados de las encuestas

Al finalizar las pruebas los alumnos rellenaron una encuesta, la cual tenía como objetivo evaluar el videojuego **Zynxle** en el trabajo de habilidades de PC y la satisfacción de los usuarios con el juego. Se recopilaron datos sobre la experiencia de juego, la percepción del aprendizaje y la facilidad de uso. De estas encuestas se extrajeron los siguientes resultados:

1. **Claridad de los objetivos del juego:** La mayoría de los encuestados encontraron claros los objetivos del juego, siendo los usuarios que encontraron dificultades los que más problemas tuvieron con los controles. La Figura 30 muestra los resultados de aquellas preguntas que estaban relacionadas con la claridad de los objetivos del juego.

6. A la hora de elegir los ingredientes para la hamburguesa, ¿has entendido que significaban las letras?

[More Details](#)



7. En cuanto a las hamburguesas que se muestran, ¿has sabido encontrar parecidos entre las hamburguesas?

[More Details](#)

[Insights](#)



Figura 30: Encuesta. Claridad de objetivos

2. **Desarrollo de habilidades de Pensamiento Computacional** (véase la Figura 31):

- **Abstracción:** La mayoría de los estudiantes sintieron que el juego ayudó a desarrollar su habilidad para abstraer información.
- **Reconocimiento de Patrones:** Similarmente, muchos estudiantes indicaron que el juego les ayudó a mejorar en el reconocimiento de patrones.
- **Lógica:** La habilidad lógica también fue beneficiada por el juego, según la mayoría de los encuestados.

4. A la hora de hacer una hamburguesa, ¿te ha resultado útil mirar las otras hamburguesas que aparecen arriba a la izquierda?

[More Details](#)

 Insights

- Sí 12
- No 3



5. A la hora de realizar una hamburguesa, ¿ha sido importante seguir un orden específico de la receta?

[More Details](#)

- Sí 13
- No 2



Figura 31: Encuesta habilidades pensamiento computacional

- 3. **Facilidad de Uso:** La interfaz del juego fue considerada fácil de usar por la mayoría de los estudiantes (véase la Figura 32), aunque hubo algunos comentarios de usuarios a los cuales no les gustaba tener los controles en la pantalla o les costaba utilizarlos.
- 4. **Recomendaciones:** El 78,7% de los estudiantes (37 niños de los 47 participantes) recomendaría el juego a otros, indicando la facilidad de los nuevos compañeros para aprender a jugar y una experiencia positiva general.

15. ¿Sabías identificar los iconos que aparecían en el juego y lo que hacían?

[More Details](#)



Figura 32: Encuesta facilidad de uso

5. **Aspectos Negativos:** Algunos estudiantes mencionaron problemas con los controles del juego y con la interfaz en ciertos momentos, mencionando problemas en la comodidad de los controles en pantalla, problemas en algunas interacciones y la falta de más variedad de minijuegos.
6. **Aspectos Positivos:** Los temas y actividades del juego fueron bien recibidos, especialmente las relacionadas con la creación de hamburguesas, que los estudiantes encontraron entretenidas y educativas.
7. **Percepción de Aprendizaje:** El 78,7% de los encuestados sintió que aprendieron algo nuevo jugando al juego, frente al 21,3% que no notó un aprendizaje claro.

6.4 Discusión de resultados

El videojuego **Zynxle** ha sido generalmente bien recibido por los estudiantes, con calificaciones positivas en términos de claridad de objetivos, trabajo de habilidades de PC y facilidad de uso. A pesar de algunas críticas sobre los controles, la mayoría de los estudiantes recomendarían el juego y sintieron que aprendieron algo de su experiencia. Estos resultados sugieren que **Zynxle** podría ser una herramienta efectiva para fomentar el PC en un entorno educativo. Sin embargo, debido a los problemas surgidos el día de la prueba, sería recomendable realizar más pruebas en entornos reales para adaptar mejor el proyecto a los casos de uso y valorar de forma correcta la usabilidad de la aplicación y cómo se adapta a las necesidades de distintas edades de Educación Primaria.

7. Conclusiones

En este apartado se presentan las conclusiones extraídas en el Post-Mortem del desarrollo del videojuego **Zynxle**, sus logros, limitaciones y recomendaciones futuras, así como una reflexión personal de todo lo aprendido en el desarrollo.

7.1 Logros y cumplimiento de objetivos

El proyecto **Zynxle** ha cumplido con los objetivos planteados al inicio de manera satisfactoria. Se ha desarrollado una plataforma de minijuegos educativos multijugador centrada en fomentar y evaluar las habilidades del PC en estudiantes de Educación Primaria. Los minijuegos diseñados abordan habilidades específicas como la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos, logrando promover el aprendizaje de estas competencias esenciales. La plataforma es accesible y fácil de usar, compatible con diversos dispositivos y entornos educativos. Además, se han implementado herramientas de evaluación y retroalimentación que permiten a los educadores monitorear el progreso de los estudiantes y proporcionar retroalimentación personalizada, cumpliendo con los objetivos específicos del proyecto.

7.2 Limitaciones del proyecto

A pesar de los logros alcanzados, el proyecto enfrentó varias limitaciones. La principal limitación fue la falta de tiempo, lo que impidió la incorporación de todas las funcionalidades deseadas y la realización de pruebas exhaustivas en diferentes entornos educativos. Además, la falta de un equipo más amplio y multidisciplinar presentó desafíos en términos de abordar todos los aspectos técnicos, pedagógicos y artísticos del desarrollo del videojuego de manera más eficiente. También se encontraron limitaciones de red a la hora de realizar pruebas el centro educativo donde se evaluó, lo que dificultó la evaluación completa de la funcionalidad multijugador y el rendimiento en entornos reales de uso.

7.3 Recomendaciones para futuros trabajos

Para futuros trabajos, se recomienda:

- **Extender el tiempo de desarrollo:** Dedicar más tiempo a la fase de pruebas y ajustes para asegurar que el juego funcione sin problemas en una amplia gama de dispositivos y entornos educativos.
- **Incorporar feedback de usuarios:** Realizar pruebas piloto en diversas escuelas y obtener feedback de estudiantes y docentes para mejorar la usabilidad y efectividad educativa del juego.
- **Ampliar funcionalidades:** Considerar la incorporación de más minijuegos y niveles que aborden otros aspectos del pensamiento computacional y áreas STEM.
- **Expandir el equipo de desarrollo:** Incluir más especialistas en diseño pedagógico, programación, arte y sonido para abordar de manera más completa las diversas necesidades del proyecto.
- **Asegurar la conexión de red:** Asegurar una infraestructura de red robusta para pruebas en colegios, permitiendo una evaluación completa de la funcionalidad multijugador en entornos reales.

7.4 Reflexiones personales sobre el desarrollo del proyecto

El desarrollo de **Zynxle** ha sido una experiencia enriquecedora y desafiante. Personalmente, he aprendido mucho sobre el proceso de creación de videojuegos educativos, desde el diseño conceptual hasta la implementación técnica. La colaboración con Daniel Capilla ha demostrado la importancia del trabajo en equipo y la integración de diferentes habilidades y perspectivas, resultando en un proyecto más amplio y profesional. A lo largo del proyecto, he desarrollado una mayor apreciación por la complejidad del diseño pedagógico y la necesidad de crear herramientas educativas que sean tanto efectivas como atractivas para los estudiantes. Este proyecto ha reafirmado mi interés en el campo de la tecnología educativa y me ha animado a realizar futuros trabajos adicionales dentro de esta área.

8. Referencias

- [1] Equipo del Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo - UNESCO, Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo, 2016: La Educación al servicio de los pueblos y el planeta: creación de futuros sostenibles para todos, Francia: UNESCO, 2017.
- [2] J. M. Wing, «Computational thinking,» *Communications of the ACM*, vol. 49, nº 3, pp. 33-35, 2006.
- [3] E. Commision, «Digital Education Action Plan (2021-2027),» European Commission, European Education Area, 2020. [En línea]. Available: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan>. [Último acceso: 06 2024].
- [4] Wikipedia, «Oregon Trail (videojuego),» Wikipedia, [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Oregon_Trail_\(videojuego\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Oregon_Trail_(videojuego)). [Último acceso: 06 2024].
- [5] Wikipedia, «Carmen Sandiego,» Wikipedia, [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Carmen_Sandiego. [Último acceso: 06 2024].
- [6] Wikipedia, «Kahoot!,» Wikipedia, [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Kahoot!>. [Último acceso: 06 2024].
- [7] Minecrfat, «What is minecraft education edition,» Minecraft, [En línea]. Available: <https://education.minecraft.net/en-us/discover/what-is-minecraft>. [Último acceso: 06 2024].
- [8] Minecraft, «Explore Minecrfat Lessons,» Minecraft, [En línea]. Available: <https://education.minecraft.net/en-us/resources/explore-lessons>. [Último acceso: 06 2024].

- [9] C. S. Valerie Barr, «Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?,» *ACM Inroads*, vol. 2, nº 1, pp. 48-54, 2011.
- [10] COTEDi, «COTEDi Computational Thinking Education for Diversity and Inclusion,» COTEDi, [En línea]. Available: <https://cotedi.eu>. [Último acceso: 06 2024].
- [11] F. J. Garcia-Peñalvo, «Editorial Computational Thinking,» *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 13, nº 1, pp. 17-19, 2018.
- [12] Bebras, «Bebras International challenge on informatics and computational thinking,» Bebras, [En línea]. Available: <https://www.bebas.org/about.html>. [Último acceso: 06 2024].
- [13] V. F. G. Dagiene, «Bebras International Contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for Good Tasks,» de *Informatics Education - Supporting Computational Thinking*, Berlin, 2008.
- [14] F. L. Caixa, «Hello Bebras!,» Fundacion La Caixa, [En línea]. Available: <https://educaixa.org/es/-/hellowebbras>. [Último acceso: 06 2024].
- [15] Scratch, «Acerca de Scratch,» Scratch, [En línea]. Available: <https://scratch.mit.edu/about>. [Último acceso: 06 2024].
- [16] LEGO, «LEGO Mindstorm,» LEGO, [En línea]. Available: <https://www.lego.com/es-es/themes/mindstorms/about>. [Último acceso: 06 2024].
- [17] Hempuli, «Baba is you,» Hempuli, [En línea]. Available: <https://www.hempuli.com/baba/>. [Último acceso: 06 2024].
- [18] csteachers, «CSTA K-12 Standards,» csteachers, [En línea]. Available: <https://csteachers.org/k12standards/interactive/>. [Último acceso: 07 2024].
- [19] Code.org, «Code.org,» Code.org, [En línea]. Available: <https://code.org/>. [Último acceso: 07 2024].

- [20] K12cs.org, «K-12 Computer Science Framework,» K12cs.org, [En línea]. Available: <https://k12cs.org/>. [Último acceso: 07 2024].
- [21] C. Redecker, European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu, Luxemburgo: Publications Office of the European Union, 2017.
- [22] CodeWeek, «CodeWeek,» CodeWeek, [En línea]. Available: <https://codeweek.eu/>. [Último acceso: 07 2024].
- [23] Gov.uk, «National curriculum in England: computing programmes of study,» Gov.uk, [En línea]. Available: <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>. [Último acceso: 07 2024].
- [24] Finnish National Agency for Education, New national core curriculum for basic education: focus on school culture and integrative approach, Helsinki: Finnish National Board of Education, 2014.
- [25] Gobierno de España, «BOE Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.,» Gobierno de España, [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-17264>. [Último acceso: 07 2024].
- [26] Gobierno de España, «Plan #DigEdu,» Gobierno de España, [En línea]. Available: <https://espanadigital.gob.es/lineas-de-actuacion/plan-digedu>. [Último acceso: 07 2024].
- [27] Junta de Andalucía, «DigiCraft en tu cole,» Junta de Andalucía, [En línea]. Available: <https://www.juntadeandalucia.es/educacion/portals/web/ced/planesyprogramas/digicraft>. [Último acceso: 07 2024].
- [28] Generalitat de Catalunya, «Impuls de la robòtica educativa i del pensament computacional,» Generalitat de Catalunya, [En línea]. Available: <https://projectes.xtec.cat/coordinaciodigital/dinamitzacio-digital/impuls-de-la-robotica-educativa-i-del-pensament-computacional/>. [Último acceso: 07 2024].

- [29] M. Prince, «Does Active Learning Work? A Review of the Research,» *Journal of Engineering Education*, vol. 93, nº 3, pp. 223-231, 2004.
- [30] QuestionPro, «¿Qué es la escala de Likert y cómo utilizarla?,» QuestionPro, [En línea]. Available: <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>. [Último acceso: 07 2024].
- [31] N. Thomas, «How To Use The System Usability Scale (SUS) To Evaluate The Usability Of Your Website,» USABILITYGEEK, [En línea]. Available: <https://usabilitygeek.com/how-to-use-the-system-usability-scale-sus-to-evaluate-the-usability-of-your-website/>. [Último acceso: 07 2024].

9. Anexos

Diagramas GANT

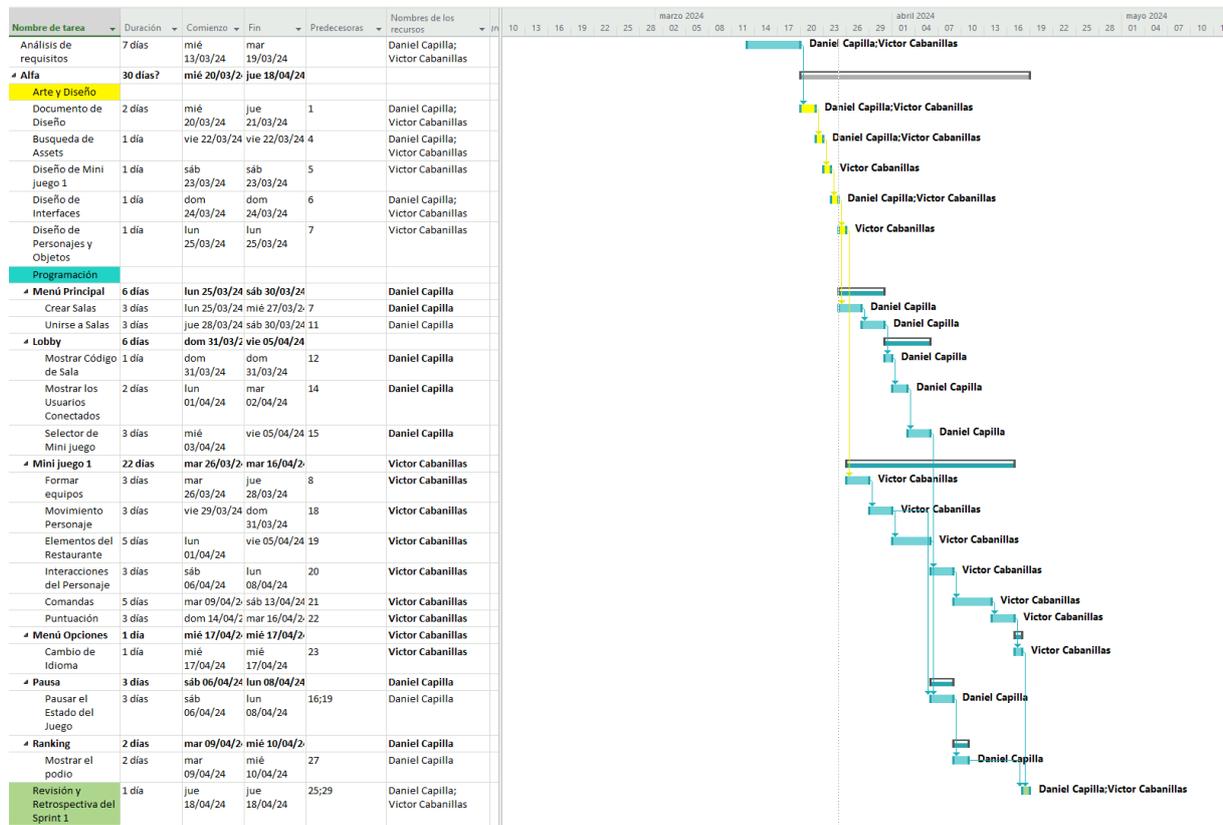


Figura 33: GANT Alfa

# Beta	28 días	vie 19/04/24	jue 16/05/24		
Diseño					
Introducir música	1 día	lun 13/05/24	lun 13/05/24	52	Victor Cabanillas
Introducir efectos de sonido	1 día	mar 14/05/24	mar 14/05/24	33	Victor Cabanillas
Introducir animaciones	1 día	mié 15/05/24	mié 15/05/24	34	Victor Cabanillas
Diseño de la BD	2 días	vie 19/04/24	sáb 20/04/24	30	Victor Cabanillas
Programación					
Implementación BD	12 días	dom 21/04/24	jue 02/05/24		
Almacenar información en la BD	5 días	dom 21/04/24	jue 25/04/24	36	Victor Cabanillas
Extraer información de la BD	5 días	vie 26/04/24	mar 30/04/24	39	Victor Cabanillas
Login de usuarios	2 días	mié 01/05/24	jue 02/05/24	40	Victor Cabanillas
Lobby	17 días	vie 19/04/24	dom 05/05/24		
Mostrar información del usuario	2 días	mié 01/05/24	jue 02/05/24	40;48	Daniel Capilla
Votación minijuego	6 días	vie 19/04/24	mié 24/04/24	30	Daniel Capilla
Opciones Lobby	1 día	jue 25/04/24	jue 25/04/24	44	Daniel Capilla
Estadísticas de la clase	3 días	vie 03/05/24	dom 05/05/24	43;41	Victor Cabanillas; Daniel Capilla
Mini juego 1	17 días	vie 26/04/24	dom 12/05/24		
Convertir minijuego a multijugador	5 días	vie 26/04/24	mar 30/04/24	45	Daniel Capilla
Estadísticas en tiempo real	4 días	lun 06/05/24	jue 09/05/24	46	Daniel Capilla
Ver partida de los alumnos	1 día	vie 10/05/24	vie 10/05/24	49	Daniel Capilla
Opciones del juego	1 día	sáb 11/05/24	sáb 11/05/24	50	Victor Cabanillas
Finalización del mini juego	1 día	dom 12/05/24	dom 12/05/24	51	Victor Cabanillas
Revisión y Retrospectiva del Sprint 2	1 día	jue 16/05/24	jue 16/05/24	35	Daniel Capilla; Victor Cabanillas

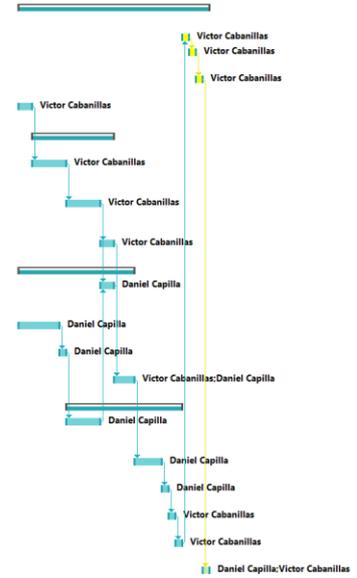


Figura 34: GANT Beta

# Gold	33 días	vie 17/05/24	mar 18/06/24		
Programación					
Arreglo de errores 1	6 días	vie 17/05/24	mié 22/05/24	53	Daniel Capilla; Victor Cabanillas
Arreglo de errores 2	4 días	mié 12/06/24	sáb 15/06/24	63	Daniel Capilla; Victor Cabanillas
Testing	20 días	jue 23/05/24	mar 11/06/24		
Testeo del mini juego 1	4 días	jue 23/05/24	dom 26/05/24	56	Daniel Capilla; Victor Cabanillas
Testeo estadísticas en tiempo real	4 días	lun 27/05/24	jue 30/05/24	59	Daniel Capilla; Victor Cabanillas
Testeo de flujo de pantallas	4 días	vie 31/05/24	lun 03/06/24	60	Daniel Capilla; Victor Cabanillas
Testeo de estadísticas de clase	4 días	mar 04/06/24	vie 07/06/24	61	Daniel Capilla; Victor Cabanillas
Testeo con múltiples dispositivos	4 días	sáb 08/06/24	mar 11/06/24	62	Daniel Capilla; Victor Cabanillas
Prueba con Usuarios Finales					
Pruebas con usuarios	2 días	dom 16/06/24	lun 17/06/24		
Prueba con usuarios	1 día	dom 16/06/24	dom 16/06/24	57	Daniel Capilla; Victor Cabanillas
Prueba en colegio	1 día	lun 17/06/24	lun 17/06/24	66	Daniel Capilla; Victor Cabanillas
Revisión y Retrospectiva del Sprint 3	1 día	mar 18/06/24	mar 18/06/24	67	Daniel Capilla; Victor Cabanillas

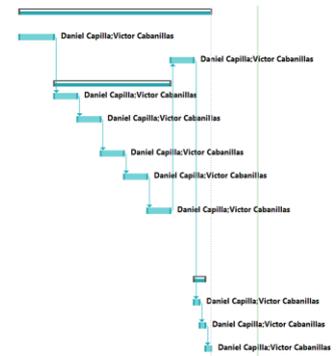


Figura 35: GANT Gold

Retrospectivas

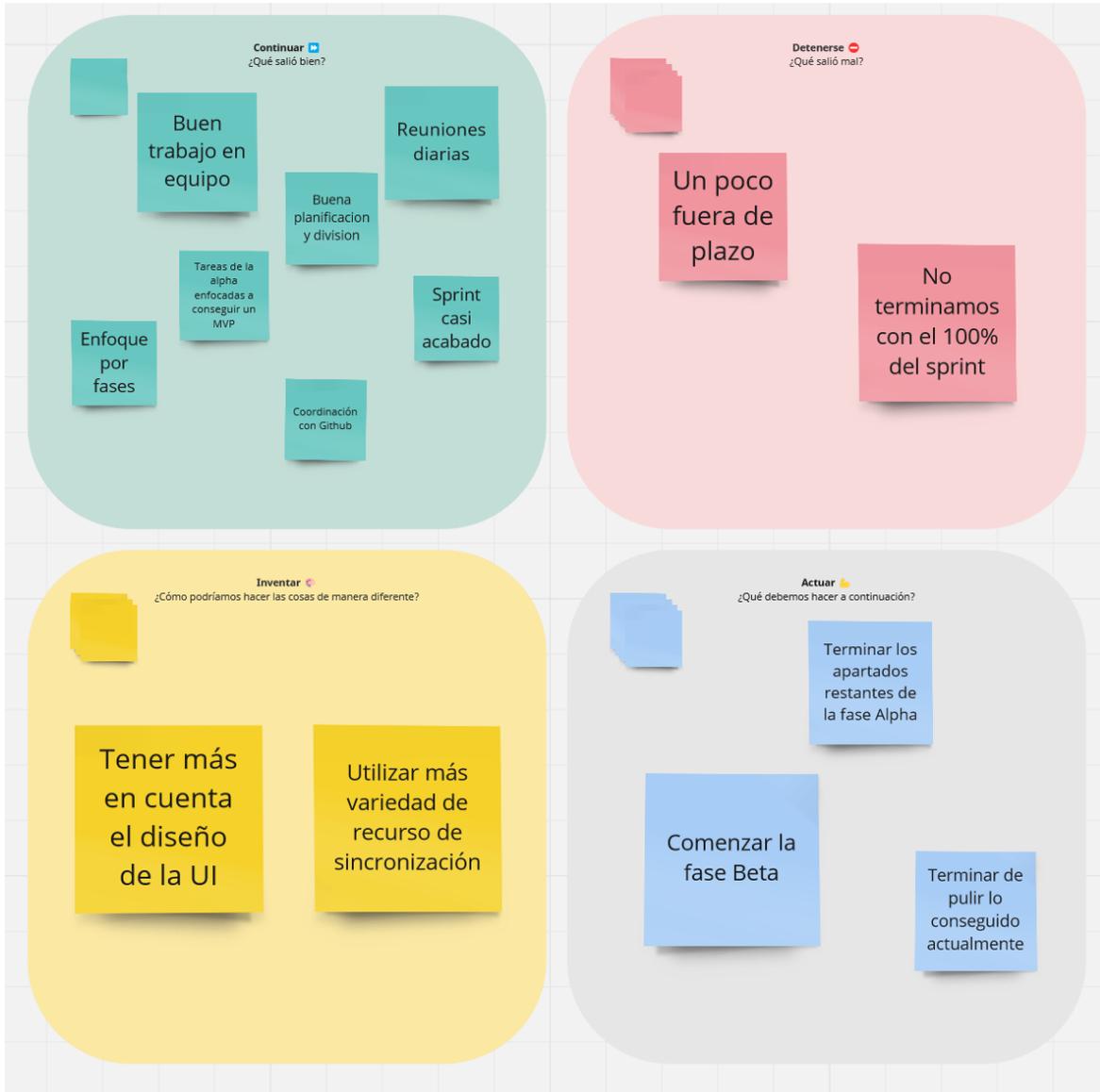


Figura 36: Retrospectiva sprint 1

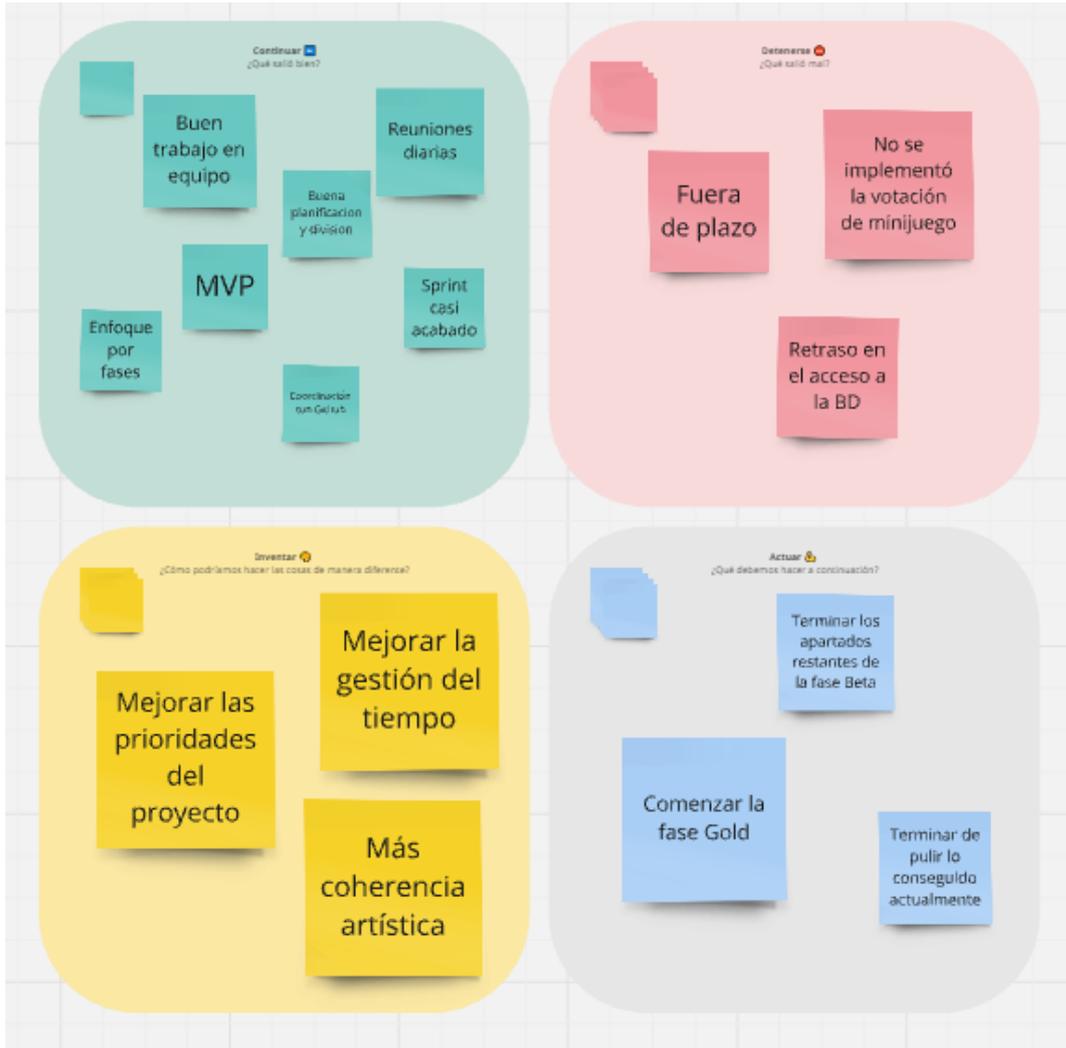


Figura 37: Retrospectiva sprint 2

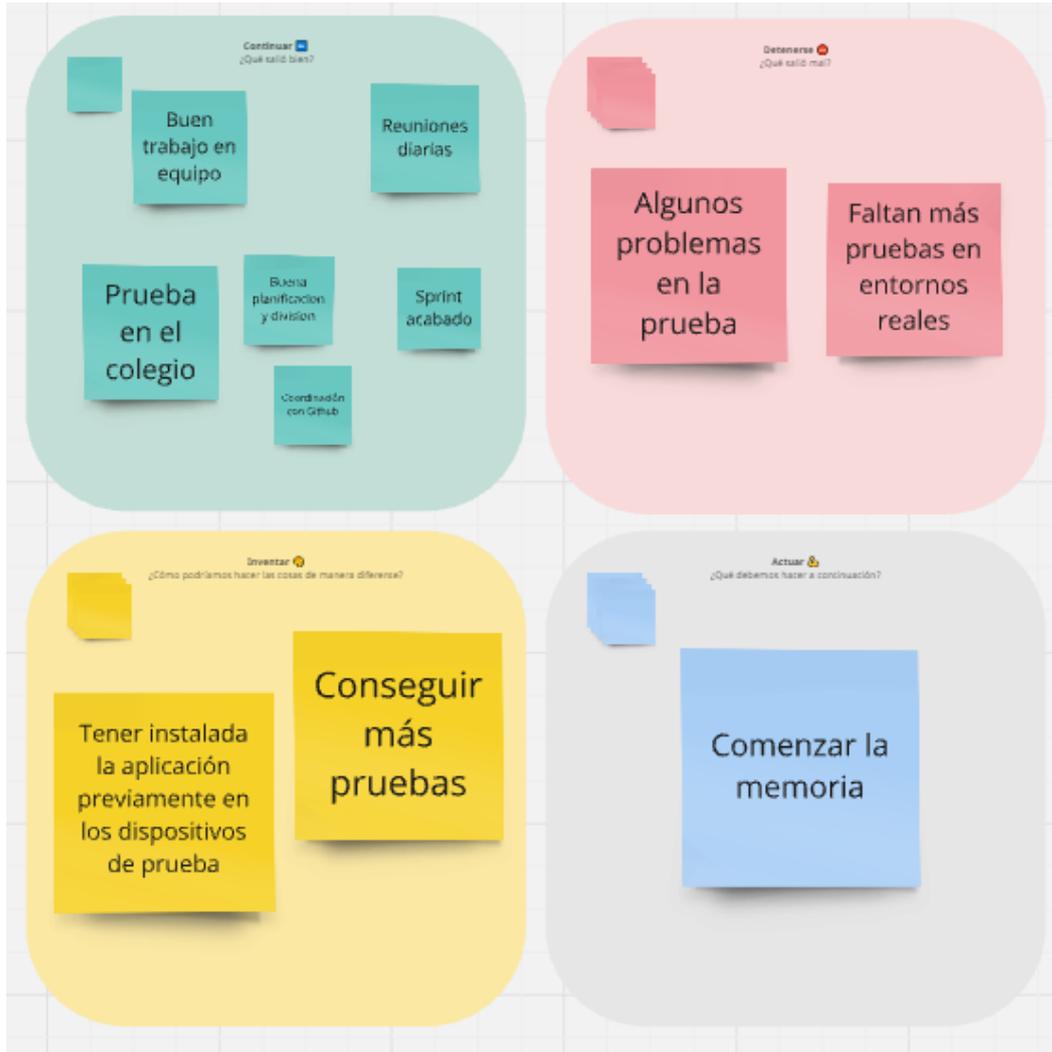


Figura 38: Retrospectiva sprint 3

Diagramas de clases

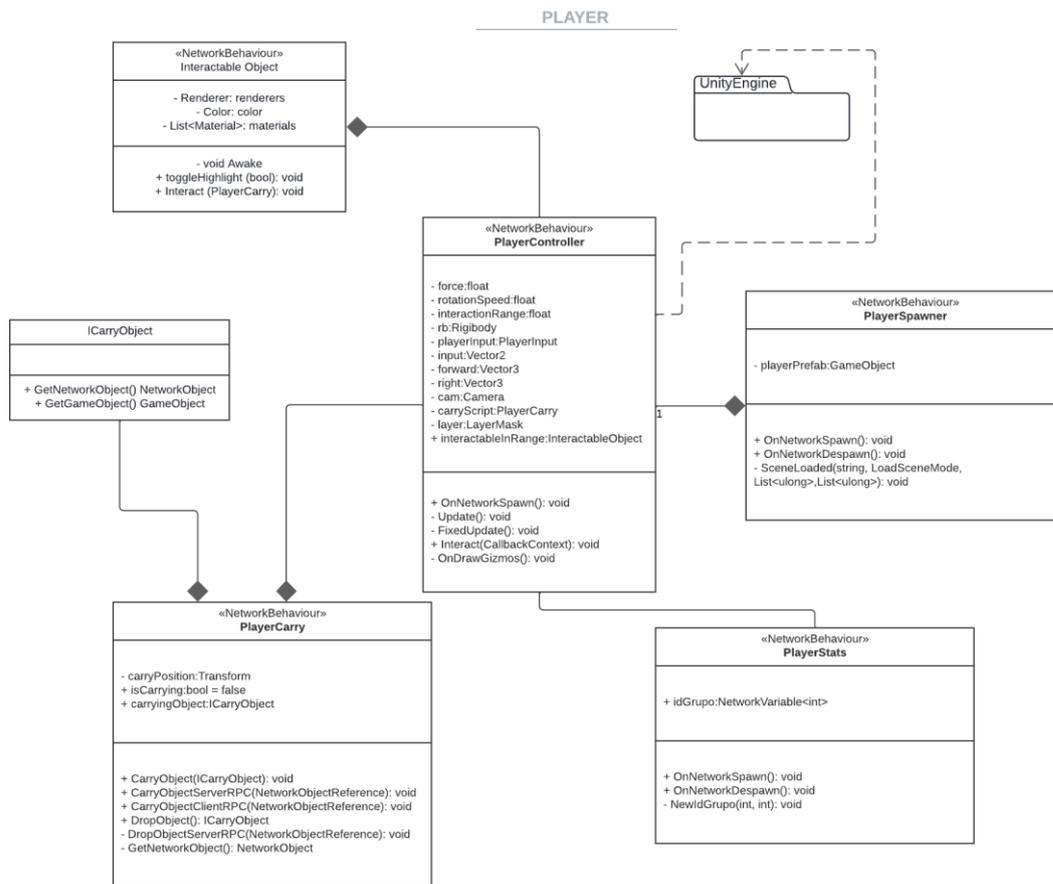


Figura 39: Diagrama UML player

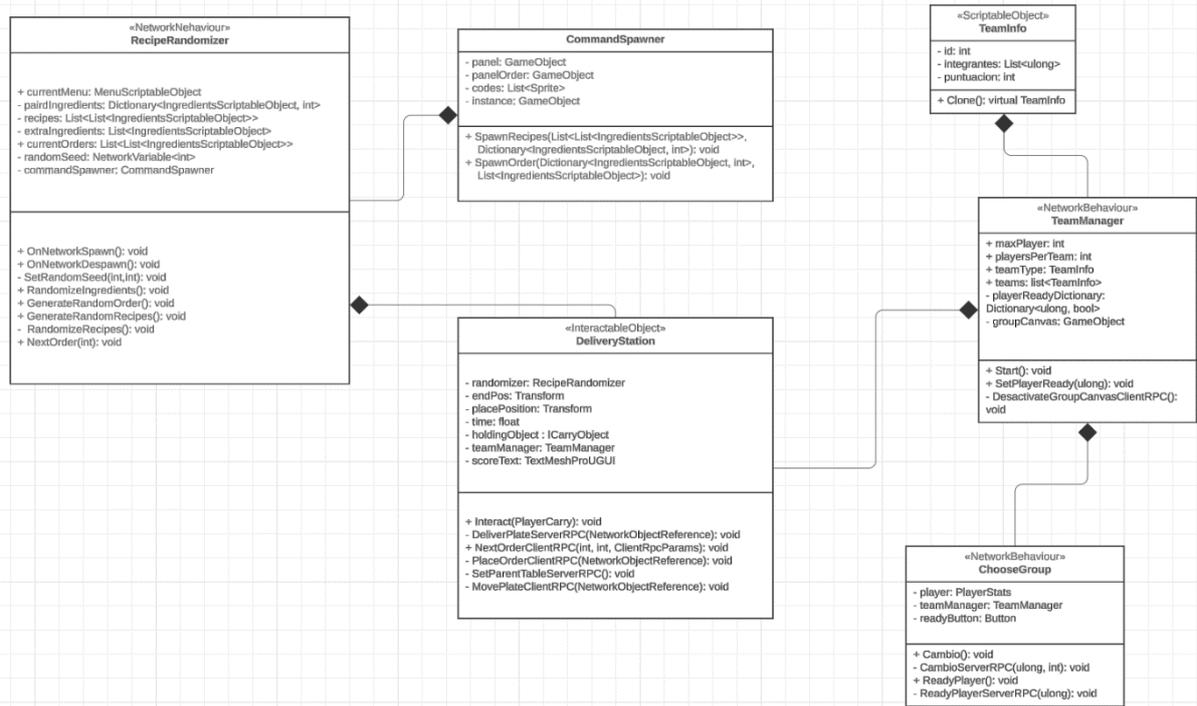


Figura 40: Diagrama UML recetas y pedidos

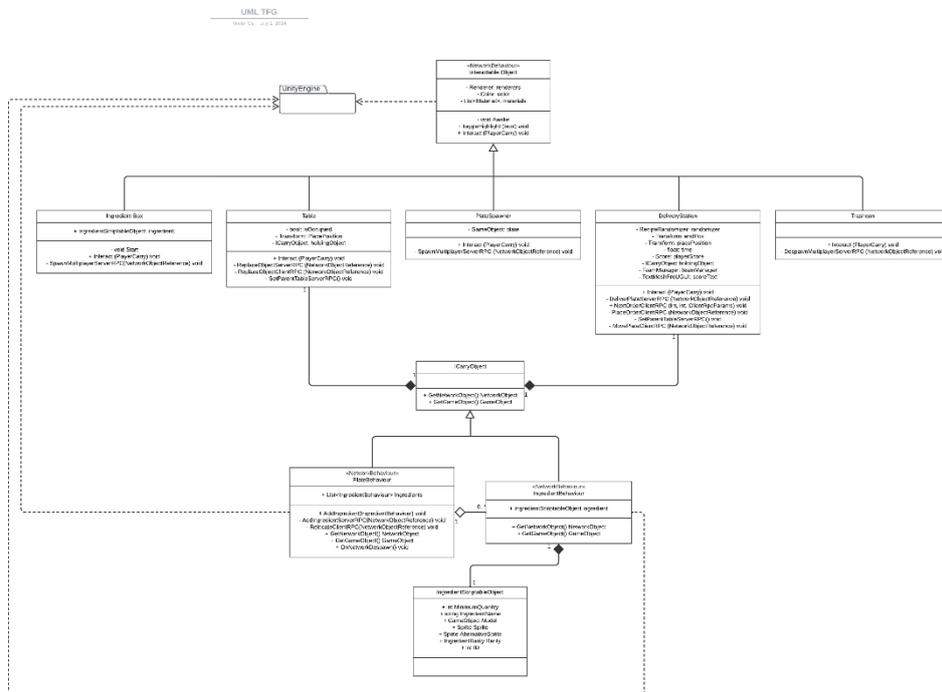


Figura 41: Diagrama UML interacciones

Pantallas del videojuego

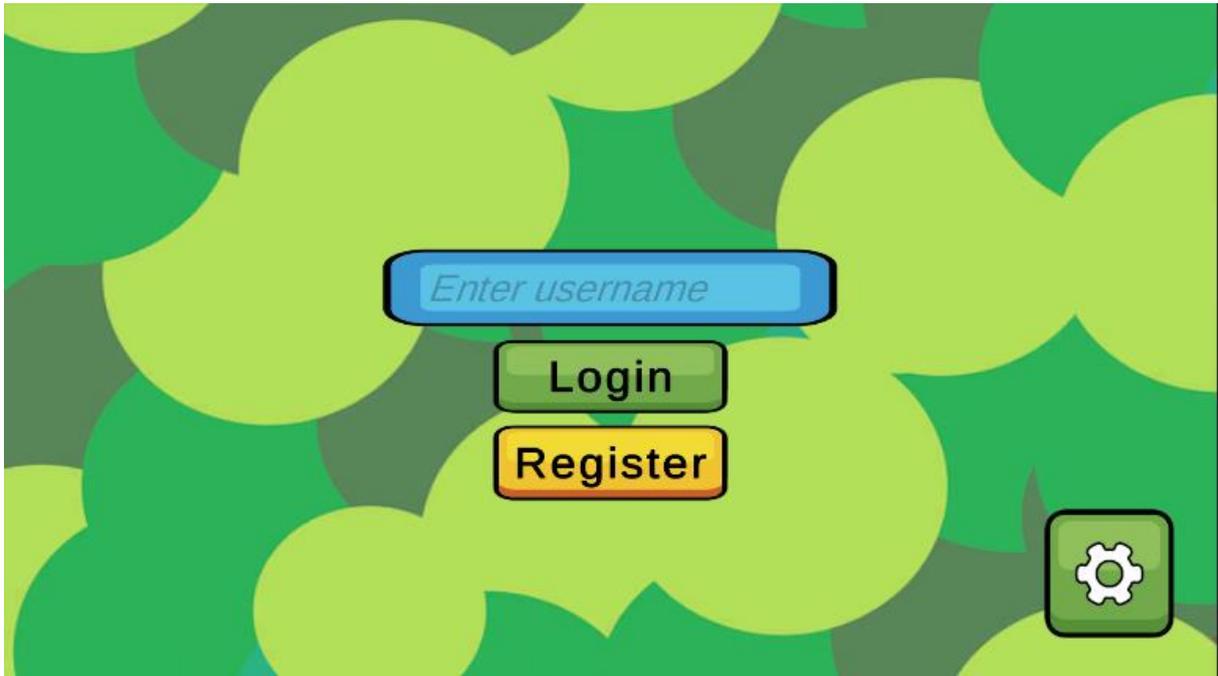


Figura 42: Login



Figura 43: Opciones



Figura 44: Registro usuario y código de clase

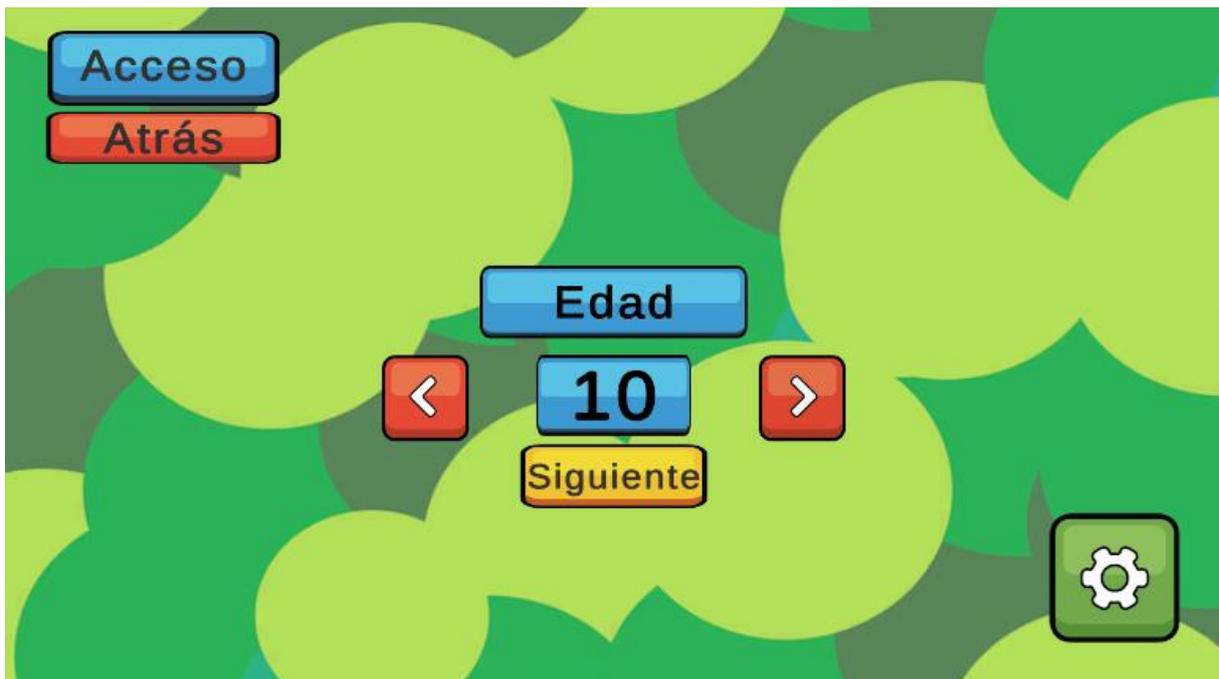


Figura 45: Registro edad



Figura 46: Menú principal



Figura 47: Selector imagen de perfil



Figura 48: Lobby

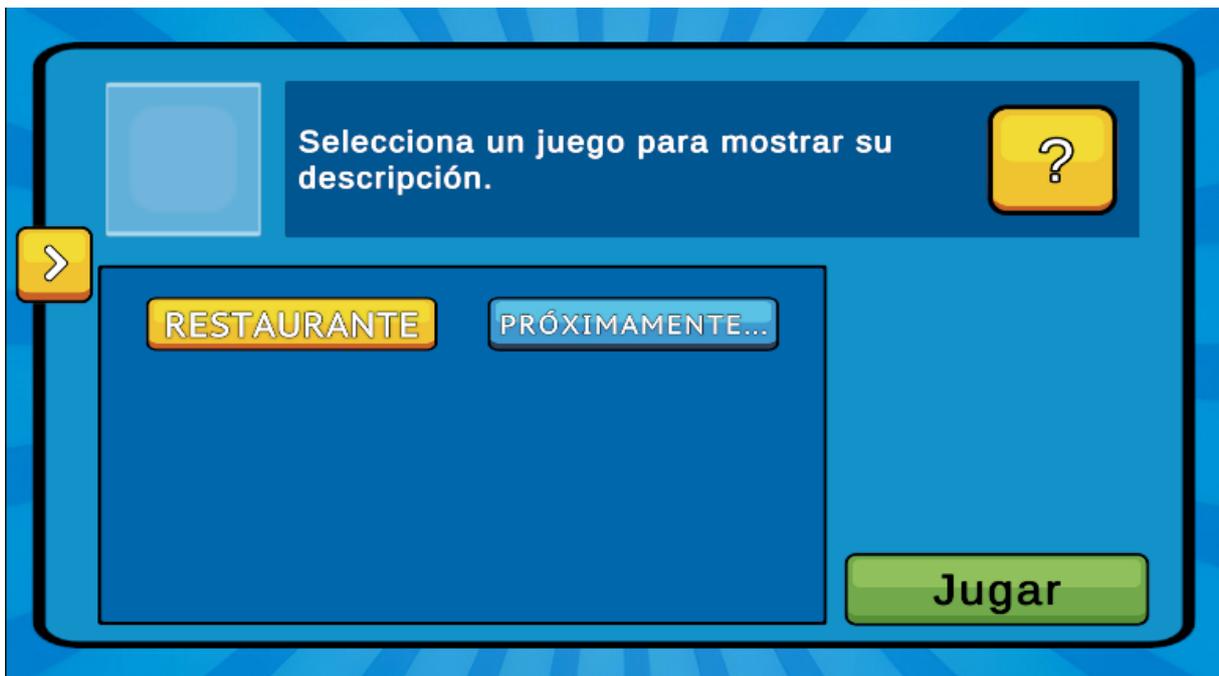


Figura 49: Selector de minijuegos

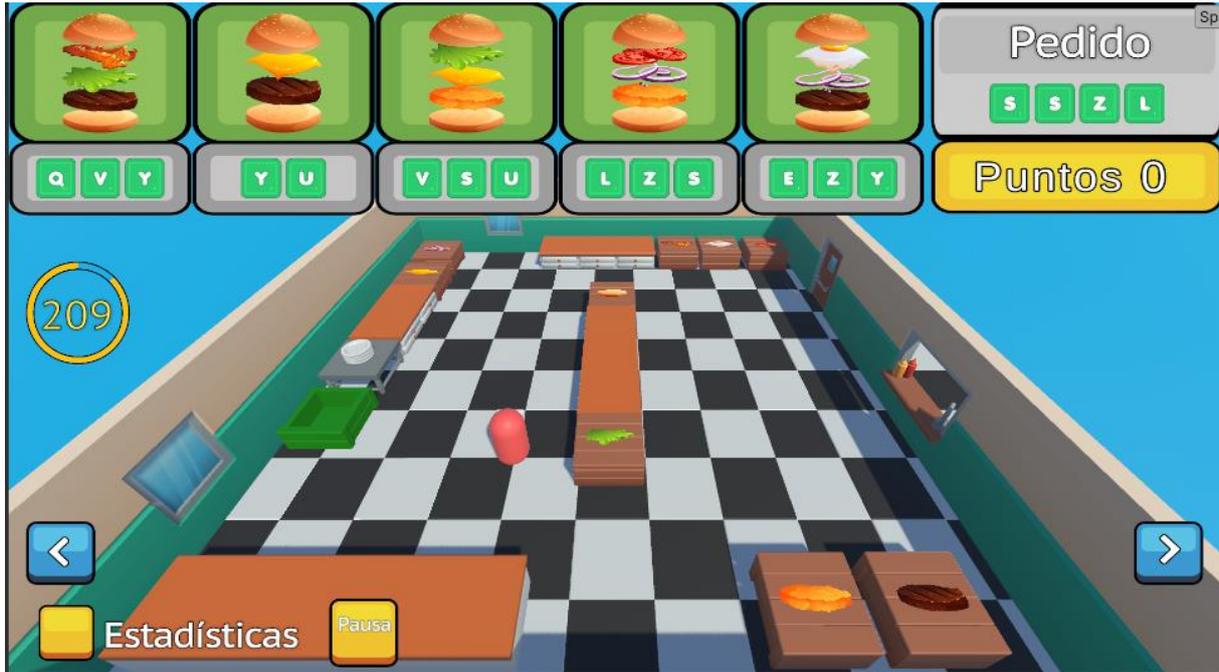


Figura 50: Juego



Figura 51: Puntuación en partida



Figura 52: Estadísticas en partida



Figura 53: Filtro búsqueda base de datos



Figura 54: Herramienta de visualización de la base de datos

Enlace a la encuesta

<https://forms.office.com/e/jf8V3KVnYk>