

# Trabajo Fin de Grado

Aplicación para dispositivos móviles basada en minijuegos orientada para personas mayores

Autor

Jesús Martínez Aranda

Director/es

Jesús Gallardo Casero  
Raquel Lacuesta Gilaberte

Escuela Universitaria Politécnica de Teruel  
Grado en Ingeniería Informática  
2022



# Aplicación para dispositivos móviles basada en minijuegos orientada a personas mayores

## Resumen

El consumo de videojuegos en España sigue en pleno auge. Muchos de los videojuegos que se desarrollan y se consumen son lúdicos, pero igualmente se desarrollan videojuegos para otros ámbitos. Los videojuegos pueden ser una herramienta perfecta que se puede aplicar en diferentes áreas como educación, cultura, turismo, etc. Es el caso de lo que se conoce como juegos serios. Igualmente, España cuenta con un gran porcentaje de población envejecida, una tendencia que va en alza. Los videojuegos pues, podrían utilizarse para acercar la tecnología a los más mayores, de una manera en la que se puedan divertir mientras se mantienen mentalmente activos.

El objetivo de este trabajo es desarrollar una aplicación para dispositivos móviles orientado a personas mayores, basado en minijuegos de entrenamiento mental o más conocido como Brain Training, el cual permitirá a los más mayores mantener la mente activa a la vez que obtienen una serie de recompensas que ellos puedan considerar de utilidad más allá del propio videojuego.

## Abstract

*The consumption of videogames in Spain continues to increase. Many of the video games that are developed and consumed are recreational, but videogames are also developed for other scopes. Videogames can be a perfect tool that can be applied in different areas such as education, culture, tourism, etc. This is the case of what is known as serious games. Similarly, Spain has a large percentage of the elderly population, a trend that is on the rise. Videogames, then, could be used to bring technology closer to the elderly, in a way in which they can have fun while staying mentally active.*

*The objective of this work is to develop an application for mobile devices aimed at the elderly, based on brain training minigames, which will allow the elderly to keep their minds active while obtaining a set of rewards that they may consider useful beyond the videogame itself.*

## Tabla de contenido

1. Introducción .....	1
1.1. Motivación .....	1
1.2. Aproximaciones iniciales.....	2
1.3. Objetivos de la aplicación .....	3
1.4. Herramientas y tecnologías .....	4
1.4.1. Tecnologías para el desarrollo de videojuegos .....	4
1.4.2. Herramientas para la creación y edición multimedia .....	5
1.5. Planificación .....	6
2. Análisis.....	8
2.1. Planteamiento del problema .....	8
2.2. Público objetivo .....	8
2.3. Aplicaciones existentes.....	9
2.4. Especificación de requisitos.....	11
2.4.1. Requisitos funcionales.....	11
2.4.2. Requisitos no funcionales .....	13
2.5. Casos de Uso .....	13
3. Diseño.....	15
3.1. Arquitectura del videojuego .....	15
3.2. Prototipos de interfaces .....	15
3.3. Diseño de los minijuegos .....	16
3.5. Diseño de la aplicación .....	20
4. Desarrollo del sistema.....	24
4.1. Puesta en marcha .....	24
4.1.1. Aprendizaje de conceptos básicos de Unity.....	24
4.1.2. Configuración del entorno de desarrollo .....	24
4.2. Implementación de los minijuegos .....	26
Minijuego Cuadrados .....	27
Minijuego Cubos.....	28
Minijuego Puzzle deslizante .....	29
Minijuego Encontrar.....	32
Minijuego Cálculo.....	33
Minijuego Ordenar .....	33
Minijuego Parejas.....	34
Minijuego Simón .....	35
Minijuego Texto y Color .....	36
4.3. Implementación del resto del juego .....	36

4.4. Creación de los niveles de progresión .....	40
4.5. Creación de las recompensas .....	42
4.6. Problemas encontrados .....	43
5. Pruebas de la aplicación .....	45
6. Conclusiones.....	49
6.1. Desarrollo futuro.....	49
6.2. Valoración personal .....	49
Referencias.....	51
Anexo A: Prototipos de interfaces y minijuegos .....	54
Anexo B: Recompensas .....	60
Lluvia de ideas inicial para cada categoría.....	60
Recompensas escogidas finales .....	61
Palabras antiguas .....	61
Refranes .....	61
Festividades.....	62
Gastronomía.....	63
Juegos populares.....	64
Acontecimientos .....	65
Lugares emblemáticos.....	66
Personajes .....	67
Oficios perdidos.....	68
Herramientas antiguas .....	69
Anexo C: Cuestionario de evaluación de la experiencia de juego.....	70

## Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1: Sectores a los que se dirigen los serious games desarrollados [4] .....	1
Ilustración 2: Herramientas utilizadas para desarrollar videojuegos (% de empresas) [4] .....	4
Ilustración 3: Logo de Unity .....	5
Ilustración 4: Diagrama de Gantt de la planificación inicial .....	6
Ilustración 5: Diagrama de Gantt de la planificación final .....	7
Ilustración 6: Aplicación Lumosity [6] .....	9
Ilustración 7: Aplicación Neuronation [7] .....	10
Ilustración 8: Videojuego Brain Training del Dr. Kawashima ¿Cuántos años tiene tu cerebro? (2006) [8] .....	11
Ilustración 9: Diagrama de Casos de Uso .....	13
Ilustración 10: Arquitectura básica de un videojuego para dispositivos móviles .....	15
Ilustración 11: Orden de Ejecución de Funciones de Evento en Unity [10] .....	20
Ilustración 12: Ventana de jerarquía en Unity .....	22
Ilustración 13: Paleta de colores escogida para la UI .....	23
Ilustración 14: Logotipo de la aplicación, denominada TurolTrainer .....	23
Ilustración 15: Módulos necesarios instalados (Unity Hub) .....	25
Ilustración 16: GitHub Desktop, usado para el control de versiones .....	26
Ilustración 17: Función de instanciar botones en un Layout .....	27
Ilustración 18: Minijuego Cuadrados .....	28
Ilustración 19: Ejemplo de estructura formada por cubos .....	28
Ilustración 20: Estados de las animaciones en la ventana de Animator .....	29
Ilustración 21: Minijuego Cubos .....	29
Ilustración 22: Configuraciones inicial y final del 8 puzzle .....	30
Ilustración 23: Configuración inicial resoluble .....	31
Ilustración 24: Configuración inicial irresoluble .....	31
Ilustración 25: Minijuego Puzzle Deslizante .....	32
Ilustración 26: Minijuego Encontrar .....	33
Ilustración 27: Minijuego Cálculo .....	33
Ilustración 28: Minijuego Ordenar .....	34
Ilustración 29: Minijuego Parejas .....	35
Ilustración 30: Minijuego Simón .....	36
Ilustración 31: Minijuego Texto y Color .....	36
Ilustración 32: Menú principal .....	37
Ilustración 33: Menús de jugar, perfil y configuración .....	37
Ilustración 34: Paneles de modo entrenamiento, información y resultados del modo reto diario .....	37
Ilustración 35: Paneles de nivel, estadísticas e información .....	38
Ilustración 36: Paneles de recompensas obtenidas y visualización de la recompensa .....	38
Ilustración 37: Panel inicial de explicación del minijuego y botones de ayuda y salir .....	39
Ilustración 38: Panel de ayuda y panel de salir .....	39
Ilustración 39: Niveles de progresión y sus imágenes representativas .....	41
Ilustración 40: Ajuste para la carga de recursos .....	44
Ilustración 41: Pregunta 1 .....	45
Ilustración 42: Pregunta 2 .....	45
Ilustración 43: Pregunta 3 .....	45
Ilustración 44: Pregunta 4 .....	46
Ilustración 45: Pregunta 5 .....	46
Ilustración 46: Pregunta 6 .....	46
Ilustración 47: Pregunta 7 .....	46

Ilustración 48: Pregunta 8 .....	47
Ilustración 49: Pregunta 10 .....	47
Ilustración 50: Pregunta 11 .....	47
Ilustración 51: Pregunta 12 .....	47
Ilustración 52: Pregunta 13 .....	47
Ilustración 53: Pregunta 14 .....	48
Ilustración 54: Pregunta 16 .....	48
Ilustración 55: Pregunta 17 .....	48
Ilustración 56: Pregunta 19 .....	48
Ilustración 57: Prototipo Menú Principal .....	54
Ilustración 58: Prototipo Menú de Configuración .....	54
Ilustración 59: Prototipo Menú de Perfil.....	54
Ilustración 60: Prototipo apartado de nivel .....	54
Ilustración 61: Prototipo apartado de recompensas .....	55
Ilustración 62: Prototipo de visualización de recompensa .....	55
Ilustración 63: Prototipo apartado de Estadísticas .....	55
Ilustración 64: Prototipo Menú de Juego.....	55
Ilustración 65: Prototipo apartado de modo selección.....	56
Ilustración 66: Prototipo pantalla de minijuego .....	56
Ilustración 67: Prototipo Minijuego Cuadrados .....	56
Ilustración 68: Prototipo Minijuego Cubos .....	56
Ilustración 69: Prototipo Minijuego 8-Puzzle .....	57
Ilustración 70: Prototipo Minijuego 15-Puzzle .....	57
Ilustración 71: Prototipo Minijuego Encontrar .....	57
Ilustración 72: Prototipo Minijuego Cálculo .....	57
Ilustración 73: Prototipo Minijuego Ordenar .....	57
Ilustración 74: Prototipo Minijuego Parejas .....	58
Ilustración 75: Prototipo Minijuego Slmón .....	58
Ilustración 76: Prototipo Minijuego Texto y Color .....	58
Ilustración 77: Prototipo Minijuego Aritmética de cuadrados.....	58
Ilustración 78: Prototipo Minijuego Deslizar flechas .....	58
Ilustración 79: Prototipo Minijuego Puntos .....	59
Ilustración 80: Prototipo Minijuego Cálculo en Caída.....	59
Ilustración 81: Prototipo Minijuego Musical.....	59
Ilustración 82: Prototipo Minijuego Mayor Menor Igual .....	59

# 1. Introducción

En el presente documento se abordará el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles basada en un conjunto de minijuegos de *Brain training* para ejercitar la mente, destinada a las personas mayores.

El objetivo de esta aplicación es proporcionarles a los más mayores una forma de mantener la mente activa a la vez que se les ofrece un incentivo que ellos puedan considerar de utilidad para que sigan jugando, y por tanto que continúen estimulando el cerebro.

## 1.1. Motivación

En los últimos años se ha podido observar un incremento en la proporción de personas de 65 años o más con respecto a la población total. En la Unión Europea, en 2020 el 21% de la población tenía 65 años o más, frente al 16% en 2001, lo que supone un aumento del 5%, y la tendencia apunta a que esta relación siga en alza. Concretamente, en España, por primera vez se supera el 20% de españoles mayores de 65, proporción que no ha dejado de aumentar desde 1975. [1] [2]

Por otro lado, el consumo de videojuegos en España sigue en pleno auge. La AEVI, la Asociación Española de Videojuegos, asegura que el año pasado se llegó a facturar 1.795 millones de euros, lo que supone un crecimiento del 2,75% con respecto al año anterior, llegando a facturar más que otras formas de ocio como el cine y la música juntos. [3]

Igualmente, se puede observar que los dispositivos móviles encabezan la lista de dispositivos utilizados por los españoles a la hora de jugar, un dato importante para las empresas desarrolladoras de videojuegos a la hora de decidir para qué plataforma crear un videojuego.

Aunque gran parte de esta facturación proviene de videojuegos lúdicos, esto no quiere decir que en la industria española no se contemple la idea de desarrollar videojuegos para otros fines. Este es el caso de los *serious games* o juegos serios, videojuegos que han sido concebidos con un propósito principal distinto al de ofrecer exclusivamente pura diversión.

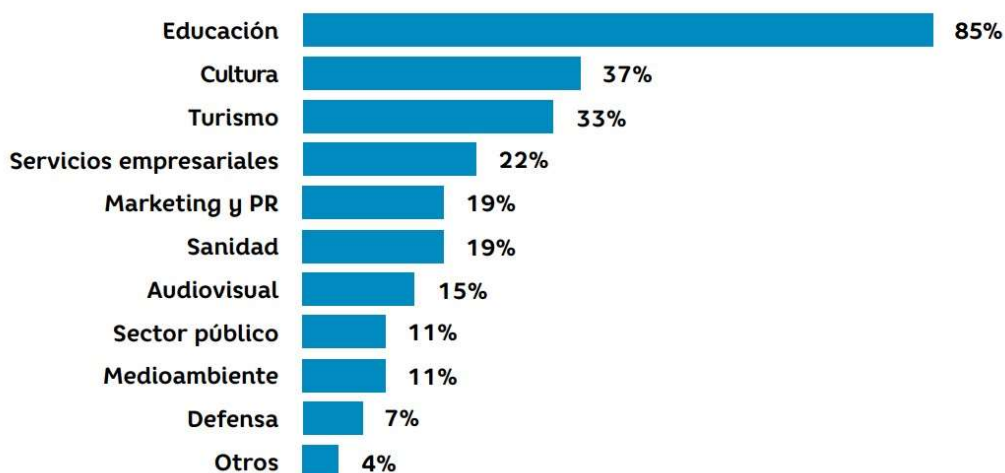


Ilustración 1: Sectores a los que se dirigen los serious games desarrollados [4]

Estos juegos, destinados a diferentes ámbitos profesionales y educativos se han afianzado en los últimos años con un peso muy específico en algunos sectores. La educación sigue siendo el principal receptor de estos productos, ya que se puede observar que el 85% de juegos serios creados están relacionados con este sector. Le siguen cultura (37%) y turismo (33%) con una diferencia notable, aunque ligeramente superior a otros sectores como servicios a empresas (22%), marketing y relaciones públicas (19%) y sanidad (19%). [4]

La idea de la realización de este trabajo surge tras ver la posibilidad de poder ofrecer un producto para este segmento poblacional, el cual constituye una gran parte de la población española y es un campo que se vio que podría ser interesante explorar, siguiendo las bases que podría ofrecer un videojuego de entrenamiento mental ya existente, pero aportándole variaciones para enriquecer el producto final y lograr diferenciarlo del resto de productos ya existentes.

## 1.2. Aproximaciones iniciales

En un principio, la idea de la realización de este trabajo residía en el desarrollo de un videojuego para dispositivos móviles basado en principios de la computación afectiva, una rama de la informática que estudia y desarrolla sistemas que pueden reconocer, interpretar, procesar y simular los afectos humanos, en la medida de lo que una aplicación para dispositivos móviles permitiese, y estaría destinada a todos los públicos.

El videojuego consistiría en proponer al usuario la realización de tareas o actividades cotidianas en la vida real para ayudarles a sentirse realizados, así como hacer tareas del día a día que normalmente se pueden volver dificultosas y premiar con un ítem virtual dentro del videojuego para motivar al usuario a seguir haciendo estas actividades. Estas actividades no solo estarían compuestas de cosas que normalmente cuesta hacer, sino también de cosas que uno puede hacer para sentirse bien consigo mismo.

Con esta premisa, el grupo de investigación del MIT Media Lab perteneciente al grupo de *Affective Computing* desarrolló un videojuego para móviles llamado *The Guardians*, un proyecto diseñado para ayudar a las personas a mejorar sus vidas utilizando el poder de los juegos móviles y las recompensas en el juego, proyecto que sirvió como inspiración para dar con esta primera idea. [5]

Se observó que este tipo de videojuegos no lúdicos serían idóneos si fuesen desarrollados pensando también en personas de la tercera edad, un grupo poblacional bastante grande como se ha visto anteriormente, y que probablemente no encontrarían un aliciente en jugar a cualquier videojuego con exclusivo carácter recreativo, pero sí en jugar a un videojuego que les proporcione algo de utilidad para ellos.

Sin embargo, tras una fase de análisis, se llegó a la conclusión de que las personas mayores, al menos la gran mayoría, al vivir acompañados por alguien, o vivir en residencias, ya no son capaces de realizar varias de estas tareas por ellos mismos y tienen a alguna persona que les ayuda, en tareas como tirar la basura, limpiar la habitación, lavar los platos, etc. Por lo que se pensó que esta idea no era la más adecuada para ellos y finalmente se acabó desechando.

Posteriormente, se decidió limitar el público objetivo exclusivamente a la población de la tercera edad, dadas las necesidades de diseño que se requieren al desarrollar un producto para ellos, ya que son usuarios que normalmente no están familiarizados con las nuevas

tecnologías, y se requiere contemplar aspectos que generalmente se dan por sabidos cuando se desarrollan aplicaciones o productos para el público que ya ha nacido o está familiarizado con las nuevas tecnologías.

Finalmente, y tras varios cambios en el enfoque del videojuego, se decidió desarrollar una aplicación de *brain training* o entrenamiento del cerebro consistente en una serie de minijuegos de ejercicio mental a través de los cuales los usuarios podrían obtener una serie de recompensas con las que subirían de nivel, incrementando ligeramente la dificultad de los minijuegos cuanto mayor sea su nivel.

Las recompensas consistirían en algo que a los más mayores les pudiera servir de utilidad o en algo en lo que ellos pudieran encontrar un interés. Se pensó en la ciudad de Teruel como objeto central para idear las recompensas, y además tener en cuenta conceptos, ideas, palabras u otros aspectos, que se usaran por aquel entonces y que, aunque se ha ido perdiendo su uso actualmente, las personas mayores estén familiarizados con ellos.

Por ello, finalmente se decidió que las recompensas serían una serie de conceptos o ideas acerca del pasado de la ciudad de Teruel, así como elementos o palabras que las personas mayores utilizaban hace tiempo y que hoy en día no se usan tanto, o directamente no se usan. Esto les permitiría a los ciudadanos más mayores de Teruel recordar elementos que ya conocían acerca de su ciudad natal pero probablemente a día de hoy no recuerden del todo, permitiendo así desbloquear esos recuerdos de su mente. Igualmente, esto no solo serviría para las personas que ya conocen la ciudad de Teruel, sino para aquellas personas que no la conocen y desearan saber más acerca de esta ciudad.

### 1.3. Objetivos de la aplicación

Este proyecto consiste en el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles en forma de videojuego compuesto por una serie de minijuegos de ejercicio mental, a través de los cuales el usuario gana recompensas que le permiten subir de nivel, incrementando la dificultad de los minijuegos.

Para el desarrollo de esta aplicación se usarán tecnologías en las cuales no se ha profundizado demasiado a lo largo de la carrera, para así poder ampliar el conocimiento e investigar más acerca de cómo se desarrollan este tipo de aplicaciones o videojuegos.

Los objetivos que se plantean en este trabajo son los siguientes:

- Desarrollar un videojuego para dispositivos móviles, más concretamente tablets, debido a que permiten una mejor visualización de la pantalla al ser más grandes, algo idóneo para personas mayores.
- Diseñar y/o recrear los minijuegos de entrenamiento mental que constituirán cada uno de los desafíos que aparecerán en el videojuego.
- Recopilar la información necesaria acerca de la ciudad de Teruel y otros conceptos para la elaboración de las recompensas que el usuario podrá desbloquear al jugar.
- Usar técnicas, elementos y dinámicas de ludificación para potenciar la motivación del usuario e incentivar a los usuarios a seguir jugando.
- Tener en cuenta en todo momento el público al que va destinada la aplicación, es decir, contemplar el grado de usabilidad de la aplicación que se va a crear, ya que un

público objetivo como las personas mayores requerirá de unas necesidades específicas de diseño, como, por ejemplo, una interfaz gráfica intuitiva y fácil de usar.

- Realizar un proyecto de software real desde cero, planificando las distintas etapas y poniendo en práctica todas las capacidades y conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.
- Hacer uso de nuevas tecnologías, así como profundizar en aquellas en las que no se ha hecho demasiado hincapié en la carrera, para aprender más acerca de ellas.

## 1.4. Herramientas y tecnologías

Actualmente existen numerosas herramientas para desarrollar aplicaciones o videojuegos destinadas a dispositivos móviles, tanto de pago como gratuitas. En esta sección se recogerán las tecnologías que se han valorado en un primer momento para realizar el proyecto y cuales se han escogido finalmente.

### 1.4.1. Tecnologías para el desarrollo de videojuegos

La forma más común de desarrollar un videojuego es mediante el uso de lo que se conoce como un motor de videojuegos, aunque no es la única forma de lograrlo, ya que, por ejemplo, en el caso del sistema operativo Android, también se podría desarrollar un videojuego desde cero mediante una librería conocida como *Android Game Development Kit*.

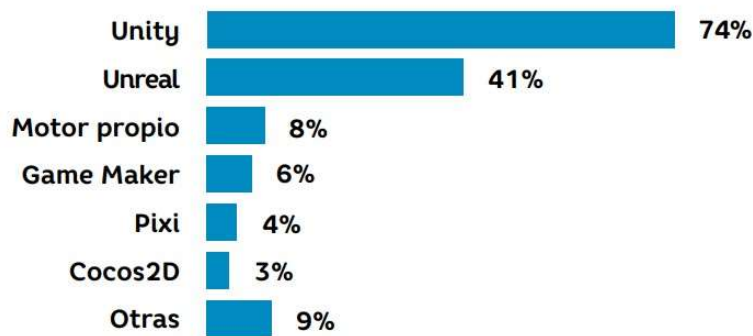


Ilustración 2: Herramientas utilizadas para desarrollar videojuegos (% de empresas) [4]

Como recoge el libro blanco sobre el desarrollo de videojuegos en España en 2021, la lista de herramientas más utilizadas está encabezada por Unity con un 74% de empresas que lo usan, seguido de Unreal Engine con un 41%, al que le sigue la creación de un motor interno propio del estudio (8%), y finalmente otras opciones como GameMaker Studio (6%), Pixi (4%), Cocos2D (3%) y otros (9%).

## Unity



*Ilustración 3: Logo de Unity*

El motor que se ha decidido usar es Unity, un motor de videojuegos multiplataforma, que permite exportar a Windows, Linux y MacOS en PC, Android, iOS y tvOS en dispositivos móviles, consolas de sobremesa, WebGL y plataformas de realidad virtual/aumentada como Oculus y PS VR, entre otros.

Se puede usar para crear juegos en 3D o 2D, así como simulaciones interactivas y otro tipo de experiencias. Además, ofrece la posibilidad de usarlo de manera gratuita para los individuos que deseen aprender a usar esta herramienta.

Unity es un motor que está en constante evolución, añadiendo nuevas características con cada versión que sale al mercado, haciendo que siempre esté actualizado con las últimas tecnologías de la actualidad. Es por eso que este motor también ha sido adoptado por industrias ajenas al mundo de los videojuegos como la cinematográfica, la automotriz, la arquitectura, la ingeniería, la construcción e incluso las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos.

Igualmente, se decidió escoger Unity para el desarrollo del videojuego debido a que ya se había usado brevemente en una asignatura de la carrera y la curva de aprendizaje sería ligeramente más sencilla, además de que Unity, como se ha visto anteriormente, es el motor de videojuegos más usado a la hora de desarrollar videojuegos y por lo tanto sus desarrolladores se han preocupado de que disponga de una buena documentación la cual poder consultar para resolver cualquier duda o problema que pueda surgir en el transcurso del desarrollo.

### 1.4.2. Herramientas para la creación y edición multimedia

A la hora de desarrollar un videojuego, existen otros elementos como la música, los efectos de sonido, los gráficos, etc. Estos elementos también se deben tener en cuenta ya que proporcionarán una experiencia más satisfactoria al usuario si están bien logrados, además de servir de ayuda en algunas partes del videojuego para guiar al jugador, con el propósito para el que están ideados. Es por eso que en la realización de este proyecto se ha tenido que hacer uso de herramientas que permitan la edición de sonido, así como la edición gráfica. A continuación, se comentarán brevemente cada una de ellas.

#### **Adobe Photoshop**

Adobe Photoshop es un editor de gráficos de imágenes de bits disponible para Windows y MacOS. Este software se ha convertido en el estándar de la industria, no solo en la edición de gráficos de mapas de bits, sino en el arte digital en general. Se ha usado para crear las distintas imágenes, *sprites* y recursos gráficos del videojuego.

## FL Studio

FL Studio es una estación de trabajo de audio digital (*Digital Audio Workstation* en inglés) con varias características destinadas a la producción musical. Se ha empleado para crear los distintos efectos de sonido del videojuego.

## Audacity

Audacity es un software de grabación y edición de audio digital gratuito y de código abierto, disponible para Windows, MacOS y Linux. Se ha utilizado para procesar y editar los efectos de sonido creados en FL Studio y demás archivos de audio usados en el videojuego.

### 1.5. Planificación

En este apartado se describirán las distintas fases de desarrollo del proyecto, así como la planificación para cada una de estas tareas mediante un diagrama de Gantt. En un principio se estableció una planificación, pero dado que siempre existen retrasos e inconvenientes en todos los procesos de desarrollo de software, esta planificación acabó evolucionando a la que finalmente se acabó cumpliendo. La planificación inicial que se planteó es la siguiente:

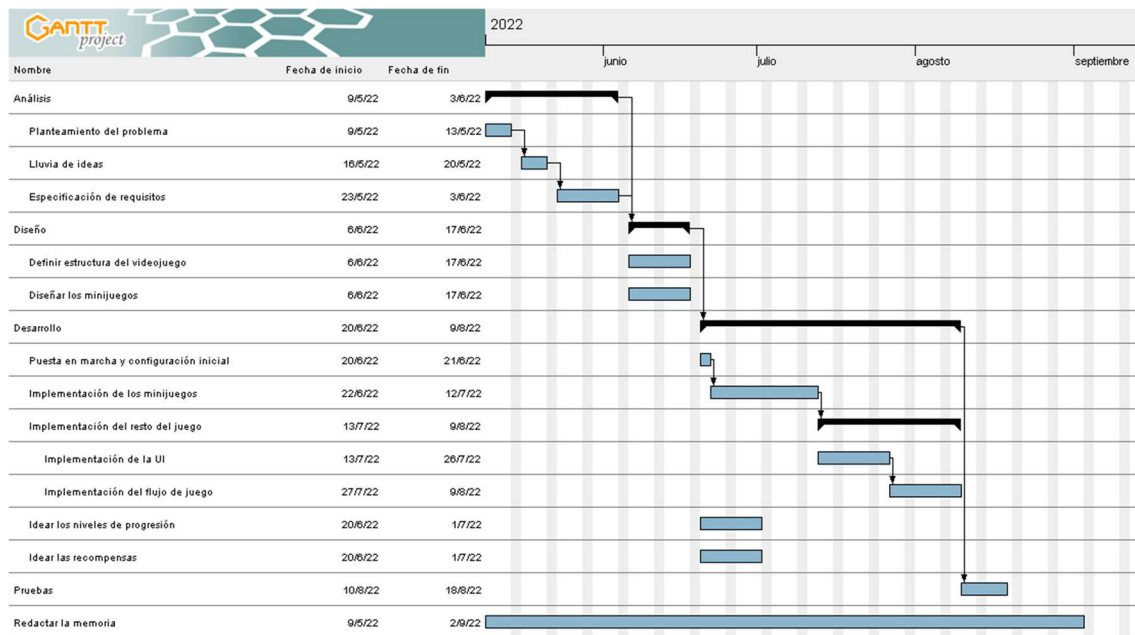


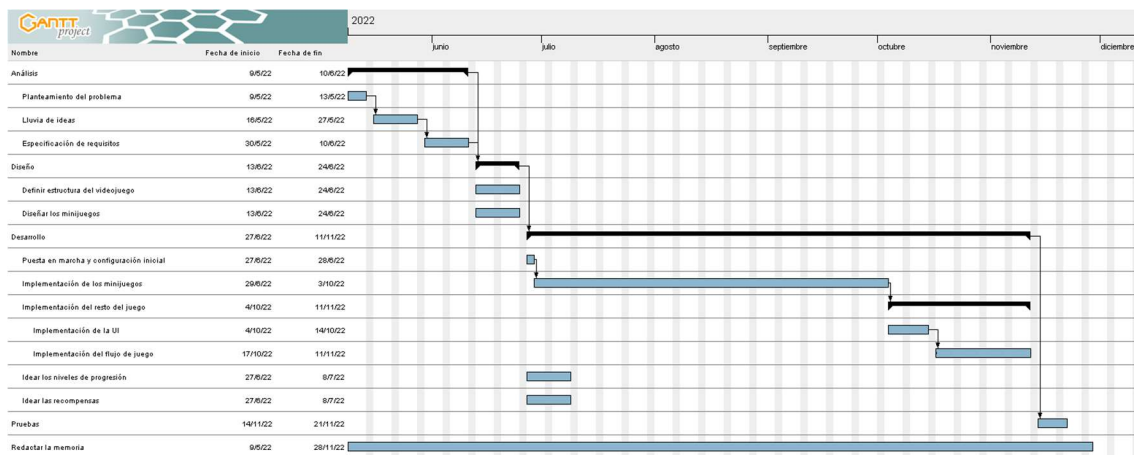
Ilustración 4: Diagrama de Gantt de la planificación inicial

Como se puede ver, las tareas que se especificaron son las siguientes:

- **Análisis:** Esta fase engloba todo lo que tiene que ver con el planteamiento inicial del problema, la lluvia de ideas sobre qué tema desarrollar la aplicación y los requisitos.
- **Diseño:** Una vez sabido el qué se quiere hacer, se procede a idear el cómo se va a hacer. Cómo se estructurará el videojuego en general y en cada una de sus partes.
- **Desarrollo:** Esta fase incluye la puesta en marcha del proyecto, la implementación de los minijuegos individualmente y luego la implementación del resto del juego, que incluye la UI y el flujo de juego que dará forma al juego como unidad. Así mismo, en paralelo, se idean y crean el tipo de recompensas y niveles.

- **Pruebas:** Una vez finalizada la fase de desarrollo y con un producto jugable de principio a fin, se harán las pruebas de la aplicación en un entorno real con usuarios objetivos reales.
- **Redactar la memoria:** Aunque esta tarea es, en parte, dependiente de las demás, y muchas veces se deja para el final, se ha marcado como una tarea de realización constante desde el principio ya que la redacción de la memoria o tomar apuntes de lo realizado, se va haciendo a medida que se producen avances y se va progresando en el todo el proceso de realización del proyecto.

Finalmente, tras los retrasos e inconvenientes, la planificación final que se llevó a cabo para completar el proyecto fue la siguiente:



*Ilustración 5: Diagrama de Gantt de la planificación final*

Como se puede observar, es ligeramente similar a la planificación inicial, solo que varias de las tareas acabaron costando más días de lo previsto. En la planificación inicial, se fijó el mes de septiembre como objetivo para finalizar el proyecto y presentar el trabajo de fin de grado, pero por retrasos e inconvenientes esta fecha no se acabó cumpliendo. La tarea de implementación de los minijuegos se acabó prolongando hasta el mes de octubre debido al escaso progreso en los meses de las vacaciones de verano. Finalmente, la nueva fecha objetivo estableció acabar la implementación en el mes de octubre, que se cumplió con unos días de retraso, finalizando con la realización de las pruebas y la redacción formal de la memoria.

## 2. Análisis

En la fase de análisis se definirán los requisitos funcionales y no funcionales que constituirán las bases para la realización de este proyecto, así como otros factores a tener en cuenta a la hora de concebir esta aplicación.

### 2.1. Planteamiento del problema

Como se ha comentado en el apartado introductorio de motivación, la idea de realizar esta aplicación surge tras ver la posibilidad de poder explorar una nueva forma de entretener a los más mayores a la vez que consiguen estimular la mente.

El videojuego a desarrollar consistirá en un juego no exclusivamente lúdico, ya que, aunque los usuarios podrán divertirse jugándolo, el objetivo principal será que mantengan la mente activa a la vez que reciban una recompensa que les pueda servir de utilidad.

Dado que en un principio esta aplicación iba a estar pensada para todos los públicos, la aplicación iba a ser desarrollada para smartphones, ya que son los dispositivos móviles más usados por el público general. Sin embargo, durante la fase de estudio de viabilidad, previa a la fase de análisis de requerimientos, se observó que, al haber acotado el público objetivo, las necesidades del público habían cambiado, por lo que se pensó que un dispositivo móvil como una Tablet podría adecuarse mejor a las necesidades de este público. Una Tablet permitiría una mejor visualización de la aplicación al poder colocar elementos más grandes en pantalla, algo esencial a tener en cuenta cuando se desarrolla para las personas mayores.

### 2.2. Público objetivo

Esta aplicación estará pensada para ser usada por personas de la tercera edad, cuyo conocimiento acerca de las nuevas tecnologías, generalmente, es nulo. Esto plantea una serie de problemas y desafíos a la hora de desarrollar este tipo de aplicaciones ya que se deben contemplar una serie de necesidades específicas que normalmente no se consideran o se dan por hecho cuando se desarrollan aplicaciones para usuarios asiduos de las nuevas tecnologías.

Varias de esas necesidades vienen dadas por una serie de dificultades, las cuales podrían resumirse en las siguientes:

- Dificultades visuales: Muchas personas mayores, con la edad, pierden gran parte de la visión, no pudiendo distinguir, sobre todo a distancias cortas, los textos e imágenes con claridad. Esto implica que la interfaz de la aplicación sea lo suficientemente grande como para que pueda distinguirse con claridad, así como también poder ofrecer la alternativa de un sintetizador de voz que reproduzca por audio la lectura de los textos.
- Dificultades motoras: Varias personas pueden tener dificultades a la hora de mover algunas partes de su cuerpo, lo que implica que los botones de la aplicación deban ser grandes y sencillos de pulsar.
- Dificultades auditivas: Al igual que las anteriores dificultades, también pueden existir complicaciones sonoras. Los audios que reproduzca el sintetizador de voz también estarán presentes como texto.

- Escasa o nula experiencia con las nuevas tecnologías: A la hora de manejar las nuevas tecnologías, es posible que los mayores no se sientan cómodos al manejar algo desconocido, por lo que la interacción deberá ser lo más intuitiva posible.

### 2.3. Aplicaciones existentes

A continuación, se describirá brevemente varias de las aplicaciones existentes similares a la que se desea desarrollar, y de las que se ha obtenido inspiración para dar con el producto final.

#### Lumosity

Lumosity es una aplicación para dispositivos móviles, también disponible para jugar en escritorio mediante un navegador web, que consta de una serie de juegos que pretenden mejorar la memoria, la atención, la flexibilidad, la velocidad de procesamiento y la resolución de problemas. Fue lanzada en 2007 y desde enero de 2015 cuenta con 70 millones de usuarios.

Los menús son sencillos, aunque algunos botones y textos son demasiado pequeños. La interfaz es clara y la mayoría de textos, aunque no todos, pueden diferenciarse sobre el fondo. Algunos fondos son demasiado oscuros y no hay demasiado contraste entre el color del fondo y el color del texto, por lo que estos textos pueden no verse del todo bien.

El principal inconveniente de esta aplicación es que es de pago, por lo que no se pueden jugar a todos los minijuegos a no ser que se obtenga una suscripción premium. Sin suscripción, solo se pueden jugar a tres minijuegos que irán rotando cada día, y tampoco se pueden consultar las estadísticas y el análisis de nuestro progreso en los minijuegos. Igualmente, no existe ningún tipo de recompensa que motive al usuario a seguir jugando.

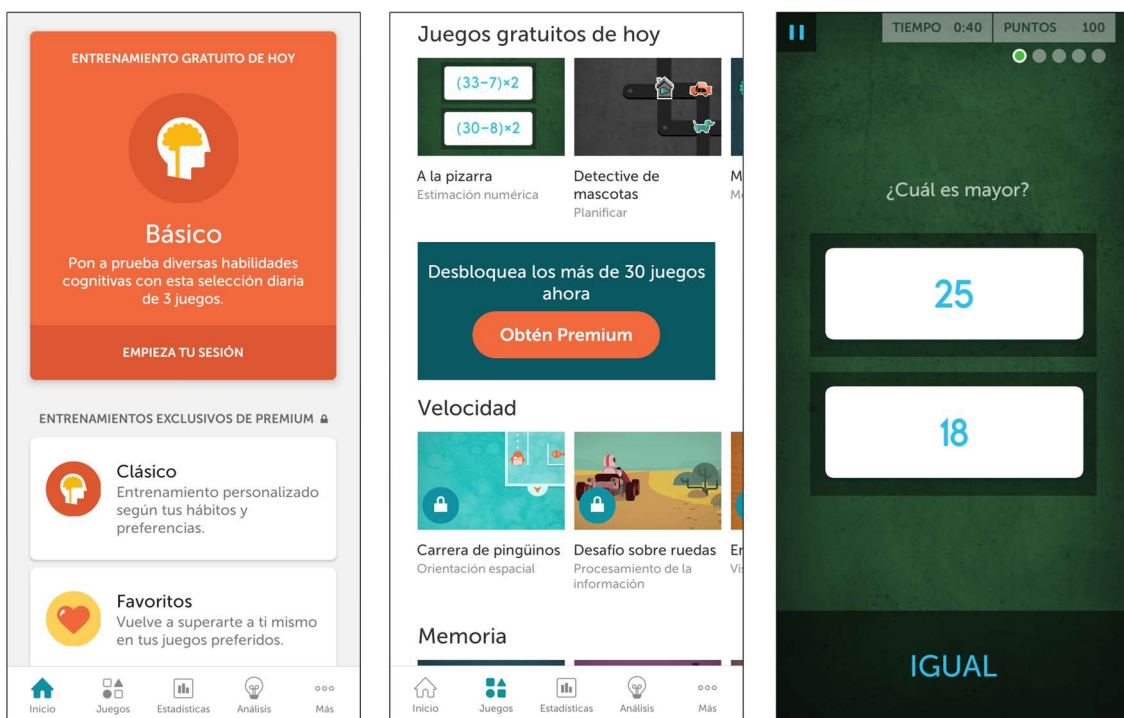


Ilustración 6: Aplicación Lumosity [6]

## Neuronation

Neuronation es una aplicación de entrenamiento cognitivo alemana lanzada en 2011. Disponible para Android e iOS, pero también para jugar desde un navegador web. De la misma manera que la anterior aplicación, también consta de una serie de minijuegos de memoria, atención, etc.

Los menús están bastante cargados de información y texto, por lo que puede ser abrumador en un principio. Los textos son bastante pequeños y los botones, en algunos casos, no son lo suficientemente grandes. La pantalla del minijuego tiene bastante texto que se podría reducir para simplificar la cantidad de información que se muestra.

Al igual que Lumosity, el inconveniente de esta aplicación es que necesita de una suscripción premium para poder hacer uso del juego completo, permitiendo jugar solamente algunos de sus juegos cada día. Tampoco existe ningún tipo de recompensa que incentive al usuario a seguir jugando.

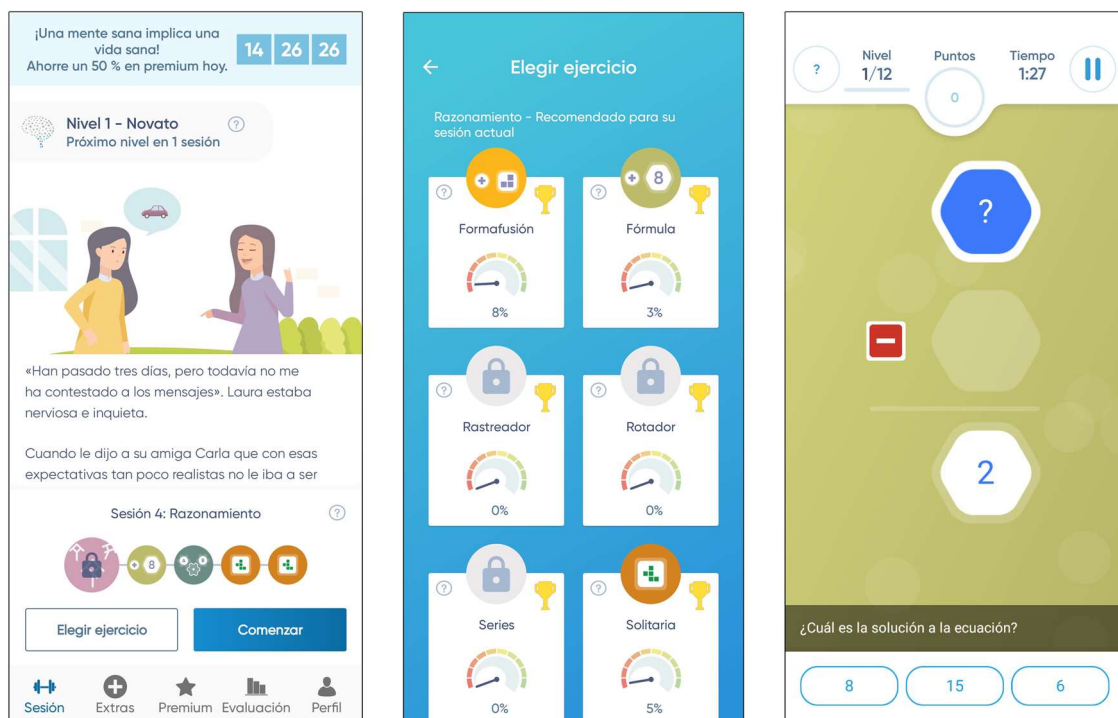


Ilustración 7: Aplicación Neuronation [7]

## Serie de videojuegos Brain Training del Dr. Kawashima

*Brain Training del Dr. Kawashima*, conocido como *Brain Age* en regiones NTSC, es una serie de videojuegos desarrollados y publicados por Nintendo, basados en el trabajo de Ryuta Kawashima, un neurocientífico japonés. Actualmente se han lanzado al mercado hasta cinco videojuegos para las videoconsolas de Nintendo desde 2005 hasta 2019.

Este videojuego se presenta como un conjunto de minijuegos que están diseñados para ayudar a mejorar los procesos mentales, que tienen como objetivo estimular múltiples partes del cerebro para ayudar a mejorar las habilidades y combatir los efectos normales del envejecimiento en el cerebro.

Los menús son sencillos, con un tamaño de fuente adecuado. En todo momento el usuario es guiado por el avatar del Dr. Kawashima, lo que puede hacer más agradable el paso por el videojuego, y también se indica mediante bocadillos la función de los distintos botones. En algunos minijuegos se puede hacer uso del *stylus* o del dedo para realizar formas que el videojuego entenderá perfectamente. Se hace uso de demasiados colores, y en algunos casos, el color no permite distinguir correctamente el texto sobre su fondo.

Su mayor inconveniente es la necesidad de disponer de alguna consola de Nintendo, ya que esta serie de videojuegos solo se desarrollan para estas. Igualmente, aunque propone el ejercicio diario, no ofrece ninguna recompensa cada vez que se juega.



Ilustración 8: Videojuego Brain Training del Dr. Kawashima ¿Cuántos años tiene tu cerebro? (2006) [8]

## 2.4. Especificación de requisitos

En esta sección se especificará el análisis de requisitos, es decir, las necesidades y restricciones que se precisan antes de diseñar la aplicación.

### 2.4.1. Requisitos funcionales

RF 01. La aplicación dispondrá de un menú principal en el que se podrá acceder a tres secciones: todo lo relativo con el modo de juego, todo lo relativo con el jugador y su progreso, y unos ajustes de configuración.

RF 02. En la sección de juego, existirá un modo principal, un modo de juego aleatorio y un modo de selección de minijuegos.

RF 03. Las recompensas únicamente se podrán ganar jugando en el modo de juego principal.

RF 04. Cada recompensa deberá pertenecer a una categoría que indique el tipo de recompensa, y constará de una descripción y un título como mínimo.

RF 05. Las recompensas obtenidas por el usuario deberán almacenarse como parte del progreso del jugador.

RF 06. Deberá existir una galería donde el usuario pueda consultar las recompensas que haya desbloqueado.

RF 07. Las recompensas podrán disponer de una opción de Text-to-Speech para que un sintetizador de voz reproduzca los textos relativos a la recompensa desbloqueada.

RF 08. El juego dispondrá de un sistema de niveles, que motiven al jugador a seguir jugando.

- RF 09. El jugador podrá subir de nivel a medida que gana recompensas.
- RF 10. En la sección del jugador, existirá una sección donde se muestre el nivel actual y cuantas recompensas se necesitan para subir al siguiente nivel.
- RF 11. Se deberá permitir la opción de que el usuario pueda reiniciar todo su progreso a cero si así lo deseara.
- RF 12. El juego contará con una sección de estadísticas, dentro de la sección del jugador, donde se muestre la puntuación y/o las marcas que ha conseguido en cada minijuego.
- RF 13. Dentro de la sección de juego, en la sección de elección manual de minijuegos, solo se mostrarán disponibles para seleccionar aquellos minijuegos que ya se hayan jugado previamente.
- RF 14. La selección manual de minijuegos se podrá desbloquear jugando a los minijuegos en el modo principal o en el modo aleatorio.
- RF 15. Se deberá mostrar en todo momento en que pantalla del menú se encuentra el jugador para no perder la noción de la posición actual.
- RF 16. Existirá una sección de configuración donde se permita ajustar el volumen del juego, así como activar o desactivar los efectos de sonido y/o la música.
- RF 17. Se deberá explicar mediante carteles informativos la finalidad de cada sección dentro del propio videojuego.
- RF 18. Al comienzo de cada minijuego, deberá haber un panel informativo que explique brevemente el funcionamiento de dicho minijuego.
- RF 19. Durante el transcurso de un minijuego, deberá existir la posibilidad de salir del minijuego, y volver al menú principal, perdiendo el progreso que se hubiera realizado durante esa sesión.
- RF 20. Durante el transcurso de un minijuego, deberá existir un botón de ayuda que explique en detalle el funcionamiento de dicho minijuego.
- RF 21. Durante el transcurso de un minijuego, se notificará si las acciones del usuario han sido correctas o incorrectas, mediante efectos visuales y/o sonoros.
- RF 22. Al finalizar una sesión del modo de juego principal, se mostrará en una pantalla el nivel del jugador, las recompensas necesarias para subir al siguiente nivel, y un breve texto que indique como poder visualizar la recompensa que acaba de conseguir.
- RF 23. Los botones de la interfaz de usuario deberán de ser considerablemente grandes, al igual que los textos.
- RF 24. Se debería usar colores claros para los textos y alternar en el contraste para permitir una mejor visualización de los textos y botones sobre el fondo.

RF 25. Cada minijuego deberá constar con dos o más niveles de dificultad, es decir, una variación del mismo minijuego que altere algunos elementos para que sea ligeramente más difícil.

RF 26. En el modo de juego principal, no aparecerán dos minijuegos iguales en la misma sesión de juego.

RF 27. Las recompensas tendrán una numeración para saber su orden, pero serán otorgadas de manera aleatoria sin orden específico.

#### 2.4.2. Requisitos no funcionales

RNF 01. La aplicación deberá ser desarrollada para las tablets TCL modelo TAB 10 L, de 10,1 pulgadas, con unas dimensiones de 1280x800 píxeles, independientemente de que luego se pueda ejecutar en otros dispositivos móviles.

RNF 02. La aplicación deberá poder ejecutarse en cualquier dispositivo móvil con sistema operativo Android.

RNF 03. La aplicación estará pensada para ejecutarse con el dispositivo en orientación horizontal (apaisado).

RNF 04. Todos los datos del progreso del jugador que deban persistir se guardarán localmente.

RNF 05. La aplicación podría ser traducida y localizada a otros idiomas.

#### 2.5. Casos de Uso

En el diagrama de casos de uso se refleja gráficamente las distintas posibilidades de los agentes que pueden interactuar con el sistema.

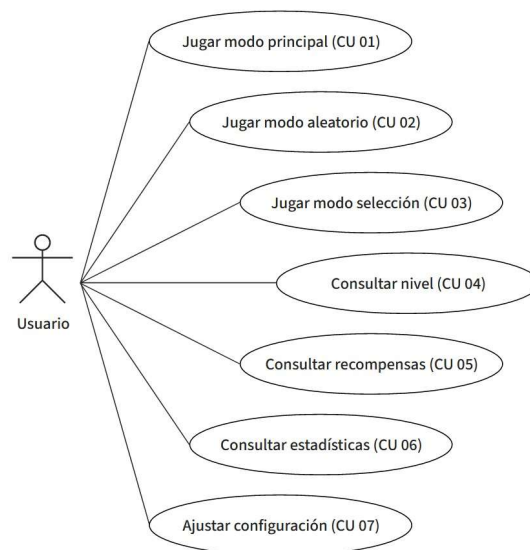


Ilustración 9: Diagrama de Casos de Uso

En el caso de esta aplicación, solo se reconoce un agente que interactúe con el sistema; el usuario o jugador.

CU 01. Jugar modo principal: Inicia una sesión de juego del modo principal.

CU 02. Jugar modo aleatorio: Inicia un minijuego aleatorio.

CU 03. Jugar modo selección: Inicia el minijuego seleccionado.

CU 04. Consultar nivel: Muestra el nivel actual del jugador y las recompensas necesarias para el subir al siguiente.

CU 05. Consultar recompensas: Muestra las recompensas obtenidas y las que faltan por obtener.

CU 06. Consultar estadísticas: Muestra las distintas estadísticas y la puntuación obtenida en cada minijuego.

CU 07. Ajustar configuración: Modifica la configuración de audio.

### 3. Diseño

En este apartado se describe todo el proceso de diseño de la aplicación, siguiendo los requisitos descritos en el apartado de análisis. Los videojuegos normalmente cuentan con lo que se conoce como documento de diseño de juego, o GDD, abreviado de las siglas en inglés, el cual consiste en un documento vivo de diseño, en constante actualización, cuyo contenido es altamente descriptivo acerca del videojuego que se quiere desarrollar. Aunque no se ha creado un GDD íntegro como tal, en este apartado se intentarán recoger los puntos más importantes de un GDD que describirán cómo será este videojuego.

#### 3.1. Arquitectura del videojuego

La arquitectura de un videojuego es similar a la de un software, pero tiene algunas variaciones que lo diferencian de la arquitectura que normalmente tiene un software. En un videojuego para dispositivos móviles, *grosso modo*, se pueden apreciar los siguientes componentes.

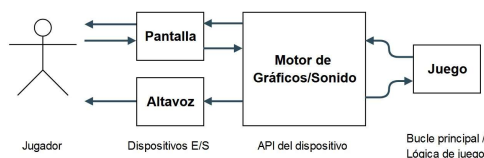


Ilustración 10: Arquitectura básica de un videojuego para dispositivos móviles

Hay algunos videojuegos que usan dispositivos de entrada/salida adicionales, como el micrófono o la cámara, que hacen uso de una base de datos o servidor externo, etc. Pero en este caso, los datos se guardarán localmente, y no habrá funcionalidades *online*, por lo que no será necesario el uso de ningún servidor ni de una base de datos.

#### 3.2. Prototipos de interfaces

Los prototipos de la interfaz gráfica son bocetos o *mockups* que sirven para hacerse una idea de cómo se estructurará la aplicación y de cómo será la navegación a través de las distintas pantallas, antes de elaborarlas. Todos estos mockups de los prototipos estarán en el anexo de la memoria.

Estos bocetos se han realizado pensando en el dispositivo de destino para el que se va a crear la aplicación, esto es, la Tablet TCL TAB 10 L de 10,1" con dimensiones de 1280x800, en orientación apaisado.

En la primera pantalla se muestra el logo de la aplicación, junto con tres botones para acceder al menú de juego, al menú de perfil y al menú de configuración. En el menú de configuración se dispondrá de dos botones para activar o desactivar los efectos de sonido y/o la música, así como un *slider* para controlar el volumen general de la aplicación. En todos los menús se indicará mediante un título el nombre del menú en el que se encuentra el usuario, para saber en todo momento la posición actual dentro del menú.

En el menú de perfil existirán 3 apartados, Nivel, Recompensas y Estadísticas, y uno adicional de Información que tendrá un cuadro de texto que explicará las secciones anteriores. Este apartado de información existirá tanto en el menú de perfil como en el menú de juego, y

explica los apartados correspondientes a su respectivo menú. En el apartado de nivel se podrá consultar el nivel actual del jugador, con una imagen o logo que representa el nivel o rango en el que se encuentra, y el número de recompensas que se necesitan para subir al siguiente nivel. También existirá un botón para reiniciar el nivel en el caso de que el jugador desee comenzar de cero.

En el apartado de recompensas aparecerán todas las recompensas obtenidas y las que quedan por obtener, y un número que indique las que se han conseguido del total. Se podrá deslizar para ver las que están más abajo y no queda espacio para visualizar en la pantalla.

Al pulsar en una recompensa para consultarla, se abrirá el panel de visualización de recompensa, el cual mostrará el número de recompensa, la categoría a la que pertenece, el título o nombre de la recompensa, y el contenido o texto que explique la recompensa. Si el texto es demasiado grande para visualizarlo por completo en la pantalla, igualmente se podrá deslizar para ver el resto del texto. También existirá un botón para que un sintetizador de voz reproduzca por audio el texto de la recompensa en caso de que existan dificultades para leer.

En el apartado de estadísticas se mostrará el tiempo de juego total en la aplicación, así como el número de minijuegos que se ha jugado en total. Adicionalmente, se mostrará el desempeño en cada uno de los minijuegos, con sus respectivos aciertos, fallos y/o mejor marca de tiempo si lo hubiere en el minijuego.

En el menú de jugar existirán 3 apartados, Modo Principal, Modo Aleatorio y Modo Selección, y al igual que en el menú de perfil, un apartado de información que explique en un cuadro de texto estos apartados.

Al pulsar en el botón de modo principal, comenzará una sesión de juego del número de minijuegos que se haya definido, la cual, al finalizar, otorgará una nueva recompensa. El modo aleatorio ejecutará un solo minijuego aleatoriamente y después retornará al menú principal. El modo selección permitirá, desde su correspondiente apartado, seleccionar manualmente cualquier minijuego que ya se haya jugado previamente al menos una vez desde cualquiera de los otros modos.

Toda pantalla de un minijuego tendrá un botón de ayuda que explique el funcionamiento del minijuego en funcionamiento, y un botón de salir, permitiendo al usuario salir al menú principal y se ha atascado en un minijuego o simplemente desea salir.

### 3.3. Diseño de los minijuegos

A continuación, se comentarán los prototipos de varios minijuegos que se espera implementar en la aplicación y una explicación de su funcionamiento. Al igual que los prototipos de las interfaces, los de los minijuegos también estarán incluidos en el anexo.

La idea de algunos de estos minijuegos ha sido extraída de aplicaciones ya existentes como las que se mencionan en apartados anteriores, debido a que han sido probados y se usan en un entorno de producción real. Igualmente, también se han consultado otras fuentes sobre qué actividades o juegos realizan los mayores en persona para idear algún minijuego que se asemeje a alguna actividad que ellos hayan podido realizar previamente. [9] Todos los minijuegos tienen varios niveles de dificultad que progresan con el nivel del jugador, por lo que cuanto mayor sea el nivel del usuario, más difícil será el minijuego.

## **Minijuego Cuadrados**

Este minijuego consiste en una cuadrícula de botones. Al principio los botones están “apagados”, es decir, todos del mismo color. Tras un segundo, algunos de los botones se “encienden”, es decir, cambian de color, y tras un segundo se vuelven a apagar. Cuando se apagan, es turno del jugador recordar que botones se habían encendido y pulsar en ellos. Al aumentar la dificultad, la cuadrícula tendrá más botones y el número de botones a recordar será mayor.

## **Minijuego Cubos**

Se muestran unos cubos en perspectiva isométrica y el objetivo es reconocer cuantos cubos hay en pantalla, y seleccionar la opción correcta de las que se ofrecen, incluido los que están detrás de otros cubos y no se ven. Al aumentar la dificultad el número de cubos en pantalla aumenta y aparecen estructuras más grandes.

## **Minijuego Puzzle Deslizante**

Este minijuego es un conocido rompecabezas llamado puzzle deslizante o juego del 15 o juego del 8 según el número de piezas a ordenar. Este rompecabezas también se puede encontrar en forma de una imagen cuyos fragmentos hay que ordenar para recomponer la imagen completa. En este caso, el objetivo es ordenar los números de izquierda a derecha y de arriba abajo en orden ascendente, utilizando el hueco libre para reordenar las piezas. La variante de menor dificultad dispone de 8 piezas a ordenar mientras que la de mayor dificultad dispone de 15 piezas a ordenar.

## **Minijuego Encontrar**

El objetivo de este minijuego es encontrar el número, carácter o símbolo único de entre todos los que se muestran. Se mostrarán varias cuadrículas con muchos símbolos repetidos, excepto uno que será distinto y el usuario deberá encontrar lo más rápido posible. Al aumentar la dificultad, aumentará el tamaño de la cuadrícula.

## **Minijuego Cálculo**

En este minijuego se mostrarán una serie de operaciones matemáticas. El usuario deberá realizar mentalmente la operación y seleccionar la opción correcta. Al aumentar la dificultad, las operaciones serán ligeramente más complicadas, y también se podrá preguntar, en lugar del resultado, cual es alguno de los operandos, o cual es el operador que se ha usado en la operación.

## **Minijuego Ordenar**

En la cuadrícula se muestran unos números del 1 a un número arbitrario y se deben seleccionar de manera ascendente o descendente, según indique aleatoriamente el propio juego, lo más rápido posible. Para saber cuánto tiempo se está tardando en seleccionar los números se dispone de un contador de tiempo. Al aumentar la dificultad, el tamaño de la cuadrícula aumenta, por lo que la cantidad de números a seleccionar es mayor.

### **Minijuego Parejas**

Este minijuego se basa en el conocido juego de memoria o juego de parejas, cuyo objetivo consiste en encontrar los pares iguales que tienen la misma forma o figura. Al principio, las cartas aparecen boca abajo, sin poder ver que figura tienen. El usuario puede descubrir dos cartas al mismo tiempo. Si las dos cartas son iguales, se ha descubierto una pareja, si no lo son, las cartas vuelven a voltearse boca abajo. Al incrementar la dificultad, el número de cartas aumenta.

### **Minijuego Simón**

Este minijuego está basado en el juego electrónico de mesa del mismo nombre, que a su vez está basado en el juego tradicional Simón dice o *Simon Says*. De forma aleatoria se van iluminando las luces de colores, a la vez que suena un sonido propio para cada color. Después, el usuario debe seleccionar la secuencia mostrada en el orden correcto. Si el usuario selecciona la secuencia correcta, el juego responderá con una secuencia más larga, y así sucesivamente, hasta que el usuario falle, entonces finalizará el minijuego. Con un contador se muestra la racha de secuencias acertadas actualmente. Los distintos niveles de dificultad aumentan la velocidad de la secuencia a repetir y el número de colores.

### **Minijuego Texto y Color**

En este minijuego se muestran dos palabras. La de la izquierda siempre es de color negro, pero cambia el texto, y la de la derecha cambia de texto y color. El objetivo es decir lo más rápido posible, mediante los botones de sí o no, si el color que indica la palabra de la izquierda corresponde con el color que está coloreada la palabra de la derecha. La idea de este minijuego es confundir al usuario mediante lo que se dice en el texto y el color que tiene la palabra. La dificultad varía en el número de colores que se usan.

### **Minijuego Aritmética de cuadrados**

Este minijuego es similar al de cálculo anteriormente mostrado, pero en este caso las operaciones se realizan con una cuadrícula de 2x2 donde se suman o se sustraen cuadrados. El objetivo es saber cuántos cuadrados quedan en la cuadrícula como resultado de la operación y seleccionar la opción correcta. Al incrementar la dificultad, aumentaría el número de cuadrículas y las operaciones serían ligeramente más difíciles.

### **Minijuego Deslizar flechas**

El objetivo de este minijuego es simple. En pantalla van apareciendo un conjunto de flechas, y se debe deslizar con el dedo sobre la pantalla en la dirección que indica la flecha que está colocada justo en el medio. Las demás flechas estarán colocadas en un sentido distinto para confundir al jugador. Para incrementar su dificultad, se añadirían reglas de color. Por ejemplo, si una flecha está coloreada, hay que seguir la dirección de esa flecha, si no hay ninguna flecha en color, se sigue con la regla inicial de seguir a la flecha del medio.

### **Minijuego Puntos**

En este minijuego aparecen una serie de puntos en un orden específico. Una vez han aparecido todos, el usuario debe recordar en que orden han aparecido y pulsarlos en ese mismo orden. Para incrementar la dificultad, una vez han aparecido los puntos, estos comenzarían a moverse lentamente.

### **Minijuego Cálculo en caída**

Este minijuego también consiste en cálculo matemático. Sin embargo, aquí van apareciendo varias operaciones, las cuales van descendiendo desde la parte superior de la pantalla y el objetivo es resolverlas antes de que lleguen al límite inferior, en el caso de que lleguen, se quitará una “vida” y se permite fallar hasta 3 veces. Para introducir el número se dispondría de un teclado numérico. Cada vez van apareciendo más operaciones, haciendo más complicado resolverlas todas rápidamente. Para aumentar la dificultad, se aumentará la velocidad con la que las operaciones bajan y su complejidad, así como el número de vidas.

### **Minijuego Musical**

En este minijuego, al principio suena un breve fragmento de una canción creada previamente en la que suenan todos los instrumentos que se muestran en pantalla y seguidamente vuelve a sonar, pero esta vez hay un instrumento que no está sonando, y hay que reconocer cuál es, y seleccionarlo. Para aumentar la dificultad, se podría aumentar el número de instrumentos.

### **Minijuego Mayor Menor Igual**

El funcionamiento de este minijuego es simple. Aparecen dos botones con dos números, uno en cada uno, y simplemente hay que seleccionar el número que sea mayor o menor, según indique la pregunta, lo más rápido posible. Si son iguales hay que pulsar el botón de iguales.

### **Minijuegos descartados**

Varios de los minijuegos que se idearon en un principio fueron descartados debido a que se observó que algunos de ellos podrían romper el ritmo del juego, ya que podrían considerarse un juego completo en sí mismo y tener que perder más tiempo de lo normal en ellos para resolverlos. Otros, sin embargo, fueron eliminados debido a las necesidades de diseño que se requieren para el minijuego, no haciendo posible su implementación en dispositivos móviles.

Se pensó en incluir un minijuego de Sudoku, en el que resolver una serie de Sudokus sencillos. El problema es que resolver un Sudoku puede llevar varios minutos y eso rompería el ritmo de minijuegos rápidos que se pretende con esta aplicación. Igualmente, se pensó en un minijuego de Sopa de letras, pero al igual que el Sudoku, a no ser que sea una Sopa de letras muy pequeña y extremadamente sencilla, podría llevar varios minutos en resolverla.

También se pensó en un minijuego de un laberinto, en el que el usuario tiene que seguir con el dedo el recorrido hasta llegar a la salida. El problema de este minijuego es que es complicado seguir un recorrido en un laberinto que necesariamente debería ser bastante grande para poder seguir el camino con el dedo, lo que también reduciría su dificultad, al igual que sería complicado definir cuando se ha equivocado el usuario, ya sea al tocar las paredes, o al volver hacia atrás, en cualquier caso, sería complicado de implementar y probablemente no quedaría un buen resultado como minijuego ideado para dispositivos móviles.

En cuanto a uno de los minijuegos cuyo prototipo se ha mostrado más arriba, el Puzzle Deslizante, se decidió desechar la versión de 15 piezas. El problema de este minijuego es que, si el número de piezas es muy grande, resolverlo se vuelve extremadamente complicado si no se sabe el procedimiento sistemático para resolverlo. Por lo tanto, se decidió dejar solamente la versión de 8 piezas, la cual, aunque también puede ser complicada para la mayoría de usuarios, es más sencilla y según la ordenación de piezas aleatoria que aparezca en un principio es más fácil de resolver.

Igualmente, el usuario se podría quedar atascado en este minijuego. Al no haber tiempo límite, el usuario no tiene ninguna manera de fallar, ya que la única manera de finalizar este minijuego es ordenando las piezas correctamente, por lo que se quedaría bloqueado sin poder pasar al siguiente minijuego. Es por este problema por lo que se decidió añadir un botón de salir, para que, si el usuario se siente bloqueado en cualquier momento, pueda salir al menú principal y empezar otra vez o jugar a otro minijuego.

### 3.5. Diseño de la aplicación

La herramienta escogida para desarrollar esta aplicación para dispositivos móviles ha sido Unity, como se ha comentado en apartados anteriores. Unity está especializado en el desarrollo de videojuegos, por lo que tiene una estructura interna distinta de otras herramientas para desarrollar otro tipo de software no relacionado con videojuegos. En este caso, el código se ejecuta en un bucle infinito cuya función es calcular la interacción de los elementos del videojuego y del jugador, y actualizar cada frame en la pantalla correctamente.

En la documentación de Unity se explica el orden de ejecución de Unity en detalle. [10] Se ha recreado un esquema simplificado con el orden de los distintos eventos, el cual se puede observar en la siguiente imagen.

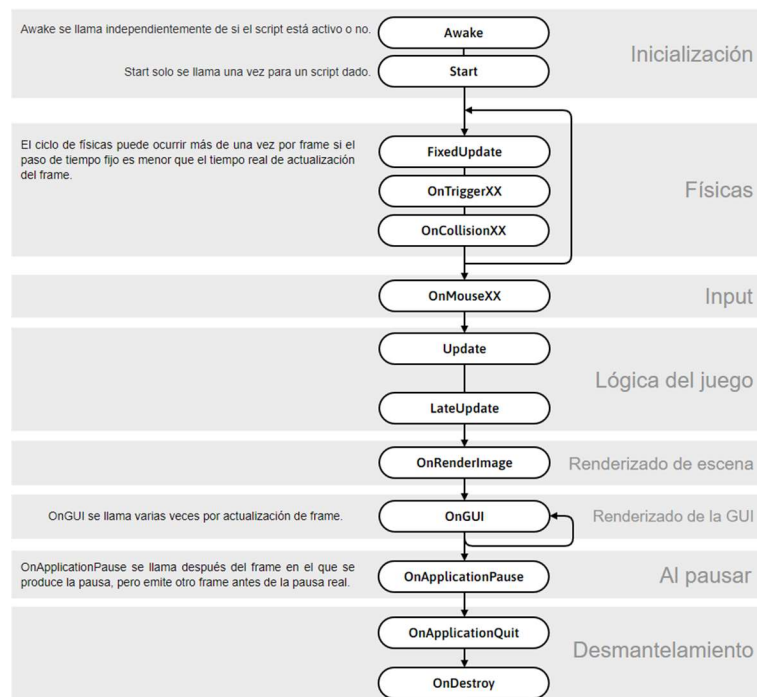


Ilustración 11: Orden de Ejecución de Funciones de Evento en Unity [10]

Al cargar la primera escena, la siguiente función es llamada cuando comienza la escena (una para cada objeto en la escena):

- **Awake:** Esta función se llama antes de cualquier función Start, independientemente de si el script está activo o no.

Antes de la actualización del primer frame, se llama a la siguiente función:

- **Start:** Esta función es llamada antes de la primera actualización de frame solo si la instancia del script está activada.

Estas funciones son usadas para inicializar variables y parámetros antes de que empiece la escena del videojuego.

Entre frames:

- **OnApplicationPause:** Se llama al final del frame donde se detecta la pausa.
- **OnApplicationFocus:** Es llamada cuando la aplicación pierde o gana el foco. En aplicaciones de escritorio correspondería a hacer Alt + Tab o similares, mientras que en aplicaciones para dispositivos móviles correspondería a minimizar la aplicación o cambiar a otra.

Orden de Actualización (Update):

La lógica de juego, las interacciones, animaciones, posiciones de cámara, etc. La mayoría de estas tareas se deben realizar dentro de la función Update, pero también se pueden usar otras funciones.

- **FixedUpdate:** Esta función en algunos casos es llamada más veces que Update. Puede ser llamada varias veces por frame si la velocidad de frame es baja y puede no ser llamada entre frames si la velocidad de frame es alta. Se suele utilizar para actualizar las físicas y las animaciones de los videojuegos que las tengan, de manera constante.
- **Update:** Esta función se ejecuta una vez por frame, por lo que depende de la cantidad de fotogramas por segundo que pueda renderizar el dispositivo que ejecuta el juego. Se usa para actualizar el estado del juego en función de los inputs y algunas físicas.
- **LateUpdate:** Esta función es llamada una vez por frame, después de que Update haya finalizado. Cualquier cálculo que sea realizado en Update será completado cuando la función de LateUpdate comience. Un uso común para LateUpdate es usarla para realizar los cálculos de movimientos de cámara y rotación, cuando se trata de una cámara en tercera persona que sigue al personaje que controla el jugador.

Después vendrían todos los eventos de renderizado, las actualizaciones normales de corrutinas, y finalmente cuando el objeto es destruido:

- **OnDestroy:** Esta función es llamada después de todas las actualizaciones de frame para el último frame del objeto, cuando este es destruido o cuando se cierra una escena.
- **OnApplicationQuit:** Esta función es llamada en todos los GameObjects antes de que se salga de la aplicación. Si el usuario suspende una aplicación en un dispositivo móvil, el sistema operativo puede salir para liberar recursos. En este caso, según el sistema

operativo, es posible que Unity no pueda llamar a esta función. En dispositivos móviles, se recomienda no confiar en este método para guardar el estado de la aplicación, sino que se debe considerar la pérdida del foco de la aplicación como la salida de la aplicación y usar `OnApplicationFocus` para guardar los datos.

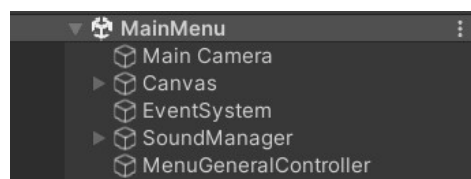
Para que una clase pueda utilizar estas funciones, debe de heredar de la clase `MonoBehaviour`, la clase base de Unity de la que derivan todos los scripts.

Una vez conocido el esquema de funcionamiento de los eventos de Unity, el diseño interno del código se podría dividir en los siguientes módulos:

- **Game Manager:** Es el gestor o controlador principal del juego, que hará de conexión entre el menú y los distintos minijuegos a ejecutar.
- **Minigame Controller:** Se trata del gestor o controlador del minijuego. Cada minijuego dispondrá de uno el cual controlará la lógica de dicho minijuego.
- **GUI Manager:** Se encargará de gestionar la vista. Al haber varios minijuegos, habrá distintas escenas, por lo que es probable que se necesiten varios controladores de la interfaz gráfica.
- **Sound Manager:** Se encargará de gestionar todo el sonido del videojuego.

Los elementos del juego se gestionan mediante lo que se conoce como `GameObjects`, los objetos fundamentales en Unity, que pueden representar personajes, accesorios y el escenario, y funcionan como contenedores en los que se deben añadir todos los elementos del juego, desde la interfaz de usuario hasta un personaje jugable. Para gestionar estos elementos se pueden crear `GameObjects` a los que se les agregan los scripts de gestión o control, creados para el videojuego, de esta forma se pueden vincular entre ellos para que estos scripts funcionen a modo de controlador.

En la ventana de jerarquía se muestran todos los `GameObjects` de la escena actual, como los modelados, las cámaras, o prefabs. Esta ventana se puede usar para ordenar y agrupar los `GameObjects` que se están usando en una escena. También cabe mencionar que, en esta ventana de jerarquía, se usa el concepto de padre-hijo, por lo que un objeto puede contener otros `GameObjects` que heredarán sus propiedades, por lo que se puede crear una estructura anidada de `GameObjects` padre-hijo para organizar mejor los elementos.



*Ilustración 12: Ventana de jerarquía en Unity*

Por otro lado, en lo que al diseño artístico de la interfaz de la aplicación se refiere, se han hecho pruebas con distintas paletas de colores, para evitar el uso de colores de una manera incorrecta, impidiendo la correcta visualización de los textos sobre los fondos.

Al principio se usó una paleta de colores monocromática, donde solo se usaban colores blancos y tonalidades de grises. Sin embargo, se observó que no había demasiado contraste entre los colores del texto y de los fondos o los botones, lo que provocaba cierta dificultad a la hora de intentar visualizar el texto y otros elementos.

Tras probar varias paletas de colores, se decidió escoger el siguiente conjunto de colores para la interfaz de la aplicación:



*Ilustración 13: Paleta de colores escogida para la UI*

Para obtener estos colores se usó un sitio web [11] que genera paletas de colores aleatorios, pero que siguen un mismo esquema y por tanto funcionan bien entre sí.

Finalmente, como logotipo de la aplicación se creó el siguiente gráfico, en el cual también se puede ver el nombre que se ha escogido para la aplicación:



*Ilustración 14: Logotipo de la aplicación, denominada TurolTrainer*

Como se puede observar, en el logo se puede apreciar la silueta de un toro, el símbolo de la ciudad de Teruel y el nombre se compone de una parte del gentilicio de la ciudad, y la palabra *trainer*, entrenador en inglés, haciendo referencia a que se trata de un juego que te entrena en el *Brain Training*.

Dado el carácter medieval de la ciudad de Teruel, en un principio se pensó en crear la interfaz del menú con un estilo más antiguo, haciendo uso de pergaminos que se usaran como fondos, y una paleta de colores de tonos más marrones, color arcilla. Sin embargo, se decidió descartar la idea por la falta de tiempo.

## 4. Desarrollo del sistema

Una vez definidas las fases de análisis y diseño del proyecto, la siguiente parte corresponde a la implementación del sistema. En esta fase se debe reflejar todo lo que ha sido planteado previamente en el diseño, con las herramientas que se escogieron en un principio.

Es probable que, al tratarse de un proyecto extenso, la implementación no coincida al 100% con lo que se ha planteado en las fases previas, ya que durante el desarrollo suelen aparecer algunos problemas e inconvenientes que obligan a rediseñar algunas partes para que el proyecto logre funcionar correctamente o se desee llegar al resultado esperado. Igualmente, todo este proceso es iterativo, y en ocasiones se vuelve al análisis o al diseño para reformular qué o cómo se debería implementar, respectivamente.

### 4.1. Puesta en marcha

En este apartado se describen los primeros pasos con Unity y otras herramientas que se han usado a lo largo del proceso de desarrollo en Unity.

#### 4.1.1. Aprendizaje de conceptos básicos de Unity

Antes de comenzar la implementación del proyecto se procedió a aprender algunos conceptos básicos sobre la herramienta Unity. Aunque en una asignatura de la carrera ya se usó brevemente Unity, fue necesario hacer un repaso de los conceptos básicos, así como de aprender los que no se vieron en su momento.

Para ello, se crearon varios proyectos de prueba, en los que se practicaba con esos conceptos, ya que la mejor forma de aprender es haciendo un proyecto y poner todo en práctica antes que, por ejemplo, comenzar leyendo directamente la documentación, de la que también hay que hacer uso, pero cuando ya tienes una base, y sabes qué es lo que quieres buscar exactamente en ella.

También se hizo uso del programa proporcionado por Unity llamado Unity Learn. Este programa pone a disposición de cualquier usuario una serie de tutoriales guiados para realizar un proyecto, con vídeos y códigos de ejemplo, los cuales ayudan a entender mejor el porqué de ciertos aspectos a la hora de desarrollar con Unity. Los llamados por Unity trayectos de aprendizaje son experiencias guiadas que ayudan a aquellos que estén interesados a introducirse en la industria de los videojuegos y tecnología 3D en tiempo real, desde niveles más básicos, hasta niveles intermedios o incluso más avanzados.

#### 4.1.2. Configuración del entorno de desarrollo

Una vez adquiridos los conceptos básicos cuyo conocimiento permita iniciar un proyecto, se procedió a iniciar el proyecto configurando el entorno de desarrollo sobre el que se trabajaría. Para instalar Unity, se debe instalar lo que se conoce como Unity Hub, desde donde se gestiona la instalación del propio motor de Unity, y donde se podrá gestionar las distintas versiones del motor, ya que Unity suele actualizarse frecuentemente, y si se desea, se pueden tener instaladas varias compilaciones de distinta versión del motor en el mismo ordenador. Esto se pensó para que los desarrolladores pudieran instalar y testear varias versiones de Unity

en un mismo ordenador sin que interpusieran las unas con las otras, ya que antes el proceso de instalación de Unity era diferente, y no existía Unity Hub.

El proyecto actual se creó con la versión de Unity 2021.3.1f1 (LTS) y se decidió no actualizar a versiones más nuevas durante todo el proceso de desarrollo para evitar algún problema de compatibilidad o de corrupción del proyecto que pudiera ocurrir.

Al trabajar para dispositivos móviles, concretamente para dispositivos con sistema operativo Android, se tuvieron que instalar los módulos correspondientes para poder exportar aplicaciones a dispositivos Android. En la siguiente imagen se pueden ver los módulos que se seleccionaron para instalar desde Unity Hub, así como los kits de desarrollo de software.

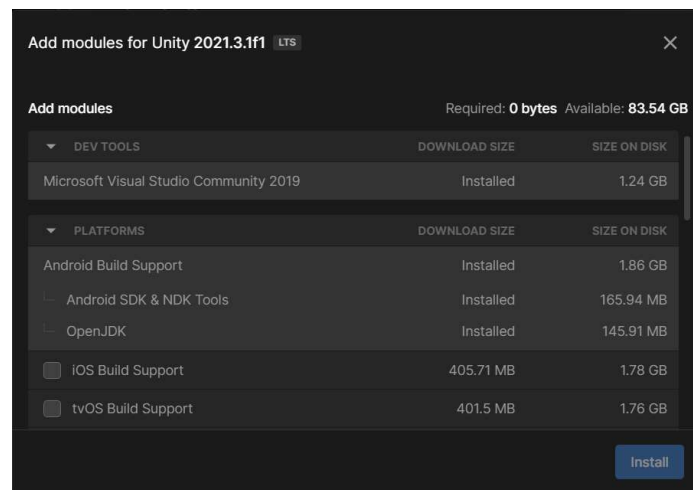


Ilustración 15: Módulos necesarios instalados (Unity Hub)

Como se puede ver, también se instaló el IDE Microsoft Visual Studio, en su versión Community 2019, ya que es el que te recomienda Unity ya que se integra bien con el lenguaje en el que se va a programar, C#, e igualmente se evitó actualizar durante todo el proceso para evitar problemas de incompatibilidad.

Una vez instalados los módulos y el IDE, se procedió a crear el proyecto de Unity. Actualmente Unity ofrece plantillas de proyectos que se ajustan a lo que los desarrolladores normalmente suelen hacer, aportando una base desde la que construir. Existen proyectos de aprendizaje que forman parte del programa que se ha mencionado anteriormente, así como proyectos de test para observar las capacidades que tiene el motor en su máximo esplendor, y luego están los proyectos *core*, que aportan un esqueleto de proyecto según cual sea el objetivo del videojuego o para que plataforma esté orientado.

En este caso se eligió el proyecto *core* llamado 2D Mobile, el cual es un proyecto vacío, pero que añade los paquetes recomendados por Unity para el desarrollo en móviles. Aunque la configuración ya estaba ajustada para dispositivos móviles, todavía había que cambiar la plataforma objetivo para la que se construiría la aplicación, ya que por defecto se construye para PC, simplemente con cambiar el ajuste en las opciones de construcción esto quedaría solucionado.

Por otra parte, para hacer pequeñas pruebas en un dispositivo móvil mientras se desarrollaba el proyecto se hizo uso de una aplicación para dispositivos móviles creada por Unity llamada

Unity Remote. Para ello se cambió el modo del dispositivo móvil a modo desarrollador y se realizaron los ajustes necesarios desde el Editor de Unity.

Unity Remote permite conectar el dispositivo móvil de destino al Editor de Unity y muestra la salida visual del Editor en la pantalla del dispositivo de destino a una velocidad de fotogramas reducida. También envía las acciones que el usuario realiza desde el dispositivo de destino al proyecto en ejecución en Unity.

Esto es especialmente útil para ver cómo se ve y se maneja una aplicación en el dispositivo de destino sin necesidad de compilar la aplicación, pero no se debería utilizar para, por ejemplo, comprobar el rendimiento de la aplicación, ya que el procesamiento real se sigue realizando desde el PC, por lo que el rendimiento no es un reflejo preciso del rendimiento de la aplicación en el dispositivo móvil.

Finalmente, y para tener mayor seguridad a la hora de respaldar el proyecto, se decidió usar control de versiones a través de la plataforma GitHub. Aunque no se siguió un orden de commits consistentes en tamaño y tiempo, esta plataforma se usó a modo de copia de seguridad por si en algún momento se perdía el proyecto o se corrompía de manera inesperada, por lo que se intentó hacer push a los commits en todo momento en el que se produjeran cambios para guardar en el repositorio la última versión más reciente del proyecto.

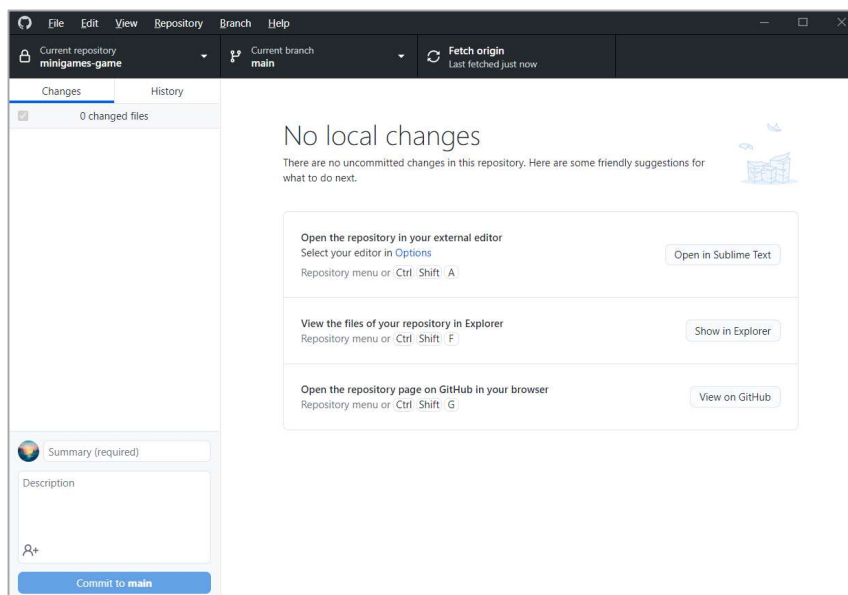


Ilustración 16: GitHub Desktop, usado para el control de versiones

## 4.2. Implementación de los minijuegos

En Unity, los niveles de un videojuego corresponderían a lo que se conoce como escena. Dado que cada minijuego correspondería a lo que sería un nivel, se optó por crear una escena para cada minijuego. La idea fue comenzar implementando independientemente cada minijuego, ya que cada uno posee una naturaleza distinta y son independientes entre sí, y luego juntarlos, según ciertas reglas para que aparezcan unos u otros, para dar lugar al videojuego final que se esperaba obtener.

De los minijuegos que se han explicado en el apartado de diseño, finalmente se pudieron implementar un total de 9 minijuegos, con sus distintas variaciones en función del nivel, por lo

que no se llegó a implementar todos los minijuegos que se diseñaron en un principio. Acto seguido se procederá a resumir cómo se ha implementado cada uno.

## Minijuego Cuadrados

Para este minijuego, se necesitan botones los cuales harán de cuadrícula, en los que el usuario podrá pulsar una vez se hayan encendido y apagado. Estos botones no se crearán previamente desde el editor, sino que se crearán en tiempo de ejecución según el tamaño que se le indique por parámetro, que variará en función del nivel del usuario. Para ello se emplea la siguiente función:

```
void InicializarCuadrados(int numCuadrados)
{
    CambiarGridLayout(numCuadrados);

    for (int i = 0; i < numCuadrados; i++)
    {
        GameObject button = Instantiate(btn);
        button.name = "" + i;
        button.transform.SetParent(campo, false);
    }
}
```

Ilustración 17: Función de instanciar botones en un Layout

Esta función es importante, puesto que será reusada en minijuegos posteriores, ya que varios de ellos igualmente se basan en una cuadrícula de botones y por tanto requieren de mostrar un conjunto de botones bien alineados en pantalla. Esta función instancia clones del `GameObject btn` al cual se le ha asignado a través del editor un *prefab*, que vendría siendo un objeto reutilizable, el cual es un botón con unas características previamente definidas, aunque en este caso, se trata de un botón genérico. También se añade el botón a un `GridLayout campo` para que aparezcan alineados en pantalla según el número de botones que se haya decidido crear.

Después, mediante el uso de la función de `MonoBehaviour` llamada `Invoke`, que permite llamar a una función pasados los segundos que se hayan indicado, se hacen las esperas correspondientes para encender y apagar los botones, que han sido escogidos aleatoriamente. Cuando los botones se han apagado y es turno del jugador pulsar los que se habían encendido, es cuando se activan los *listeners* de los botones para evitar que pulse antes de tiempo.

Cuando el usuario va seleccionando los botones correctos, estos van cambiando a color azul, y si selecciona todos, estos cambian a color verde. Si el usuario se equivoca, el botón cambia a color rojo y se muestran parpadeando en azul los botones correctos que le faltaban por seleccionar. Mientras el usuario selecciona los botones, se escucha un efecto de sonido de selección, al igual que también se escucha un sonido de acierto y un sonido de fallo al acertar todos y al fallar, respectivamente. Al responder el número de veces que se haya establecido el minijuego finaliza.



Ilustración 18: Minijuego Cuadrados

## Minijuego Cubos

Para este minijuego se ha creado la imagen 2D de un cubo en perspectiva isométrica para que su representación visual se parezca a una imagen 3D. Con este cubo se han creado varias estructuras previamente definidas dentro del editor de Unity, las cuales son más grandes y complejas en función del nivel del usuario.

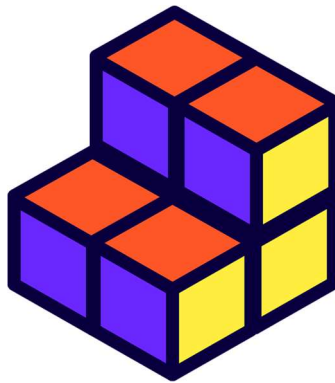


Ilustración 19: Ejemplo de estructura formada por cubos

Estas estructuras se han hecho a mano en el editor de Unity usando un *prefab* del cubo original. Las estructuras pueden estar formadas por 3 niveles de altura; una base, un nivel intermedio y un nivel superior, aunque también puede haber estructuras con tan solo 2 o 1 nivel. Se ha asegurado que los niveles superiores siempre cuenten con un número menor o igual de cubos que los niveles inferiores para crear esa sensación de estructura que es capaz de aguantarse por sí sola, al igual que, en el nivel más alto, independientemente del número de niveles, se han colocado los cubos empezando por detrás, de manera que permitan ver mejor la estructura. También pueden aparecer dos estructuras en lugar de una.

Se ha creado una pequeña animación mediante el animador de Unity la cual hace que las estructuras desciendan de la parte superior hasta el centro de la pantalla. Esta animación distingue entre los distintos niveles de la estructura, por lo que primero desciende la base, seguidamente desciende el nivel intermedio, y finalmente desciende el nivel superior, si los hubiese. Esta animación permite al usuario saber que, en una estructura, aunque no se vean los cubos de la parte trasera, también existen cubos por detrás y por tanto esos cubos hay que considerarlos también para el conteo de cubos total.

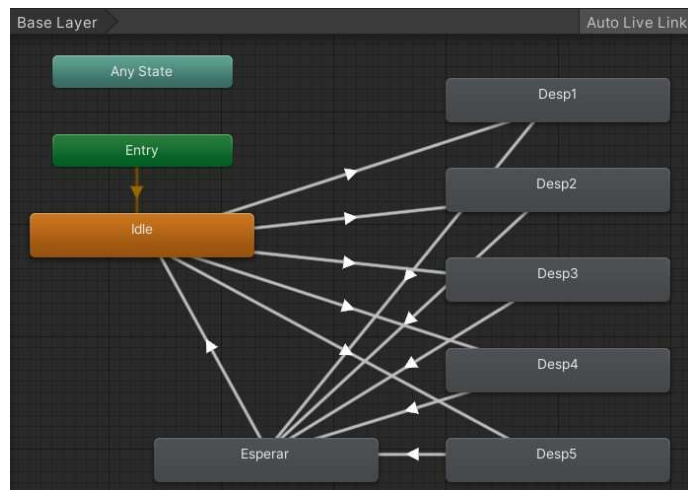


Ilustración 20: Estados de las animaciones en la ventana de Animator

Para las opciones que se muestran en pantalla, el número de cubos de las opciones incorrectas se genera aleatoriamente y es un número muy cercano al número de cubos real. El número de cubos de la opción correcta se obtiene contando el número de cubos que hay en pantalla, esto es, el número de GameObjects que tienen la etiqueta "Cubo", etiqueta asignada al *prefab* del cubo original previamente. Se han creado un total de 15 estructuras que, aunque siempre son las mismas, aparecen en un orden aleatorio, y en función del nivel, las estructuras que aparecen son más grandes y complejas.

En un principio se pensó en hacer que estas estructuras se generaran aleatoriamente, partiendo de la imagen unitaria de un solo cubo, y que en tiempo de ejecución aparezcan estructuras completamente diferentes. El problema que se observó fue que habría que tener demasiados aspectos en cuenta, como la posición en la que aparecen los cubos, la posición desde la que caen, y finalmente la posición en la que permanecen, también el orden de capa de cada imagen, ya que, si no están en el orden correcto, las imágenes se solaparían, no creando el efecto esperado, así como controlar el hecho de que en la base no aparezcan menos cubos que en niveles superiores ya que no sería una estructura propiamente real, entre otros aspectos. Realizar todo esto hubiera llevado demasiado tiempo para un solo minijuego, por lo que finalmente se acabó descartando.

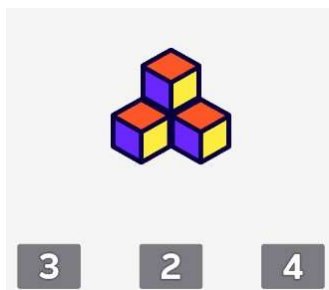


Ilustración 21: Minijuego Cubos

### Minijuego Puzzle deslizante

Este minijuego es un conocido puzzle en el que hay que tener en cuenta varios aspectos a la hora de implementarlo. Aunque se llegaron a implementar las dos versiones de 8 y 15 piezas, se explicará la de 8 piezas ya que el procedimiento es igual y es el que se acabó añadiendo.

En primer lugar, se crearon las imágenes correspondientes a las piezas, y los números. Las imágenes de las piezas tienen un relieve para asemejarse al aspecto de una pieza de puzzle real y los números son blancos con un contorno negro para que se pueda ver con claridad. Una vez creadas las piezas, estas fueron colocadas en orden con sus correspondientes números.

Las piezas están en orden, pero al comenzar el juego deben aleatorizarse para que el usuario pueda ordenarlas. El problema es que este puzzle se puede volver imposible de resolver si no está aleatorizado de la manera correcta. Para ello, se han seguido una serie de reglas bien conocidas consultadas en un artículo para que se cumplan las condiciones necesarias para poder aleatorizar el puzzle correctamente. [12]

Se dispone de un tablero de 3x3 con 8 piezas y un espacio vacío, cada pieza está numerada del 1 al 8. Usando el espacio vacío, se debe ordenar todas las piezas, pudiendo deslizar cuatro fichas adyacentes (izquierda, derecha, arriba y abajo) en el espacio vacío, pero nunca en diagonal. Por ejemplo:

<b>8</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>3</b>	

**Configuración Inicial**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>8</b>	

**Configuración final**

*Ilustración 22: Configuraciones inicial y final del 8 puzzle*

En general, para una cuadrícula dada de ancho N, se puede averiguar si un rompecabezas (N x N - 1) se puede resolver o no siguiendo las siguientes reglas simples:

- Si N es impar, entonces la instancia del rompecabezas se puede resolver si el número de inversiones es par en el estado de entrada.
- Si N es par, la instancia del rompecabezas se puede resolver si:
  - El espacio en blanco está en una fila par contando desde abajo y el número de inversiones es impar.
  - El espacio en blanco está en una fila impar contando desde abajo y el número de inversiones es par.
- Para todos los demás casos, la instancia del rompecabezas no se puede resolver.

Cuando se habla de inversiones, se refiere a lo siguiente; Si se asume que las piezas están colocadas en una sola fila (un array de una dimensión) en lugar de distribuirse en N filas (un array de dos dimensiones), un par de piezas (*a*, *b*) forman una inversión si *a* aparece antes que *b*, siendo *a* mayor que *b*. Por ejemplo, considerar las siguientes piezas colocadas en una fila, de la siguiente forma:

2	1	3	4	5	6	7	8	X
---	---	---	---	---	---	---	---	---

La cuadrícula anterior forma solo 1 inversión, esto es, (2, 1).

En el caso de este minijuego, las cuadrículas siempre serán de un tamaño de 3x3, por lo que la única regla que se debe cumplir es la primera; siendo N impar, el número de inversiones deberá ser par, independientemente de dónde esté el espacio en blanco. En las siguientes imágenes se pueden ver dos ejemplos de configuraciones iniciales, resoluble e irresoluble, para una cuadrícula de 3x3.

**Estado inicial dado**

1	8	2
	4	3
7	6	5

**Resoluble**

*Ilustración 23: Configuración inicial resoluble*

En el caso de la imagen anterior, el número de inversiones es 10 (par) y N siempre es 3 (impar) dado que se trabaja siempre con el mismo tamaño de cuadrícula, por lo que se cumple la primera regla haciendo el rompecabezas resoluble.

**Estado inicial dado**

8	1	2
	4	3
7	6	5

**Irresoluble**

*Ilustración 24: Configuración inicial irresoluble*

Sin embargo, en este caso, el número de inversiones es 11 (impar) y N sigue siendo 3 (impar), por lo que no se cumple la regla necesaria para las cuadrículas de ancho N impar, haciendo el rompecabezas irresoluble.

Por lo tanto, para saber si un rompecabezas se ha aleatorizado correctamente se necesita saber el número de inversiones. Para ello, se ha utilizado la siguiente función:

```
int getInvCount(int arr[]) {
    int inv_count = 0;
    for (int i = 0; i < 9 - 1; i++)
        for (int j = i+1; j < 9; j++)
            // El valor 0 es usado para el espacio blanco
            if (arr[j] && arr[i] && arr[i] > arr[j])
                inv_count++;
    return inv_count;
}
```

Esta función devuelve el número de inversiones para un array dado. La función, obtenida del artículo mencionado anteriormente, está escrita en el lenguaje C++, por lo que se ha transformado posteriormente al lenguaje C# y se ha ajustado para trabajar con las variables y GameObjects que se usan en el script del minijuego.

Finalmente, las piezas o *tiles* al ser imágenes en lugar de botones, se debe hacer uso de un Raycast que sigue la posición del ratón y un BoxCollider2D para saber si se ha pulsado en la imagen, en cuyo caso, la imagen se desplaza al espacio vacío con un efecto de movimiento suave que se consigue con la función Lerp. Las piezas que estén en la posición correcta se colorearán de verde, teniendo que estar todas en color verde para haber reordenado correctamente el rompecabezas.



Ilustración 25: Minijuego Puzzle Deslizante

### Minijuego Encontrar

Este minijuego hace uso de la función de instanciar botones comentada en el minijuego de cuadrados. En este caso, se instancian una serie de botones a partir de un *prefab* dado, el cual en este caso es un botón que tiene como hijo un objeto texto. Todos los botones cambian el texto a un carácter especificado previamente, menos uno de ellos, el cual será el carácter distinto que el usuario deberá identificar y seleccionar.

Se han establecido previamente pares de caracteres que se parecen entre sí, los cuales son los siguientes; (7, 1), (8, 3), (Q, O), (B, 8), (S, 5), (1, l), (C, O), (F, E), (S, \$) y (0, O). Una cuadrícula de botones se rellena con el primer carácter del par, y se incluye solamente uno del segundo carácter del par, y al final acaban apareciendo todos los pares en el minijuego. Aunque siempre aparecen los mismos, el orden en que aparecen es aleatorio, así como su posición en la cuadrícula. A medida que el usuario aumenta de nivel la cuadrícula se hace más grande.

Al seleccionar el carácter único correcto el botón se coloreará en verde, mientras que si se ha seleccionado un carácter incorrecto la casilla se coloreará en rojo, y en azul se coloreará la casilla del carácter correcto que se debería haber seleccionado, para saber dónde se encontraba. Igualmente, al seleccionar el botón correcto o incorrecto suena un efecto de sonido para cada caso. Después de seleccionar un botón, se deshabilita por un segundo la interacción con los botones para evitar que el usuario pueda seguir pulsando, hasta que cambia al siguiente par de caracteres, cuando entonces se vuelve a habilitar.



Ilustración 26: Minijuego Encontrar

## Minijuego Cálculo

En este minijuego pueden aparecer los cuatro tipos de operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división. El operador de la operación que aparece se decide aleatoriamente, al igual que los operandos.

En las operaciones de resta se controla que el primer operando sea menor que el segundo operando, para evitar resultados en negativo, en el caso de que esto ocurra, se vuelven a calcular los operandos. En las operaciones de división se comprueba que la división siempre sea entera, en caso contrario, se vuelven a calcular los operandos.

La opción con el resultado correcto se coloca en un botón aleatorio, y en los otros dos botones se colocan las opciones con resultados incorrectos, que son aleatorios, pero con un valor próximo al resultado correcto, para que no sean valores muy dispares.

Al seleccionar cualquier botón, si es correcto se colorea en verde, y si es incorrecto se colorea en rojo, en los que también suena un efecto de sonido. Acto seguido se inhabilita la interacción con los botones y al aparecer la siguiente operación, se vuelven a habilitar.

En el primer nivel de dificultad, las operaciones son sencillas, con números que van desde el 1 hasta el 9. En el segundo nivel de dificultad, los operandos pueden alcanzar números desde el 1 al 99, pero se controla el hecho de que no aparezcan dos operandos de dos cifras haciendo que el resultado exceda las 3 cifras, y en las divisiones el segundo operando siempre es un número del 1 al 9. Después, en el tercer nivel, en lugar de preguntar el resultado de la operación se pregunta que operando se ha usado y, por último, en el cuarto nivel se pregunta que operador se ha usado en la operación. En este último caso se ha eliminado la posibilidad de que aparezcan operaciones en las que podrían ser correctos más de un operador, como, por ejemplo, al hacer  $2+2$  o  $2 \times 2$ , al hacer  $4/2$  o  $4-2$ , entre otros.

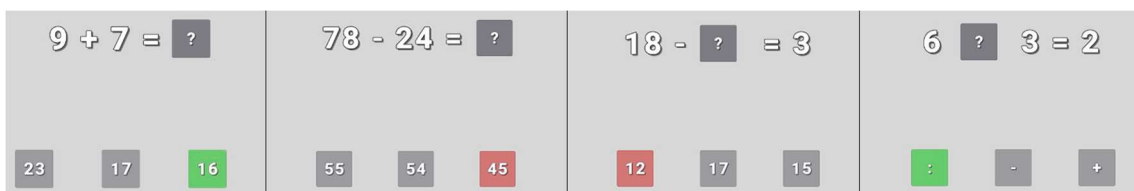


Ilustración 27: Minijuego Cálculo

## Minijuego Ordenar

Al igual que algunos de los minijuegos anteriores, este minijuego hace uso de la función de instanciar botones, y como en el minijuego de Encontrar, se instancian a partir de un *prefab* dado, siendo también un botón que tiene como hijo un objeto texto.

Según el nivel, el tamaño de la cuadrícula aumenta, y con ella, la cantidad de números a seleccionar en orden. Los tamaños de la cuadrícula son de 25, 36, 49, 64 números a ordenar según el nivel. Aleatoriamente se decidirá si se debe ordenar ascendentemente o descendentemente.

Al seleccionar un botón cuyo número está en el orden correcto, este se coloreará de verde, emitirá un sonido de acierto y permanecerá coloreado de verde hasta el final para saber que ese número ya ha sido seleccionado. Si el usuario se equivoca y selecciona un número que no corresponde, este parpadeará en rojo, emitiendo un sonido de error, y permitirá al usuario seguir intentándolo.

Una nueva característica añadida posteriormente consiste en que el último número que se ha pulsado se colorea de azul, en lugar de verde. Esto se ha hecho porque, si la cuadrícula es muy grande, es probable que el usuario se demore en buscar el siguiente número y se le olvide cual era el último número que pulsó, y, por tanto, el número que ahora tiene que buscar. Si todos los botones pulsados anteriormente fueran de color verde, sería más complicado buscar y reconocer cual era el último que se ha pulsado, es por eso que solamente el último número pulsado se colorea en azul, mientras que los demás ya pulsados se colorean en verde.



Ilustración 28: Minijuego Ordenar

### Minijuego Parejas

Para este minijuego se han creado los sprites o imágenes para lo que sería cada una de las cartas con su figura correspondiente, y el dorso, asemejándose al de una carta de verdad.

Se han creado un total de 8 cartas con figuras diferentes, las cuales dan lugar a un total de 16 parejas. En el nivel más sencillo se comienza con pocas cartas a emparejar, mientras que en el nivel más difícil se deben emparejar las 16 cartas. Los dibujos de estas cartas son figuras geométricas, a las que se les ha asignado un color, para reconocerlas más fácilmente. Estas son; un círculo azul, un cuadrado naranja, un pentágono verde, un triángulo rojo, una elipse púrpura, una estrella amarilla, un hexágono granate y un rombo cian.

Al comienzo del minijuego, a través de la función Awake, que se ejecuta antes de comenzar, se cargan en un array de sprites, todas las imágenes de las figuras de las cartas que están almacenadas en el directorio de recursos de la aplicación. Las cartas se comportarán como botones, que se instancian al comienzo del juego según la cantidad que se haya especificado en función del nivel y se les cambia la imagen por la que sería el dorso de la carta.

Después se dispone de una lista de sprites a la cual según el número de botones se les añade las parejas de sprites, es decir, las figuras repetidas dos veces, y seguidamente se aleatoriza la lista para que las figuras salgan desordenadas. Al pulsar una carta esta cambia la imagen del dorso a la que está asignada en la lista de sprites con el mismo índice. A continuación, se permite pulsar otra carta, e igualmente se cambiará la imagen a la de la figura.

Si ambas cartas descubiertas tienen la misma figura, comprobado mediante los nombres del sprite, se emitirá un sonido de acierto y tras un segundo se deshabilitará la interacción con esos botones y se reducirá la opacidad a 0 para que desaparezcan. Si no tienen la misma figura, se emitirá un sonido de error y tras un segundo las imágenes de los botones volverán a ser la del dorso. Esto último se ha implementado mediante el uso de lo que se conoce como corrutinas, que permiten pausar la ejecución mediante las declaraciones *yield*, también usadas en minijuegos anteriores en los que se necesita hacer algún tipo de pausa.

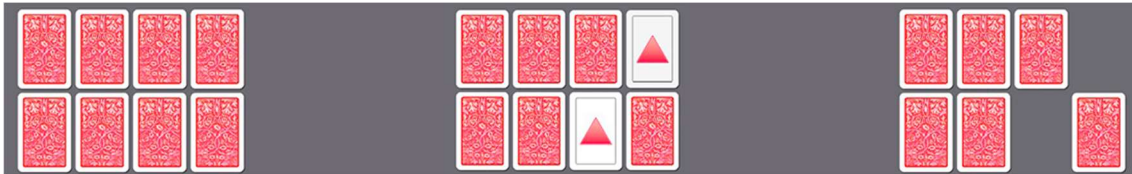


Ilustración 29: Minijuego Parejas

### Minijuego Simón

Para este minijuego también se han creado las imágenes que corresponden a los botones o luces que se iluminan, el cual es un cuadrado con bordes redondeados y un pequeño relieve para que se distinga mejor. El nivel más sencillo se compone de 4 colores, que son los del juego original, esto son; rojo, azul, verde y amarillo. El nivel intermedio añade el morado y el naranja, y el nivel más difícil añade el cian y el rosa.

Al principio, el color de los botones aparece a la mitad de opacidad, para simular el efecto de que la luz está apagada. La secuencia de colores comienza cuando se pulsa el botón de comenzar, que después se deshabilita para impedir que el usuario pueda volver a pulsar. En ese momento, se obtiene un color aleatorio de los disponibles, se añade a la lista de la secuencia total, y para este color su opacidad aumenta al máximo valor para provocar el efecto que simula que la luz se ha encendido, además de emitir un sonido característico correspondiente a una nota musical. Cuando el usuario seleccione el o los colores correctos de la secuencia, se hará una pausa de un segundo y se repetirá el proceso de añadir un color aleatorio a la lista de la secuencia total e igualmente se iluminará y sonará cada color incluido en la lista, después el usuario deberá repetir la secuencia anterior, más el nuevo color que se ha añadido y así sucesivamente, hasta que el usuario falle, momento en el que se emitirá un sonido de fallo y finalizará el minijuego. A medida que el usuario va introduciendo secuencias correctamente, su puntuación de racha aumenta y se muestra en pantalla.

Los botones, al ser imágenes, necesitan un Box Collider 2D para detectar cuando se ha pulsado en cada botón. El sonido que emite cada botón es una nota musical, habiendo asignado para cada nota los siguientes colores, comenzando con el do de la cuarta octava o do central; Do<sub>4</sub> (rojo), Re (cian), Mi (azul), Fa (morado), Sol (verde), La (naranja), Si (rosa), Do<sub>5</sub> (amarillo). El hecho de asignar un sonido característico a cada color sirve para que además de la memoria visual, el usuario pueda ayudarse de su memoria sonora para acordarse de la secuencia correcta sabiendo que sonido corresponde a cada color.

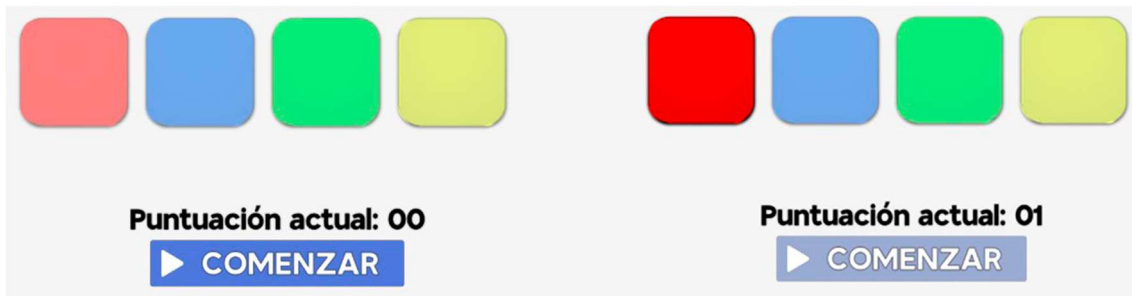


Ilustración 30: Minijuego Simón

### Minijuego Texto y Color

El funcionamiento de este minijuego es bastante sencillo. Se han colocado dos etiquetas de texto, una a la izquierda y la otra a la derecha. En el texto de cada una está escrito un color, y el color de la palabra de la izquierda siempre es negro, mientras que el color de la palabra de la derecha cambia va cambiando de color. Aleatoriamente se decide qué color estará escrito en la palabra de la izquierda, a la vez que también se decide aleatoriamente que color estará escrito en la palabra de la derecha y de qué color estará coloreada la palabra de la derecha. Se han colocado dos botones de Sí o No para responder a la pregunta que hace el minijuego; “¿El significado de la palabra de la izquierda corresponde al color de texto de la derecha?”.

Se dispone de un array de strings correspondiente a las cadenas de texto que puede tener la palabra de la izquierda y un array de colores correspondiente a los colores que puede tener la de la derecha. Para comprobar si coincide lo que dice la palabra de la izquierda con el color del texto de la derecha se compara el índice de cada array, ya que los colores están en el mismo orden en ambos arrays. Al acertar o fallar, se emite un sonido de acierto o fallo respectivamente, así como también aparece una pequeña imagen en verde o una imagen en rojo, indicando nuestro acierto o fallo. En el primer nivel solamente se alterna entre los colores negro, azul, rojo y amarillo, pero al aumentar de nivel se añade el verde y el rosa.

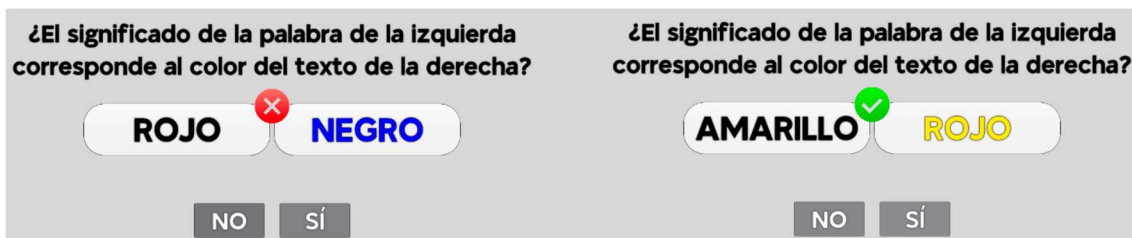


Ilustración 31: Minijuego Texto y Color

### 4.3. Implementación del resto del juego

Aunque no se llegó a implementar la totalidad de los minijuegos que se diseñaron en un principio, se llegó a implementar a una cantidad que se consideraba razonable. Una vez acabados, se procedió a desarrollar el resto del juego que conectara las distintas partes e hiciese el juego completo que se esperaba obtener. Para ello, se crearon varias escenas adicionales.

En primer lugar, se creó la escena del menú principal, en el cual se navegaría a través de los distintos menús, permitiendo seleccionar los modos de juego, o consultar la información básica del perfil, como el nivel, las estadísticas o las recompensas obtenidas.

El color elegido para los botones corresponde con el color azul más claro de la paleta de colores escogida previamente, mientras que los fondos de los paneles en los que aparecerán cuadros de texto, serán del color azul más oscuro. Los textos que aparezcan sobre fondos claros, serán de color negro, mientras que los textos que aparezcan sobre fondos oscuros serán de color blanco. A todos los botones se les ha añadido un icono que representa la funcionalidad del botón, iconos que han sido obtenidos de una página web que proporciona iconos de manera gratuita. [13]



Ilustración 32: Menú principal

Como se indicó en el diseño del menú, se ha incluido el logo creado para la aplicación, al que se le ha añadido una pequeña animación en bucle, así como un fondo, también con una animación que se desplaza de manera infinita con los dos símbolos de la ciudad de Teruel. Los botones disponibles permiten acceder al apartado de jugar, perfil o configuración.



Ilustración 33: Menús de jugar, perfil y configuración

En el menú de configuración se han añadido los botones para permitir activar o desactivar los efectos de sonido y la música de fondo, y también se ha añadido un *slider* para modificar el volumen general. Todos estos ajustes de sonido están gestionados por el SoundManager, una clase que hace uso del patrón *Singleton* para que solo haya una única instancia en todo el juego. En el menú de juego y de perfil se han creado los botones para los distintos modos de juego y apartados, así como el botón de información, que contiene un cuadro de texto donde explica cada apartado.

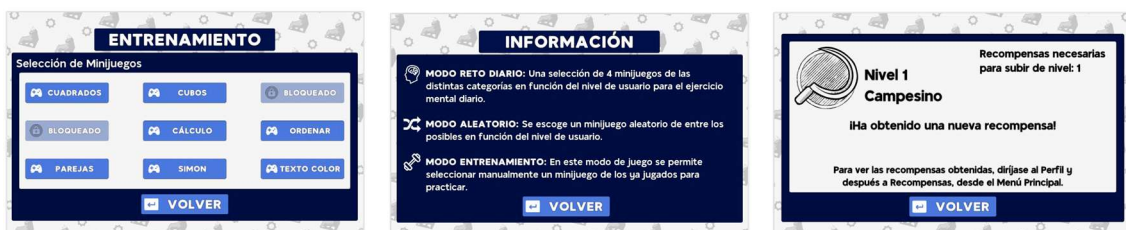


Ilustración 34: Paneles de modo entrenamiento, información y resultados del modo reto diario

En el menú de juego, al pulsar en el modo principal de reto diario, se ejecutará un número de minijuegos previamente establecido, uno tras otro y tras finalizar esa sesión, aparecerá una pantalla de resultados, donde se mostrará el nivel actual, las recompensas que quedan para subir al siguiente nivel y el aviso al jugador de que acaba de recibir una nueva recompensa. Al pulsar en modo aleatorio, se ejecutará solamente un minijuego aleatorio y al finalizar simplemente volverá al menú principal. El modo entrenamiento mostrará un panel de selección donde se podrá escoger un minijuego a jugar de los que ya se haya jugado previamente en los modos anteriores.



Ilustración 35: Paneles de nivel, estadísticas e información

En el menú de perfil, al pulsar en el botón de nivel se mostrará un panel con el nivel actual del jugador, así como la imagen asociada al rango del nivel y las recompensas que necesita para subir al siguiente nivel. También estará disponible el botón de reiniciar por si el usuario desea reestablecer su progreso a cero para comenzar desde el principio, del cual aparecerá una ventana emergente que advertirá al usuario de las consecuencias de reiniciar el nivel.

En el panel de estadísticas se podrá consultar la fecha de la primera vez que se inició la aplicación, el tiempo jugado y el número de minijuegos jugados en total. Más abajo se mostrará, para cada minijuego, una serie de estadísticas de desempeño en estos minijuegos tales como el número de aciertos y fallos, el número de movimientos usados para completar un rompecabezas, el mejor tiempo en el que se ha completado un minijuego o la mayor racha de puntuación correcta en un minijuego, según lo precise cada uno.

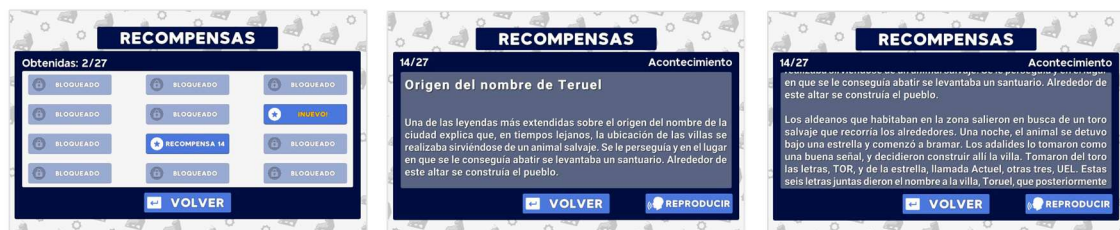


Ilustración 36: Paneles de recompensas obtenidas y visualización de la recompensa

En el panel de recompensas se mostrarán todas las recompensas a obtener y las que ya se han obtenido. La última recompensa obtenida vendrá resaltada en color dorado y se indicará mediante el texto "¡Nuevo!". Al pulsar en una recompensa, se abrirá el panel de visualización, en el cual se mostrará el número de recompensa en la esquina superior izquierda del panel, la categoría a la que pertenece la recompensa en la esquina superior derecha, y después habrá un subpanel deslizable en el que se mostrará el título de la recompensa y el contenido de la misma, que corresponde a una descripción en texto de la recompensa. Este texto será deslizable y se podrá desplazar hasta abajo para leer el texto completo. También se ha añadido un botón de reproducir, el cual reproducirá por audio mediante un sintetizador de voz el texto de la recompensa, y al que, si se vuelve a pulsar, se detendrá la reproducción del audio.



Ilustración 37: Panel inicial de explicación del minijuego y botones de ayuda y salir



Ilustración 38: Panel de ayuda y panel de salir

Finalmente, para cada minijuego, se ha añadido un panel inicial al comenzar el minijuego, que explica brevemente el objetivo del minijuego. Adicionalmente, se han añadido los botones de ayuda y de salir. El botón de ayuda explica más en detalle el funcionamiento del minijuego por si el usuario no lo ha entendido bien con el panel de información inicial o simplemente se le ha olvidado el objetivo, con un ejemplo de lo que sería correcto e incorrecto. El botón de salir permite salir al menú principal mostrando una ventana emergente para confirmar la decisión.

Para gestionar todo el flujo del juego se ha creado un GameManager. En esta clase se gestionan los minijuegos que tienen que aparecer en el reto diario, la carga de las distintas escenas, y las distintas variables que modificarán un minijuego en función del nivel del usuario. Para esto último se necesitaría hacer un paso de parámetros al cargar una escena, pero al no poder realizar explícitamente tal cosa en Unity, se ha establecido el GameManager como estático, para poder almacenar ciertos valores que serán usados desde las funciones Start de los scripts controladores de los minijuegos para decidir cómo se construye la escena en función del nivel del jugador.

Así mismo, el GameManager también es usado para guardar la información en tiempo de ejecución, tales como el nivel del jugador, las recompensas que ha conseguido el usuario, las recompensas que le faltan para subir de nivel, y las estadísticas, y al cerrar el juego, o crear progresos dentro del mismo, toda esta información se guarda de manera persistente en el almacenamiento del dispositivo.

Para almacenar los datos y el progreso del jugador localmente se ha hecho uso de una utilidad de Unity llamada PlayerPrefs, que permiten almacenar datos entre varias sesiones de juego en el almacenamiento interno del dispositivo, pudiendo almacenar solamente los tipos primitivos int, float y string. Los PlayerPrefs fueron concebidos para almacenar las preferencias de usuario de la configuración del videojuego, tales como la resolución, el volumen, etc. Además, Unity los almacena en un registro local sin encriptar, por lo que Unity no recomienda usar los PlayerPrefs para almacenar información delicada. Sin embargo, en el caso de este videojuego, al no ser necesario encriptar todos los datos del jugador a toda costa, ya que no es

información sensible, y no es un producto que salga al mercado real, se decidió usar este método para hacer más sencillo el guardado de datos.

Igualmente, en un principio se observó que solamente se necesitaba guardar variables de tipo string o entero, por lo que este método seguía siendo ideal. En cambio, posteriormente surgió la necesidad de guardar dos listas de enteros, las cuales contenían las recompensas que había obtenido el jugador, y los minijuegos que había desbloqueado jugando, por lo que en este caso se tuvo que recurrir a la serialización de una pequeña clase para permitir guardar las dos listas.

Para las recompensas, en un principio se pensó en crear una clase Recompensa y parsear el contenido de un fichero JSON en el que están todas las recompensas para cada recompensa. Sin embargo, dada la sencillez del contenido de una recompensa, que simplemente se trataba de un fragmento de texto, se decidió trabajar con un fichero de texto plano, el cual funcionaría como un *asset* más en el directorio de recursos del proyecto de Unity y en el que estarían incluidas todas las recompensas con el siguiente formato:

```
<número>:<categoría>:<título>:<contenido>
```

Todos los campos están delimitados por el carácter “:”. Los campos son; el número de la recompensa, la categoría a la que pertenece la recompensa, un título o nombre de la recompensa, y el contenido o descripción textual de la misma. Por lo tanto, en todo momento se dispone de todas las recompensas, solo se decide cuales mostrar y cuales no en función de las que haya obtenido el usuario.

#### 4.4. Creación de los niveles de progresión

El usuario puede progresar en el juego subiendo de nivel al ganar recompensas. Este nivel, además de ser un simple número que indique el grado que se ha alcanzado, vendrá acompañado del nombre del rango, además de una imagen que represente dicho rango.

Para nombrar los rangos que el usuario puede alcanzar subiendo de nivel, se pensaron varias ideas. Una idea fue la de un ciudadano desconocido que va aumentando su escalafón, por lo que se obtuvieron los siguientes nombres para los rangos, comenzando desde el nivel más bajo hasta el más alto: Forastero, Vecino, Autóctono, Ciudadano, Vocal, Conserje, Concejal, Alcalde, Senador, Vicepresidente y Presidente. Al final, dada la naturaleza ligeramente dispar de algunos de los rangos nombrados, esta idea quedó descartada.

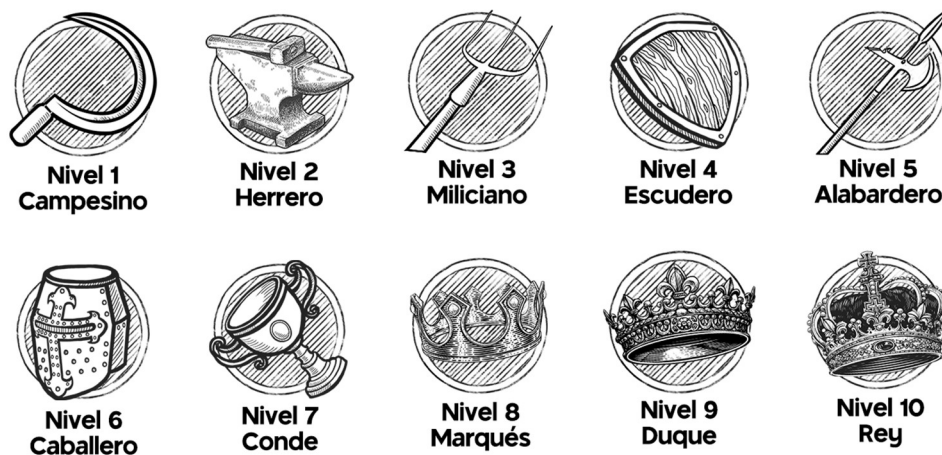
Dado el carácter medieval de la ciudad de Teruel, la segunda idea consistía en los distintos títulos nobiliarios de la Edad Media, por lo que se obtuvieron los siguientes rangos, desde el primer nivel hasta el último: Vasallo, Campesino, Burgués, Escudero, Hidalgo, Caballero, Vizconde, Barón, Señor, Conde, Marqués, Duque, Archiduque, Príncipe, Rey y Emperador. Finalmente, fue esta selección la que se escogió para los nombres de los rangos.

Posteriormente, al decidir cuantas recompensas se necesitarían para subir de nivel, se acabó reduciendo el número de niveles. Se decidió que se necesitarían 3 recompensas para subir de nivel, y que finalmente existirían un total de 10 niveles. El usuario comienza desde el nivel 1, por lo que da un total de 27 recompensas necesarias para subir hasta el último nivel.

Para cada nivel, se decidió diseñar una imagen que representara visualmente el rango del jugador. Para ello se hizo uso de la Asset Store de Unity, una biblioteca de *assets* comerciales y gratuitos, algunos creados por la propia Unity y otros creados por miembros de la comunidad. En esta biblioteca se encontró un paquete gratuito de *assets* [14] de iconos de estilo medieval que se ajustaban a lo que se estaba buscando.

El problema que surgió fue que, aunque había rangos que se ajustaban a alguna imagen del paquete de *assets*, otros rangos no tenían una imagen de este paquete que se ajustara a lo que debía representar. Por lo tanto, se tuvo que rehacer, partiendo de la base de estos iconos, mediante programas de edición gráfica, las imágenes para estos rangos. Igualmente, el problema que surgió fue la de encontrar un gráfico o idea representativa para plasmar en la imagen que representara el rango en cuestión, por lo que algunos rangos se acabaron descartando o incluso cambiando para encontrar un elemento fácil de recrear en una imagen y que se reconociera fácilmente el rango que está representando.

Por lo tanto, finalmente, los nombres finales que se escogieron para los diez niveles, así como las correspondientes imágenes creadas asociadas al rango, son los siguientes:



*Ilustración 39: Niveles de progresión y sus imágenes representativas*

De las imágenes anteriores, solamente las de los niveles 4, 6 y 7 pertenecen al paquete de *assets*. La imagen del nivel 4 fue modificada ligeramente para ajustarse más a lo que sería un escudo medieval, ya que la imagen original se asemejaba más a un estilo fantástico-medieval. Las imágenes de los niveles 1, 3 y 5 fueron recreadas desde cero, mientras que las imágenes de los niveles 2, 8, 9 y 10 se obtuvieron de otros paquetes de *assets* y se adaptaron al estilo del primer paquete.

Se intentó escoger un elemento representativo para cada rango de nivel cuyo significado es el siguiente: En el primer nivel se escogió una hoz, una herramienta que los campesinos que trabajaban el campo usaban bastante. En el segundo nivel se escogió un yunque, ya que era la principal herramienta con la que trabajaban los herreros. El tercer nivel es representado por una horca, una herramienta de los campesinos, pero que representa el hecho de que la milicia estaba formada por los propios ciudadanos o campesinos, por lo que estos se armarían con la primera herramienta que tuvieran a mano y no eran infantería adiestrada. El cuarto nivel es representado por un escudo, ya que el escudero se encargaba de portar el escudo al caballero. El quinto nivel es representado por una alabarda, el arma de los alabarderos, una unidad de infantería de la Edad Media. El sexto nivel es un casco de caballero, representando a un

caballero medieval. El séptimo nivel es una preciada copa, el cual representaría el alto poder adquisitivo de los títulos nobiliarios altos. Los tres últimos niveles, son representados por coronas que cada vez son más grandes, siendo la más grande la del rey.

#### 4.5. Creación de las recompensas

Para la creación de las recompensas se ha recopilado información de varios sitios. En las distintas categorías vendrán referenciados los artículos consultados para indagar acerca de los conceptos que se escogieron finalmente y que se podrán consultar en el anexo.

En un principio se definieron varias categorías de conceptos “antiguos”, que se usaban antiguamente, con los que las personas mayores podrían estar más familiarizados, así como también de conceptos acerca de la ciudad de Teruel, ya que se decidió que esta aplicación estaría orientada a conceptos de la ciudad, y que todo eso les hiciese recordar momentos de cuando eran más jóvenes, haciendo que estas recompensas se conviertan en algo que ellos puedan apreciar y que por tanto les motiven a seguir jugando para conseguir más.

Las categorías de conceptos que surgieron son las siguientes:

- **Palabras antiguas:** Palabras en desuso que a día de hoy ya no se utilizan pero que por aquel entonces usaban en el día a día. Principalmente palabras que se usaban en la ciudad de Teruel o en Aragón. [35]
- **Refranes:** A día de hoy se siguen usando refranes, pero antaño se usaban varios refranes según la época del tiempo y/o las costumbres que se realizaban según el mes del año, costumbres que a día de hoy se han ido perdiendo y probablemente ya no se hagan. [15]
- **Festividades:** La ciudad de Teruel cuenta con varias festividades a lo largo del año, algunas que también se realizan en otras localidades, y otras que son originarias de Teruel. La mayoría de estas festividades llevan realizándose desde hace bastantes años, por lo que los más mayores las conocerán bien. [18] [19] [20]
- **Gastronomía:** Todo lo relativo a los platos o los alimentos típicos de Teruel. [21]
- **Herramientas antiguas:** Antiguamente se usaban muchas herramientas o aperos de labranza que a día de hoy han sido sustituidos por máquinas más sofisticadas. Los más ancianos recordarán la ardua tarea que era trabajar las tierras con dichas herramientas. [29] [30]
- **Acontecimientos:** En la ciudad de Teruel ocurrieron varios acontecimientos importantes, de los cuales algunos incluso llegaron a formar parte de la historia de España. [16] [17]
- **Lugares emblemáticos:** Aquellos monumentos o puntos de interés más característicos de la ciudad de Teruel. [22] [23] [24]
- **Personajes:** Personajes importantes nacidos en la ciudad de Teruel que tuvieron un gran impacto en alguna de las áreas a las que se dedicaban. [25] [26] [27]
- **Oficios perdidos:** Al igual que con las herramientas, antiguamente existían varios oficios que con el paso del tiempo se han ido perdiendo debido a la industrialización y creación de nuevos productos y servicios que los sustituyen. [28] [31]
- **Juegos populares:** Juegos tradicionales que se jugaban antiguamente sin necesidad de juguetes tecnológicamente muy complejos, sino con el propio cuerpo o con recursos fácilmente disponibles, y que los más mayores probablemente recuerden. [32] [33]

Una vez definidas las categorías, se procedió a hacer una lluvia de ideas de conceptos que se podrían clasificar en cada una de las distintas categorías. El resultado estará en el anexo de la memoria.

Posteriormente, se escogieron, como mínimo, dos conceptos de cada categoría y se procedió a recopilar información (cuyas fuentes se indicarán en la bibliografía) acerca de ellos para elaborar su correspondiente descripción. No se llegaron a implementar todos los conceptos debido a la falta de tiempo, ya que la búsqueda de información para cada concepto hubiera aumentado considerablemente el tiempo de desarrollo. Se procedió a investigar acerca de cada idea para llegar a crear un total de 27 recompensas, las cuales se encontrarán detalladas en el anexo de la memoria.

#### 4.6. Problemas encontrados

A lo largo del proceso de desarrollo surgieron varios problemas, los cuales, tras varios intentos, se acabaron resolviendo. Algunos de los problemas recopilados son los siguientes:

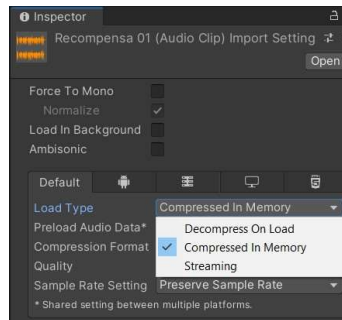
- Una vez compilada la aplicación, se probó a ejecutar en el dispositivo de destino, la Tablet TCL TAB10L. Se observó que la aplicación tardaba un total de 55 segundos en iniciarse, algo inaceptable para cualquier tipo de aplicación.

En un primer momento se pensó que, al haber añadido recientemente los clips de audio de las recompensas reproducidas por un sintetizador de voz, podrían ser la causa, ya que estos se cargaban al iniciar el juego. Estos archivos de audio eran archivos .wav sin ningún tipo de compresión, por lo que se comprimieron a archivos .ogg que ocupaban una cantidad considerablemente menor de espacio. Pero el problema persistía, ya que como mucho se había llegado a reducir 5 segundos el tiempo de carga, tardando pues 50 segundos en iniciarse.

Se observó que la carga de estos clips de audio se hacía dos veces desde dos sitios diferentes, algo innecesario, por lo que se acabó dejando una sola línea de código que cargara estos clips, lo que redujo el tiempo de inicio a 39 segundos, que era menos tiempo, pero seguía siendo bastante, por lo que todavía faltaba algo por resolver.

Posteriormente, se observó en la documentación de Unity que los archivos de audio, estén en el formato que estén al incluirse en los *assets* del juego, posteriormente acaban siendo comprimidos por Unity a .mp3 en el caso de aplicaciones exportadas a dispositivos móviles, por lo que es innecesario comprimirlos previamente ya que Unity ya se encarga de ello.

Finalmente, tras seguir buscando en la página de la documentación que hablaba acerca de los clips de audio importados a Unity mediante la carga de recursos, indicaba que, para clips de audio largos, tales como los archivos de audio de las recompensas que estaban dando este problema, debían tener una opción distinta a la que estaba por defecto, esto es, *Compressed In Memory* en lugar de *Decompress On Load*. Cambiando esta opción, el juego comenzó a cargar considerablemente más rápido, pasando de 39 segundos a 9 segundos, incluyendo el tiempo que tarda en aparecer el *SplashScreen* de Unity que aparece en todos los juegos desarrollados con este motor.



*Ilustración 40: Ajuste para la carga de recursos*

- Al comenzar a desarrollar el videojuego, no se seleccionó una resolución específica, y se trabajó en modo Free Aspect, lo que provocó que al finalizar el desarrollo y probar la aplicación en las tablets de destino, la aplicación no se visualizara bien, por lo que para solucionarlo hubo que seleccionar la resolución deseada desde el editor de Unity y modificar el tamaño de todos los elementos de cada escena.
- En un principio se usaba la aplicación de Unity Remote para probar el videojuego sin necesidad de compilarlo. A pesar de haber realizado todos los ajustes en el dispositivo móvil, tales como activar las opciones de desarrollador y permitir la depuración por USB, y todos los ajustes en el editor de Unity, esta aplicación no mostraba el videojuego en el dispositivo móvil mediante el cable. Finalmente, cambiando un ajuste en el editor de Unity acabó por funcionar.
- Algunos comandos como establecer si un GameObject está activo o no en la escena se pueden hacer desde el editor de Unity. Esto en un principio no se sabía, lo que provocó la creación de algunos scripts para modificar esto por código cuando realmente no habrían sido necesarios dichos scripts.

## 5. Pruebas de la aplicación

Este apartado está dedicado a las pruebas realizadas sobre la aplicación. El objetivo de estas pruebas es obtener retroalimentación de los usuarios para asegurar que se cumplan las expectativas con las que se ha desarrollado este proyecto.

Para realizar estas pruebas, se le ha dado la aplicación y un cuestionario a un pequeño grupo de usuarios, preferiblemente se han seleccionado personas mayores de 65 años, los cuales han estado probando la aplicación y tras un tiempo de prueba, se les ha entregado el cuestionario para que respondiesen a las preguntas y evaluaran su experiencia. Este cuestionario está en el anexo de la memoria. A continuación, se mostrarán las respuestas a algunas de las preguntas más importantes del cuestionario.

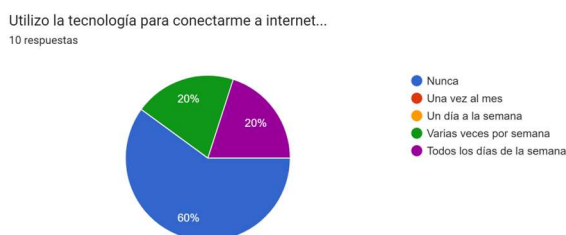


Ilustración 41: Pregunta 1

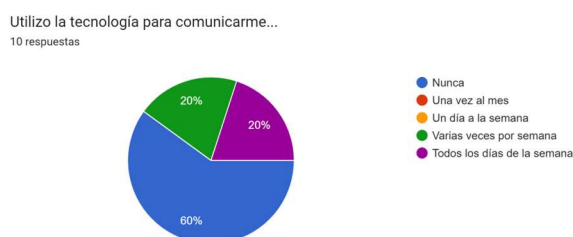


Ilustración 42: Pregunta 2

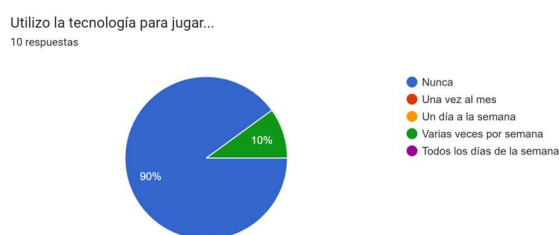


Ilustración 43: Pregunta 3

En cuanto al hábito o competencia digital, podemos observar que la mayoría de encuestados no usan la tecnología, tales como dispositivos móviles o *smartphones*. Esto podría deberse a que las personas bastante ancianas no encuentran una necesidad en usar la tecnología. Igualmente, se observa que prácticamente la totalidad de los encuestados no suele usar la tecnología de manera lúdica.

Mi capacidad para ver lo que aparece en la pantalla de un teléfono móvil es...  
10 respuestas

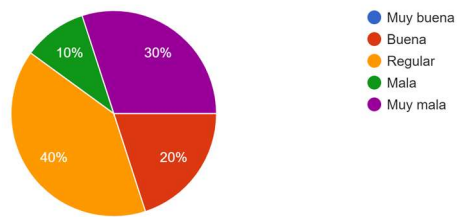


Ilustración 44: Pregunta 4

Mi capacidad para escuchar el teléfono móvil a volumen medio es...  
10 respuestas

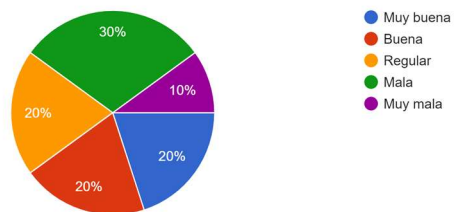


Ilustración 45: Pregunta 5

Mi capacidad para manipular un teléfono móvil con las manos es...  
10 respuestas

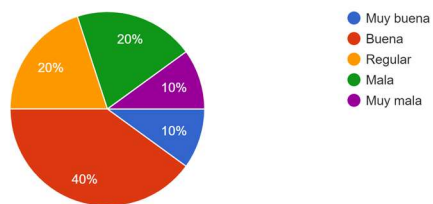


Ilustración 46: Pregunta 6

En cuanto al estado físico de los encuestados, se puede observar que bastantes tienen algún tipo de dificultad, sobre todo visual, siendo las habilidades sonoras y motoras en las que menos dificultades tienen, aunque no se exigen de tenerlas.

He tenido éxito jugando al juego.  
10 respuestas

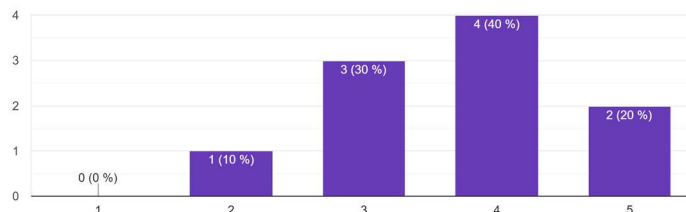


Ilustración 47: Pregunta 7

Me he sentido bien jugando al juego.

10 respuestas

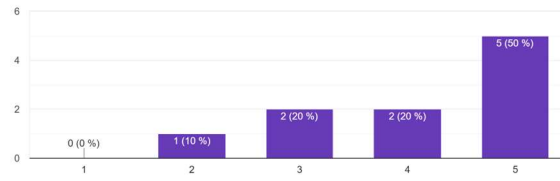


Ilustración 48: Pregunta 8

He tenido que esforzarme para jugar al juego.

10 respuestas

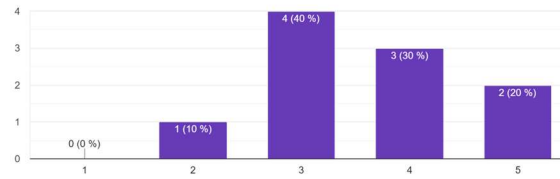


Ilustración 49: Pregunta 10

Me he frustrado jugando al juego.

10 respuestas

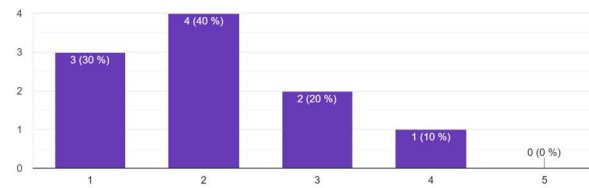


Ilustración 50: Pregunta 11

Me he aburrido jugando al juego.

10 respuestas

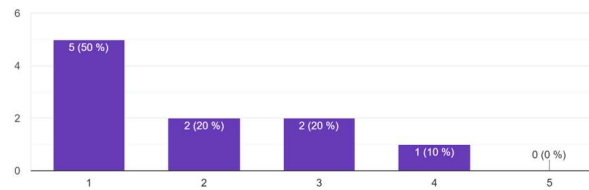


Ilustración 51: Pregunta 12

Creo que el juego es fácil de usar.

10 respuestas

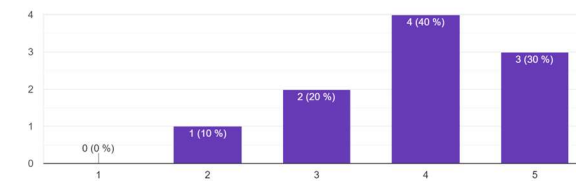


Ilustración 52: Pregunta 13

Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar el juego fácilmente.

10 respuestas

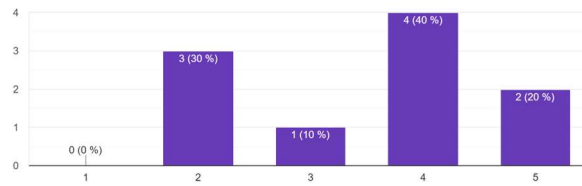


Ilustración 53: Pregunta 14

Creo que el juego es innecesariamente complejo.

10 respuestas

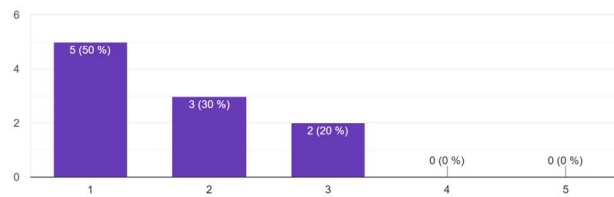


Ilustración 54: Pregunta 16

Creo que necesitaría ayuda para volver a jugar al juego.

10 respuestas

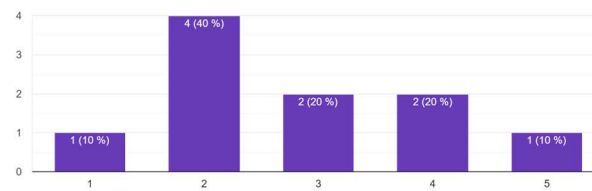


Ilustración 55: Pregunta 17

Necesité aprender muchas cosas antes de poder jugar al juego.

10 respuestas

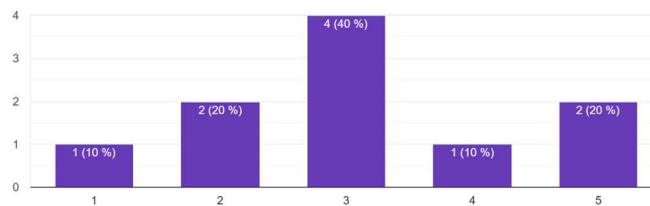


Ilustración 56: Pregunta 19

En líneas generales, se puede observar que la mayoría de los encuestados han estado satisfechos con el juego. Parece que la mayoría se ha esforzado y ha encontrado un aliciente para hacerlo, por lo que quizá han podido sentir buenas sensaciones al jugar. En algunos casos parece que ha habido algo que ha podido frustrar al jugador, aunque no parece ser la norma. En general, la curva de aprendizaje parece ser sencilla, aunque varios encuestados aseguran que necesitarían ayuda de volver a tener que jugar, así como también las cosas que tuvieron que aprender antes de poder jugar al juego, probablemente ya no por el juego en sí, si no por el uso de una nueva herramienta como es un dispositivo móvil.

## 6. Conclusiones

Tras todo el proceso de concepción y desarrollo de este proyecto, se puede asegurar que se han cumplido los objetivos y requisitos mínimos propuestos al comienzo del proyecto. Se ha realizado un videojuego para dispositivos móviles, concretamente tablets, basado en minijuegos de entrenamiento mental, que permitan a las personas mayores mantener la mente activa, a la vez que se divierten obteniendo recompensas que ellos puedan valorar, recompensas para las cuales también se ha tenido que buscar información. Un proyecto de software real creado desde cero, en el que se ha tenido que aprender a usar nuevas tecnologías, así como profundizar más en otras.

Esta experiencia se ha creado con el objetivo de acercar la tecnología a los más mayores, así como darle un uso para un grupo poblacional para el que normalmente no se suele desarrollar aplicaciones de corte lúdico. Para ello se ha intentado añadir varios elementos de ludificación que otorguen recompensas que los usuarios puedan valorar, ya que, recompensas que normalmente un usuario asiduo de las nuevas tecnologías encontraría valor, como, por ejemplo, un objeto virtual en un videojuego, el usuario más mayor probablemente no encuentre ningún valor en ese ítem virtual. Es por eso que se intentó buscar un tipo de recompensa que ellos apreciaran y a la vez les hiciese recordar buenos tiempos en los que eran más jóvenes y hacían aquello que ahora probablemente, por la edad, no puedan hacer.

### 6.1. Desarrollo futuro

Tras finalizar el trabajo de fin de grado, se han quedado varias ideas en el tintero que podrían mejorarse o añadirse en un futuro. Algunas de estas ideas de mejora son las siguientes:

- Varios de los minijuegos que se diseñaron en un principio no dio tiempo a implementarlos. En una futura versión de la aplicación se podría añadir los minijuegos que faltan e incluso diseñar y añadir alguno más.
- Las recompensas son una descripción del concepto en texto plano. Podría ser interesante añadir algo más visual, como una imagen que acompañe al texto, o un video sobre el tema que se está hablando.
- En un principio se pensó en crear la interfaz del menú con un estilo más antiguo, haciendo uso de pergaminos que se usaran como fondos, y una paleta de colores de tonos más marrones, color arcilla. Esta idea se descartó por falta de tiempo, pero sería buena idea cambiar toda la interfaz de usuario de la aplicación para que no sea tan minimalista y se asemeje más a un aspecto medieval.
- Añadir algún componente online, como creación de perfiles y ver las puntuaciones de los demás jugadores para ver quien está por encima en el ranking.
- Mejoras a los minijuegos ya existentes, como las mencionadas en la fase de desarrollo que no se pudieron completar por falta de tiempo.
- Corrección de errores y mejora de calidad de producto.

### 6.2. Valoración personal

El desarrollo de este proyecto ha supuesto un gran desafío, teniendo que poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante la carrera, sobre todo el aprender a aprender. En la carrera se nos da las herramientas y nosotros debemos saber utilizarlas para ingeniárnoslas

a la hora de resolver un problema. Aprender a ser autodidacta y aprender a aprender por uno mismo es el conocimiento más importante que se aprende a lo largo de la carrera.

Habiendo probado brevemente Unity en la asignatura de cuarto curso “Diseño Centrado en el Usuario - Diseño Multimedia”, no se empezaba este camino de aprendizaje desde cero, pero si que se ha tenido que profundizar bastante en el funcionamiento de Unity y en el entender cómo se desarrolla un videojuego, ya que es muy diferente de cómo se desarrolla un producto software convencional.

En varias ocasiones han surgido problemas provocando que el desarrollo quede bloqueado, intentando varias posibles soluciones para resolver el problema, pero no obteniendo el resultado esperado. Aunque finalmente, y tras varios intentos, el problema acababa siendo resuelto, muchas veces gracias a los aportes de la comunidad, y otras veces gracias a saber cuál es la duda que se tiene que buscar, ya que a veces surge un problema, pero no se sabe dónde está la causa del problema. Cuando se encuentra la causa, solo tienes que preguntar en el lugar adecuado y te darás cuenta de que la respuesta siempre estuvo ahí.

Para finalizar, cabe destacar la satisfacción que produce poder utilizar tus conocimientos no solo para crear algo sino también para seguir aprendiendo, conocimientos con los que se ha podido desarrollar este proyecto, algo que se ha intentado que sea útil para un grupo de personas, y que me ha enseñado que a veces es más difícil diseñar un producto que llevarlo a cabo.

## Referencias

- [1] EUROSTAT (2021) *Una población envejecida*. Demografía de Europa. Consultado en noviembre de 2022  
<https://www.ine.es/prodyser/demografia UE/bloc-1c.html?lang=es>
- [2] EL MUNDO (2022) *Los mayores de 65 años superan por primera vez el 20% de la población*. España. Consultado en noviembre de 2022.  
<https://www.elmundo.es/espana/2022/06/22/62b1fa17e4d4d8d2578b45ed.html>
- [3] AEVI (2021) *La Industria del Videojuego en España en 2021*. Anuario 2021.  
<http://www.aevi.org.es/web/wp-content/uploads/2022/04/AEVI Anuario 2021 FINAL.pdf>
- [4] DEV, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS PRODUCTORAS Y DESARROLLADORAS DE VIDEOJUEGOS Y SOFTWARE DE ENTRETENIMIENTO (2021) *Libro blanco del desarrollo español de videojuegos 2021*.  
<https://dev.org.es/libroblancodev2021>
- [5] MIT MEDIA LAB (2021) *The Guardians*. Proyecto.  
<https://www.media.mit.edu/projects/guardians/overview/>
- [6] LUMOS LABS, INC. (2022) *Lumosity*.  
<https://www.lumosity.com/es/>
- [7] NEURONATION (2022) *Neuronation*.  
<https://www.neuronation.com/>
- [8] Nintendo (2022) *Brain Training del Dr. Kawashima*. Videojuego.  
<https://www.nintendo.es/Juegos/Juegos-de-Nintendo-Switch/Brain-Training-del-Dr-Kawashima-para-Nintendo-Switch-1656777.html>
- [9] SAN FRANCISCO Y SAN VICENTE RESIDENCIA DE MAYORES (2014) *Actividades psicoestimulantes para el mayor y su familia*. Salud en los Mayores. Consultado en noviembre de 2022.  
[https://www.sanfranciscoysanvicente.org/wp-content/uploads/2022/05/events-doc\\_url-14-actividades-psioestimulantes-para-el-mayor-y-su-familia1.pdf](https://www.sanfranciscoysanvicente.org/wp-content/uploads/2022/05/events-doc_url-14-actividades-psioestimulantes-para-el-mayor-y-su-familia1.pdf)
- [10] UNITY TECHNOLOGIES (2022) *Unity User Manual 2021.3 (LTS)*. Unity Documentation.  
<https://docs.unity3d.com/Manual/ExecutionOrder.html>
- [11] COLOURS (2022) *Color palettes generator*.  
<https://colors.co/>
- [12] GEEKSFORGEES (2021) *How to check if an instance of 15 puzzle is solvable?*  
<https://www.geeksforgeeks.org/check-instance-15-puzzle-solvable/>
- [13] ICONFINDER (2022)  
<https://www.iconfinder.com/>

- [14] UNITY ASSET STORE (2022) *Simple Icons*.  
<https://assetstore.unity.com/packages/2d/gui/icons/simple-icons-81515>
- [15] CENTRO VIRTUAL CERVANTES (2022) Refranero Multilingüe.  
<https://cvc.cervantes.es/lengua/refranero/>
- [16] EL NACIONAL (2016) *Teruel, la batalla más mortífera de la Guerra Civil*.  
[https://www.elnacional.cat/es/efemerides/efemeride-teruel-batalla-mas-mortifera-guerra-civil\\_126219\\_102.html](https://www.elnacional.cat/es/efemerides/efemeride-teruel-batalla-mas-mortifera-guerra-civil_126219_102.html)
- [17] WIKIPEDIA (2022) *Fueros de Teruel*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Fueros\\_de\\_Teruel](https://es.wikipedia.org/wiki/Fueros_de_Teruel)
- [18] EL PERIÓDICO DE ARAGÓN (2021) *El Sermón de las Tortillas de Teruel*.  
<https://www.elperiodicodearagon.com/aragon/2021/04/06/sermon-tortillas-teruel-46445971.html>
- [19] WIKIPEDIA (2022) *La Vaquilla del Ángel*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/La\\_Vaquilla\\_del\\_%C3%81ngel](https://es.wikipedia.org/wiki/La_Vaquilla_del_%C3%81ngel)
- [20] WIKIPEDIA (2022) *Las Bodas de Isabel de Segura*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Las\\_Bodas\\_de\\_Isabel\\_de\\_Segura](https://es.wikipedia.org/wiki/Las_Bodas_de_Isabel_de_Segura)
- [21] DIARIO DE TERUEL (2021) *Regañao*.  
<https://www.diariodeteruel.es/entrevistas/javier-garzaran-encargado-del-horno-santa-cristina-de-teruel-no-hay-vaquilla-sin-reganao-estoy-orgulloso-de-que-tenga-su-origen-aqui>
- [22] WIKIPEDIA (2022) *Catedral de Teruel*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Catedral\\_de\\_Teruel](https://es.wikipedia.org/wiki/Catedral_de_Teruel)
- [23] WIKIPEDIA (2022) *Escalinata de Teruel*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Escalinata\\_de\\_Teruel](https://es.wikipedia.org/wiki/Escalinata_de_Teruel)
- [24] WIKIPEDIA (2022) *Viaducto de Fernando Hué*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Viaducto\\_de\\_Fernando\\_Hu%C3%A9](https://es.wikipedia.org/wiki/Viaducto_de_Fernando_Hu%C3%A9)
- [25] BIOGRAFÍAS Y VIDAS (2004) *Biografía de Luis Buñuel*.  
<https://www.biografiasyvidas.com/biografia/b/bunuel.htm>
- [26] WIKIPEDIA (2022) *Segundo de Chomón*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Segundo\\_de\\_Chom%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Segundo_de_Chom%C3%B3n)
- [27] WIKIPEDIA (2022) *José Torán de la Rad*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Jos%C3%A9\\_Tor%C3%A1n\\_de\\_la\\_Rad](https://es.wikipedia.org/wiki/Jos%C3%A9_Tor%C3%A1n_de_la_Rad)
- [28] EL HOMBRE Y LOS TRABAJOS. OFICIOS PERDIDOS IV. EUGENIO MONESMA. (1993)  
[https://www.cienciatk.csic.es/Videos/El+hombre+y+los+trabajos+Oficios+perdidos+IV+%281%29%3A+EL+ESPARTO+EN+LA+CUBA\\_3018.html](https://www.cienciatk.csic.es/Videos/El+hombre+y+los+trabajos+Oficios+perdidos+IV+%281%29%3A+EL+ESPARTO+EN+LA+CUBA_3018.html)

[29] WIKIPEDIA (2022) *Legona*.  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Leg%C3%B3n>

[30] WIKIPEDIA (2022) *Zoqueta*.  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Zoqueta>

[31] WIKIPEDIA (2022) *Romana*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Romana\\_\(instrumento\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Romana_(instrumento))

[32] WIKIPEDIA (2022) *Morra*.  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Morra>

[33] PCISA (2014) *Juegos tradicionales en Royuela*.  
<https://pcisa.wordpress.com/2014/02/14/juegos-tradicionales-en-royuela/>

[34] WIKIPEDIA (2022) *Vasallaje*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Vasallaje#La\\_pir%C3%A1mide\\_del\\_vasallaje](https://es.wikipedia.org/wiki/Vasallaje#La_pir%C3%A1mide_del_vasallaje)

[35] FACEBOOK. NO ERES DE TERUEL SI... (2014) *Diccionario turolense*. Consultado en noviembre de 2022.  
<https://es-es.facebook.com/notes/no-eres-de-teruel-si/diccionario-turolense/798366036851771/>

## Anexo A: Prototipos de interfaces y minijuegos



Ilustración 57: Prototipo Menú Principal

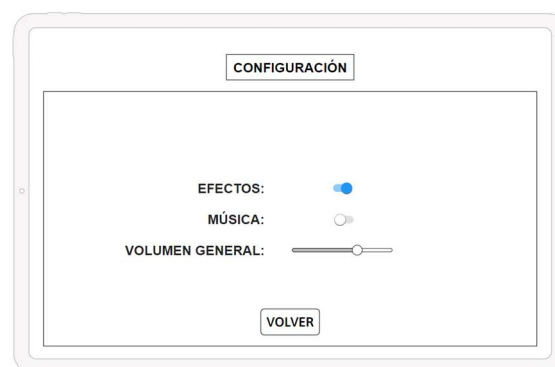


Ilustración 58: Prototipo Menú de Configuración



Ilustración 59: Prototipo Menú de Perfil



Ilustración 60: Prototipo apartado de nivel

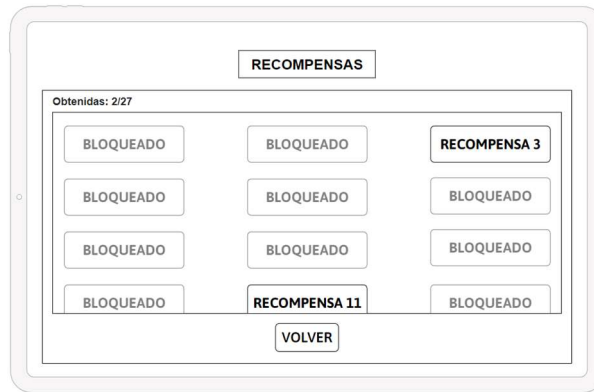


Ilustración 61: Prototipo apartado de recompensas



Ilustración 62: Prototipo de visualización de recompensa

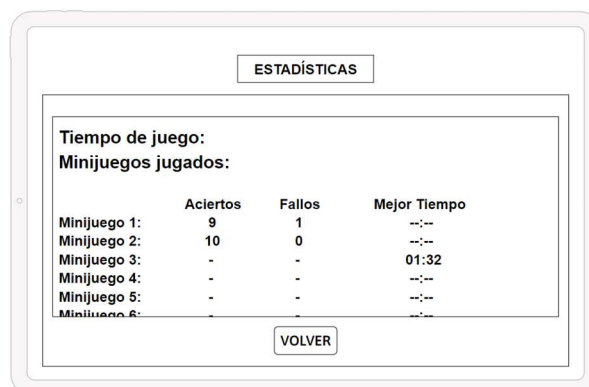


Ilustración 63: Prototipo apartado de Estadísticas

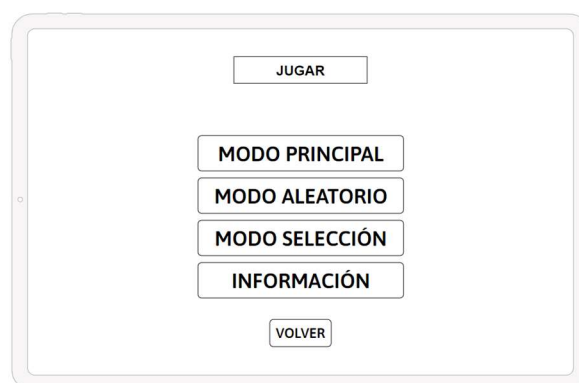


Ilustración 64: Prototipo Menú de Juego



Ilustración 65: Prototipo apartado de modo selección



Ilustración 66: Prototipo pantalla de minijuego

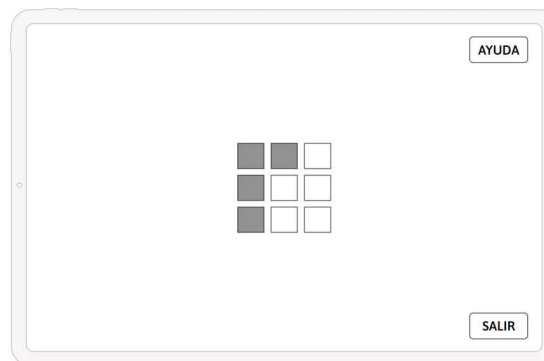


Ilustración 67: Prototipo Minijuego Cuadrados

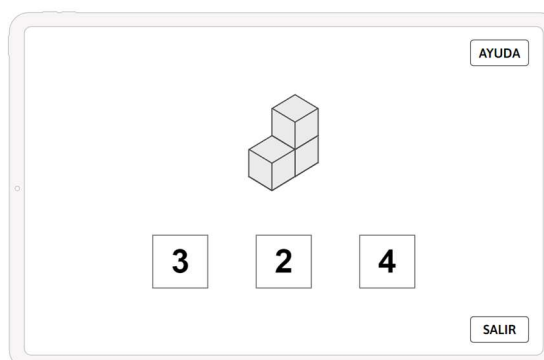


Ilustración 68: Prototipo Minijuego Cubos

AYUDA

8	5	7
1	4	6
2	3	

SALIR

Ilustración 69: Prototipo Minijuego 8-Puzzle

AYUDA

4	11	9	5
1	6	7	15
8	12	2	3
14	10	13	

SALIR

Ilustración 70: Prototipo Minijuego 15-Puzzle

AYUDA

F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	E	F
F	F	F	F	F	F

SALIR

Ilustración 71: Prototipo Minijuego Encontrar

AYUDA

$5 \times 4 = ?$

16      9      20

SALIR

Ilustración 72: Prototipo Minijuego Cálculo

AYUDA

Tiempo: 01:20

23	25	4	2	16
22	10	7	5	8
11	1	20	14	12
15	9	19	6	13
3	17	18	21	24

SALIR

Ilustración 73: Prototipo Minijuego Ordenar

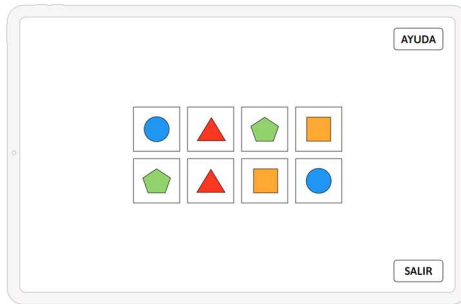


Ilustración 74: Prototipo Minijuego Parejas



Ilustración 75: Prototipo Minijuego Simón



Ilustración 76: Prototipo Minijuego Texto y Color

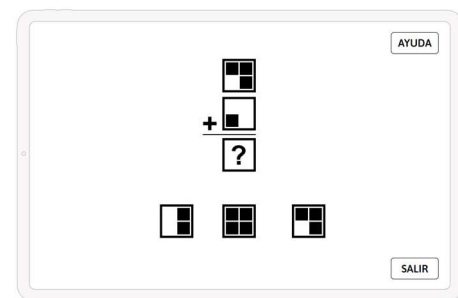


Ilustración 77: Prototipo Minijuego Aritmética de cuadrados

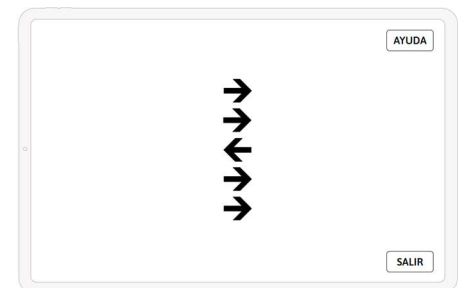


Ilustración 78: Prototipo Minijuego Deslizar flechas

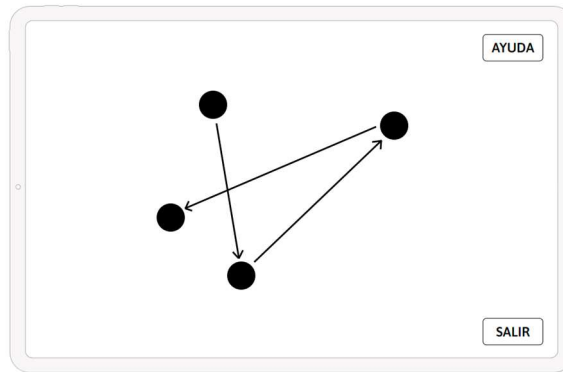


Ilustración 79: Prototipo Minijuego Puntos

Ilustración 80: Prototipo Minijuego Cálculo en Caída

Ilustración 81: Prototipo Minijuego Musical

Ilustración 82: Prototipo Minijuego Mayor Menor Igual

## Anexo B: Recompensas

### Lluvia de ideas inicial para cada categoría

**Palabras antiguas:** Ababol, Ablentar, Morral, Capazo, Albarcas, Algarazo, Albarda, Gamella, Pairón, Acémila, etc.

**Refranes:** “Por San Blas, la cigüeña verás, y si no la vieres, año de nieves”, “Abril, aguas mil”, “En Agosto, la miel y el mosto”, “Por Los Santos, la nieve en los altos”, “Por San Andrés, la nieve hasta los pies”, “Por San Martín, matachín”, “Por San Antón, la gallina pon”, “En Enero siembra los ajos el ajero”, “Arrieros somos, y en el camino nos encontraremos”, “De padres gatos, hijos michinos”, “Cuando el grajo vuela bajo, hace un frío del carajo”, “El que mucho abarca, poco aprieta”

**Festividades:** El Sermón de las Tortillas, La Vaquilla del Ángel, Las Bodas de Isabel de Segura, Fiesta del Jamón, Fiestas de San Fernando, Festividad de los Mayos, San Antón.

**Gastronomía:** Jamón de Teruel, Trenza mudéjar, Regañaos, Pan de Cañada, Pan Dormido, Pan de Pintera, Torta de Cañamones, Tortas de chicharrones, Almojábanas aragonesas, Suspiros de Amante, Delicias de Teruel, Ternasco de Aragón, Cardo con salsa de almendras, Migas

**Herramientas antiguas:** Colleras, Zoqueta, Hoz/Corbella, Dalla/Guadaña, Cernedor, Criba, Trillo, Zahúrda/Cortes, Albarda, Albarcas, etc.

**Acontecimientos:** Construcción del viaducto viejo, Batalla de Teruel, Fueros de Teruel, Amantes de Teruel.

**Lugares emblemáticos:** Catedral de Santa María de Mediavilla, Escalinata, Aljibe, Pozos de Caudé, Torres Mudéjares, Monumento al Ángel de la Vaquilla, Viaducto de Fernando Hué, Archivo Histórico Provincial de Teruel, Cuesta de la Andaquilla, Iglesia de San Andrés, Torreón de San Esteban, Torreón de Ambeles, Torreón de La Lombardera, Acueducto/Viaducto de los Arcos, Portal de San Miguel/de la Traición, Iglesia de San Miguel, Las Arcillas.

**Personajes:** Luis Buñuel, Segundo de Chomón, Antón García Abril, Luis Milla, Francés de Aranda, Yagüe de Salas, Joaquín Arnau e Ibáñez, Domingo Gascón, Andrés Marín Esteban, Pérez Prado, José Torán de la Rad, Javier Navarrete, Modesto Linares Izquierdo.

**Oficios perdidos:** Albardero, Romanero, Arriero, Cucharero, Cestero, Espartero, Colmenero, Alfarero, Calderero, Albarquero, Sereno, Tejero, Herrero, Cantero, etc.

**Juegos populares:** Guiñote, La Morra, El Barrón, El Mus, Petanca, Las Tabas, Pares o nones, Piedra Papel Tijera, Chinos, La Rayuela, etc.

## Recompensas escogidas finales

### Palabras antiguas

#### **Ababol**

Aunque también es otra forma de llamar a la amapola, en Aragón y Navarra es un término empleado para llamar a una persona distraída, simple o abobada.

#### **Ablentar**

En las eras, acción de separar el grano de la paja con ayuda del viento y una horca o biello. También se le conoce como aventar o beldar.

Generalmente con esta operación el grano quedaba suficientemente limpio, aunque todavía podía perfeccionarse mediante las cribas y trigueros. Tanto las cribas, de diferentes tramas, como los trigueros solían emplearse para las granzas que se habían ido apartando con la escoba.

Las cribas dejan pasar el grano, pero no la paja. El triguero sin embargo no deja pasar el grano, pero si el polvo.

### Refranes

#### **“Por San Blas, la cigüeña verás, y si no la vieres, año de nieves”**

Este refrán alude a la llegada del buen tiempo, cuando estas aves vuelven a España para criar. Aunque si el invierno es frío, este regreso se retarda.

Este refrán empieza a perder su referente, pues, con el cambio climático que estamos sufriendo, estas aves migratorias empiezan a permanecer todo el año en nuestro país.

#### **“Abril, aguas mil”**

Este refrán se trata de una corroboración meteorológica. En España, sobre todo en las zonas más secas, suele llover de especialmente en el mes de abril, que se sitúa en el centro de la primavera.

Es un agua que llega sin mucha turbulencia (además de la abundancia que indica mil). De ese modo es buena y no causa destrozos.

#### **“Arrieros somos, y en el camino nos encontraremos”**

Si alguien nos niega su ayuda, pensamos que, cuando nos necesite, seremos nosotros quienes no le haremos el favor que nos pida. Se dice este refrán como advertencia o intención oculta con la idea de desquitarnos de los agravios recibidos o de la actitud contraria de alguien.

Actualmente ya no hay arrieros, pero antiguamente tuvo suma importancia este oficio, por ser quienes se encargaban de transportar diversas mercancías con ayuda de bestias de carga, como las mulas.

## Festividades

### **El Sermón de las Tortillas**

El origen de esta fiesta es incierto, pero se considera que se remonta a la Edad Media, relacionada con las actividades de dos instituciones históricas, el Concejo de la Villa y la cofradía de Nuestra Señora de la Villa Vieja.

La cofradía de Nuestra Señora de la Villa Vieja recogía por las casas litros de vino y roscas para repartirlos en la puerta de la ermita, justo después de una procesión que se iniciaba en la Parroquia de San Pedro. Por otro lado, el Concejo de la Villa tenía establecido el martes de Pascua como el día en el que se renovaban los cargos municipales, después, todo el mundo se iba a comer cerca de la ermita. La Cofradía, también presente, celebraba una misa de réquiem por los difuntos, dedicando un pequeño sermón a los fallecidos. Los historiadores creen que una mezcla de las dos celebraciones, muy cercanas en el calendario, generaron la actual fiesta del Sermón de las Tortillas.

Aunque esta fiesta se celebra a lo largo de todo el día, los más mayores recuerdan que antaño solo se iban de merienda, pues los ciudadanos debían trabajar por la mañana. Después de la pausa debido a la Guerra Civil se intentó revivir la fiesta con bastante éxito. Desde entonces, aunque ya despojada de su carácter religioso, se asienta en el calendario festivo y es celebrada por miles de turolenses como una forma de reunirse con familiares y amigos en alguno de los parajes naturales de Teruel.

### **La Vaquilla del Ángel**

Las Fiestas del Ángel o simplemente La Vaquilla, es la festividad de mayor arraigo en la ciudad de Teruel. Se celebra el segundo domingo después de San Pedro (29 de junio), o el más próximo a San Cristóbal (10 de julio), incluyendo el viernes, sábado, domingo y lunes.

Dedicadas al Santo Ángel Custodio, patrono de la ciudad, rememoran la legendaria fundación de Teruel por parte de unos caballeros aragoneses tras tomar la fortaleza musulmana a la que les condujo un toro bravo.

En Teruel fue siempre normal correr los toros, pero parece que la fiesta hunde sus raíces en época medieval y que ha ido transformándose a lo largo de la historia. Ya a mediados del siglo XIV era costumbre llevar a la cárcel de la ciudad varios toros para que fueran capeados por los presos y aprovechados después para su consumo. Debido a la bravura de las reses, eran transportados atados con dos fuertes sogas para impedir que se desmandaran. La gente que se encontraba por las calles, encontró un aliciente emocional en la provocación a los toros por los lugares donde pasaban. Cuando eso se extendió los que los conducían aflojaban cuerda para que pudieran avanzar y asustar a la gente. Se cree que es posible que así naciera la Vaquilla Del Ángel.

A día de hoy, la fiesta da comienzo oficialmente el sábado por la mañana con el rezo de la Salve en honor al Santo Ángel Custodio, pero no es hasta la tarde, con el sonar del campanico y la puesta del pañuelico rojo al Torico, cuando se inicia popularmente.

Es una fiesta popular con multitud de actuaciones musicales en todos los rincones del centro de la ciudad. Los turolenses se lanzan a las calles y las 20 peñas inician sus actividades tanto en sus locales, como por las calles con sus respectivas charangas y grupos de calle.

En la tarde del domingo todos los peñistas y gran cantidad de turolenses se concentran en la Plaza de Toros para conocer los cuatro toros que recorrerán las calles de Teruel el lunes y para celebrar la tradicional merienda.

La madrugada del lunes se produce la salida del primer toro a la plaza. Uno a uno, los cuatro toros ensogados se trasladan desde la Plaza de Toros hasta la Ronda, acompañados por cientos de corredores. Los toros de esta fiesta no van sueltos por la calle, sino que van amarrados por cuerdas que se conocen como la Soga y la Baga.

Una gran traca pone fin a la fiesta, a la que le sigue la retirada del pañuelo al Torico y los actos musicales hasta que la noche acaba cuando ya amanece el martes.

### **Las Bodas de Isabel de Segura**

Las Bodas de Isabel de Segura, o también conocido como los Medievales, son una fiesta anual de interés turístico nacional que se celebra desde 1997 en la ciudad española de Teruel, concretamente el fin de semana que coincide con el tercer viernes de febrero, fecha cercana al día de San Valentín.

La fiesta, que dura de jueves a domingo, recrea de forma teatralizada por parte de actores aficionados la historia de los Amantes de Teruel, escenificando más de 60 actos entre los que resaltan la boda de Isabel de Segura con Pedro de Azagra, la muerte de esta y Diego de Marcilla, el cortejo fúnebre de los Amantes y el beso final.

Para el evento cientos de actores y miles de turolenses y turistas se visten con atuendos altomedievales, algunos de ellos con rigor histórico, también se instalan jaimas de los diversos grupos gremiales, puestos de comida, exposiciones, demostraciones de oficios y un mercadillo, así como se engalanan las calles y se recrean actividades de la época trasladando la atmósfera de la ciudad al siglo XIII.

### Gastronomía

#### **Trenza Mudéjar**

La trenza mudéjar es un producto típico de bollería elaborado en Teruel y otros lugares de Aragón. Tradicionalmente es elaborada de manera artesanal con harina, nueces, pasas, yema y almendras.

Estas trenzas provienen de Centroeuropa, llegaron a España a través de Logroño donde las conocieron las familias pasteleras de Aragón y de ahí pasaron a convertirse en el postre más típico de la Comunidad.

## **Regañao**

Los regañaos turolenses son tortas saladas con forma alargada y redondeada típicas del área de Teruel, que se cubren con jamón de Teruel o sardina en salazón (a veces arenques), todo ello acompañado de tiras de pimienta roja. Los regañaos son típicos de la cocina aragonesa, y a menudo se acompañan con vino.

Una conocida panadería de Teruel asegura que el regañao se originó en su horno a principios del siglo XX, cuando los vecinos pidieron al panadero que les hiciese algo de comer con tanta insistencia, que él pensó que estaba siendo regañado.

## **Suspiros de Amante**

Los Suspiros de Amante son un dulce típico turolense, cuyo nombre está inspirado en la trágica historia de amor de los amantes de Teruel, y que está hecho tradicionalmente con huevo, mantequilla, azúcar, queso y masa quebrada u hojaldre.

Las obleas de empanadilla son un tipo de masa que ya viene preparada y que sirve para hacer todo tipo de platos dulces y salados, y en este caso para hacer los Suspiros de Amante. La crema de queso se puede hacer con varios tipos de queso, pero es habitual hacerlo con quesitos en porciones.

## Juegos populares

### **El Barrón**

Este juego consiste en el lanzamiento de una barra de 7 kg para los hombres o 4 kg para las mujeres, dentro de un recinto, con el objetivo de lanzarla a la mayor distancia posible.

Es uno de los juegos tradicionales más conocidos. Proviene de una de las piezas de arado romano que una vez empleada para su uso habitual, era usada para competiciones para ver quien la lanzaba más lejos. Es un juego tradicional en la localidad de Royuela, de la Comarca de Albarracín.

### **La Morra**

La morra es un juego de manos que consiste en acertar el número de dedos mostrados entre dos jugadores. Se trata de un juego de sociedad muy conocido desde la antigüedad en diversos países y que puede proceder de la costumbre de contar con los dedos.

Los dos jugadores esconden un puño detrás de la espalda. Después cada jugador a la vez dice el número de dedos que cree que habrán extendidos entre las dos manos y simultáneamente muestran las manos. El jugador que haya acertado gana. Si ninguno lo ha acertado, se vuelve a empezar.

En Teruel es un juego muy extendido, se juega en equipos, y el tanteador suele ser a dos partidas de 21 tantos. Actualmente se juega cada año un concurso y el pueblo que lo gana, organiza el torneo al año siguiente.

## **El Guiñote**

El guiñote, o tute aragonés, es un juego de cartas o naipes de la familia del tute y emparentado con otros como la brisca, el arrastrado o el subastado. Aunque las primeras referencias documentales aparecen más tarde, su origen se sitúa posiblemente durante la expansión de la Corona de Aragón, en el Siglo XIV.

Se clasifica dentro de los juegos como un juego de mesa, con aspecto combinatorio, basado en el azar y con información incompleta.

El guiñote está muy extendido en las comunidades españolas de Aragón, Navarra y jugado habitualmente también en las provincias españolas de Soria, La Rioja, Cuenca, Guadalajara, Castellón y sur de Tarragona. Localmente se juega incluso en pueblos de Jaén (la trashumancia desde Teruel podría ser la causa) y con denominación de "Juego de cotos" en Alcoy (Alicante).

En Aragón es considerado poco menos que el deporte regional, celebrándose campeonatos de guiñote en las fiestas de sus pueblos. Es un juego tradicional y muy popular que suelen enseñar los padres a sus hijos, habiendo incluso campeonatos de guiñote infantiles en las fiestas de los pueblos.

Puede jugarse con dos jugadores de forma individual, pero la forma de juego por excelencia es con cuatro jugadores formando dos parejas. De esta forma, dos parejas juegan con una baraja española a la que se han quitado los ochos y los nueves, quedando por tanto 40 cartas. Los miembros de una misma pareja se sentarán a la mesa uno enfrente del otro, y entre los de la pareja contraria.

Normalmente se juega a dos juegos, cotos o garras de tres a cinco partidas cada uno, ganando la pareja que hace primero dos cotos.

## Acontecimientos

### **Batalla de Teruel**

Esta batalla se libró en la ciudad de Teruel y sus alrededores durante la Guerra Civil Española entre diciembre de 1937 y febrero de 1938 durante el peor invierno español en 20 años. La batalla fue una de las acciones más sangrientas de la guerra, con la ciudad cambiando de manos varias veces, primero cayendo ante los republicanos y finalmente siendo retomada por los nacionalistas.

En el transcurso de los combates, Teruel fue objeto de artillería pesada y bombardeos aéreos, quedando vestigios que todavía se pueden ver a día de hoy. Ambos bandos sufrieron un total de casi 100.000 bajas en la batalla de dos meses.

### **Origen del nombre de Teruel**

Una de las leyendas más extendidas sobre el origen del nombre de la ciudad explica que, en tiempos lejanos, la ubicación de las villas se realizaba sirviéndose de un animal salvaje. Se le perseguía y en el lugar en que se le conseguía abatir se levantaba un santuario. Alrededor de este altar se construía el pueblo.

Los aldeanos que habitaban en la zona salieron en busca de un toro salvaje que recorría los alrededores. Una noche, el animal se detuvo bajo una estrella y comenzó a bramar. Los adalides lo tomaron como una buena señal, y decidieron construir allí la villa. Tomaron del toro las letras, TOR, y de la estrella, llamada Actuel, otras tres, UEL. Estas seis letras juntas dieron el nombre a la villa, Toruel, que posteriormente y con el uso, pasó a llamarse Teruel.

El lugar donde el toro y la estrella se detuvieron es ahora la bien conocida Plaza del Torico.

## **Fueros de Teruel**

El primero de octubre del año 1177 Alfonso II concedía a Teruel una carta de población, origen de un extenso fuero en una redacción del siglo XIII. La gran expansión territorial al sur del Ebro y las tareas de repoblación fueron impulsadas en ese período mediante la aplicación de una serie de ordenamientos jurídicos locales –los fueros de Calatayud, Daroca, Alfabra o Teruel–, denominados fueros de la Extremadura aragonesa por concederse a enclaves fronterizos con los musulmanes.

Las localidades dotadas con estos ordenamientos controlaron un amplio territorio administrado por asambleas vecinales o concejos que elegían anualmente a sus principales cargos y poseían su propio ejército. Esta situación permitía que sus pobladores, a la vez que guerreaban con los musulmanes, realizasen también actividades agrícolas, ganaderas, artesanales y comerciales

En el Archivo Histórico Provincial de Teruel se conservan dos ejemplares de los Fueros, uno en versión latina y otro en versión romance. Ambos libros son en pergamino, el primero de ellos presenta encuadernación en madera, mientras que el segundo ha perdido su encuadernación original en pergamino.

## Lugares emblemáticos

### **Catedral de Santa María de Mediavilla**

La Catedral de Teruel es una de las construcciones mudéjares más características en España y una de las pocas catedrales españolas construidas en este estilo. Está considerada como Bien de Interés Cultural y fue declarada Monumento histórico-artístico perteneciente al Tesoro Artístico Nacional.

Aunque se origina en los primeros siglos románicos, posteriormente se reestructuró en el siglo XIII, dotándola de tres naves mudéjares de mampostería y ladrillo, que mejoraban y elevaban la estructura románica, y tres siglos más tarde, en 1587, con la creación de la diócesis de Teruel, fue promovida a Catedral y consagrada como tal.

### **La Escalinata**

La Escalinata de Teruel, también conocida por los nombres Escalinata de Torán, Escalinata del Óvalo o Escalinata de la Estación, es una edificación emblemática de la ciudad de Teruel construida entre los años 1920 y 1921.

Fue obra del ingeniero turolense José Torán de la Rad, cuyo propósito inicial al diseñar la escalinata fue doble. Comunicar la Estación de Ferrocarril con el Paseo del Óvalo, situado en un plano superior (26 metros de desnivel) y por otra parte embellecer la entrada de la ciudad desde la estación.

La construcción de Escalinata de Teruel puede considerarse un hito en el acontecer local, tanto en su aspecto de mejora de las infraestructuras como en el perfeccionamiento estético, toda vez que su construcción se inspiró en elementos característicos de la ciudad como la arquitectura mudéjar, el gótico y el modernismo.

### **Viaducto de Fernando Hué**

El Viaducto de Fernando Hué o también conocido como El Viaducto Viejo, es una de las obras de ingeniería civil de comienzos del siglo XX más importantes de España. Fue proyectado por el ingeniero Fernando Hué de la Barrera y construido en 1929 para facilitar la expansión urbanística de Teruel hacia el Sur, donde actualmente se sitúa el barrio del Ensanche, y su comunicación con tierras valencianas a través de la carretera de Sagunto.

En su construcción se tardaron al menos siete años, por dificultades económicas. Se inauguró el 29 de octubre de 1929 y la calzada se bautizó con el nombre de avenida de la Reina Cristina.

### **Personajes**

#### **Luis Buñuel**

Luis Buñuel Portolés fue un director de cine español nacido en la localidad de Calanda, de la provincia de Teruel, el 22 de febrero de 1900.

Su primera película, *Un perro andaluz*, realizada en la época del cine mudo, todavía se ve con regularidad en todo el mundo y conserva su poder para conmocionar al espectador, y su última película, *Ese oscuro objeto del deseo*, realizada 48 años más tarde, le valió premios al Mejor Director de la Junta Nacional de Revisión y la Sociedad Nacional de Críticos de Cine.

A menudo asociado con el movimiento surrealista de la década de 1920, Buñuel creó películas desde la década de 1920 hasta la de 1970. Habiendo trabajado en Europa y América del Norte, y en francés y español, Buñuel también dirigió películas que abarcaban varios géneros.

A pesar de los hitos cinematográficos logrados en su país natal con *Viridiana* (1961) y *Tristana* (1970), la gran mayoría de su obra fue realizada o coproducida en México y Francia, debido a sus convicciones políticas y a las dificultades impuestas por la censura franquista para filmar en España, algo que, tras el exilio de la Guerra Civil Española, le llevo a nacionalizarse mexicano.

#### **Segundo de Chomón**

Segundo Víctor Aurelio Chomón y Ruiz, nacido en Teruel el 17 de octubre de 1871, fue un director de cine, director de fotografía y guionista español pionero. Produjo muchos cortometrajes en Francia mientras trabajaba para Pathé Frères y ha sido comparado en numerosas ocasiones con Georges Méliès, debido a sus frecuentes trucos de cámara e

ilusiones ópticas. Está considerado como el director de cine mudo español más significativo en el contexto internacional.

Las comparaciones del trabajo de Chomón con el de Georges Méliès son inevitables, los de la corte de Chomón insisten en que fue un mejor cineasta, mientras que los del lado de Méliès insisten en que Chomón fue un mero imitador. Si bien es difícil superar los logros de Méliès en el descubrimiento de la edición básica y en sus llamativos diseños de producción, Chomón era un cineasta un poco más moderno que Méliès. Chomón se basó en gran medida en la animación, un campo en el que fue pionero y una técnica que Georges Méliès rara vez, si es que alguna vez, utilizó. Además, Chomón ofreció ligeras mejoras sobre algunas técnicas que Méliès ya había probado, como en *Les Kiriki, acróbatas japoneses* (1907).

La obra de Chomón también fue más expansiva en términos de género que la de Méliès. Comenzó en películas de actualidad y continuó trabajando en este campo después de la transición al documental y también trabajó en largometrajes dramáticos estándar. Sin embargo, es por sus películas engañosas por lo que Chomón será más recordado.

### **José Torán de la Rad**

José Torán de la Rad, nacido en Teruel en el año 1888 fue un ingeniero de caminos, industrial y político español.

Perteneciente a una notable familia de la burguesía turolense, concluyó sus estudios de Ingeniería de Caminos en 1911. Sucesivamente, fue pensionado en Berna, Suiza (1912), destinado al año siguiente a Badajoz (1913) y regresa a su ciudad natal poco después (1914), realizando en estos años diversas obras de ingeniería.

A comienzo de los años veinte, estando adscrito como Ingeniero de Caminos a la Jefatura de Obras Públicas de Teruel, proyectó la célebre Escalinata (1920-1921), obra que comunica la Estación de tren con el paseo del Óvalo, favoreciendo el acceso a la ciudad y embelleciéndola, lo que le dio gran popularidad entre sus convecinos.

En septiembre de 1932, el año en que falleció, el Consistorio del Ayuntamiento de Teruel tomó el acuerdo de dar su nombre, José Torán, a la primera calle del Ensanche que se urbanizara, como ciertamente sucedió. A la salida del Viaducto viejo hay un monumento en su memoria.

### **Oficios perdidos**

#### **Romanero**

El romanero era la persona que tenía como profesión construir romanas, aunque también podía considerarse romanero el que las utilizaba en su oficio. Esta palabra proviene del latín, *statera romana* (estatera, balanza romana) es un instrumento que se utilizaba para pesar, compuesto por una palanca de brazos muy desiguales, con el fiel sobre el punto de apoyo.

El objeto que se ha de pesar se coloca en el extremo del brazo menor, y se equilibra con un pilón o peso constante que se hace correr sobre el brazo mayor, donde se halla retrasada la escala.

Fue la principal herramienta para pesar hasta mediados del siglo XX, decayendo su uso en torno a los años 70, aunque sigue usándose en ganadería y agricultura por la sencillez de su mecanismo y la facilidad en su manejo.

## **Arriero**

Un arriero es la persona que transporta mercancías en recuas de acémilas. En la península ibérica ha tenido una tradición de casi diez siglos.

Etimológicamente, el término arriero proviene del verbo arrear, que significa estimular a las bestias para que echen a andar.

El gremio de arriería tuvo su origen en la península ibérica asociado al transporte de carreteros y muleros. Más allá de posibles precedentes en el periodo de la romanización y la posterior ocupación musulmana, a finales de la Edad Media se documentan ya privilegios y leyes generales para estos oficios en el origen del transporte comercial. También se ha documentado la especial presencia de los moriscos en la raíz y organización de los arrieros y su oficio.

## Herramientas antiguas

### **Zoqueta**

Una zoqueta es una pieza de madera, tallada de forma que quepan cuatro dedos en su interior, a modo de guante, reduciendo así el peligro de cortarse al utilizar la hoz. El pulgar, mientras tanto, queda libre para coger las mieses durante la siega.

Varias de ellas llevaban además un cordel enganchado en dos orificios en el extremo más cercano a la muñeca, con el objetivo de atarla al brazo del segador e impedir que se le cayese durante su uso.

### **Legona**

El legón o legona es una herramienta manual de madera y metal constituida por una pala rectangular de planta cuadrangular unida por uno de sus lados mediante un vástago curvado al astil, con el que forma un ángulo de 45 grados. El astil forma un tubo bastante largo, de unos 40 centímetros, en el que se aloja parte del mango. El mango es recto y de madera, de sección circular. El mango es más corto que el de la azada y por sus dimensiones podría considerarse una empuñadura. El conjunto de astil y mango tienen una longitud de unos 80 centímetros.

Los usos del legón son muy diversos. Puede usarse para pequeños movimientos de tierra (acaballonar, cargar tierra en capazos, distribuirla en la formación de bancales), así como para manipular abonos de origen animal. También se usa para mezclar cal u otros materiales de construcción, como cemento y arena.

## Anexo C: Cuestionario de evaluación de la experiencia de juego

### GÉNERO

- H
- M
- Otros

### EDAD

\_\_\_\_\_

### HÁBITO/COMPETENCIA DIGITAL

**Utilizo la tecnología para conectarme a internet...**

*Marcar una*

- Nunca
- Una vez al mes
- Un día a la semana
- Varias veces por semana
- Todos los días de la semana

**Utilizo la tecnología para comunicarme...**

*Marcar una*

- Nunca
- Una vez al mes
- Un día a la semana
- Varias veces por semana
- Todos los días de la semana

**Utilizo la tecnología para jugar...**

*Marcar una*

- Nunca
- Una vez al mes
- Un día a la semana
- Varias veces por semana
- Todos los días de la semana

## ESTADO FÍSICO

Mi capacidad para ver lo que aparece en la pantalla de un teléfono móvil es...

Marcar una

- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala
- Muy mala

Mi capacidad para escuchar el teléfono móvil a volumen medio es...

Marcar una

- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala
- Muy mala

Mi capacidad para manipular un teléfono móvil con las manos es...

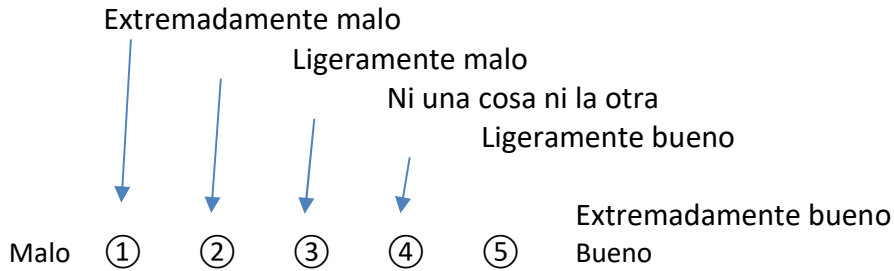
Marcar una

- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala
- Muy mala

Las cuestiones en este cuestionario se responden usando una escala de 5 posibilidades.

Elige el número que mejor describe tu opinión. Por ejemplo, si se te preguntara por cómo consideras que es el clima en tu pueblo, la escala de 5 debería ser interpretada como sigue.

El clima en tu pueblo es:



Si crees que es extremadamente malo, marco 1, como a continuación

Malo  ① ② ③ ④ ⑤ Bueno

Si crees que es ligeramente bueno, marcas 4 como a continuación

Malo ① ② ③  ④ ⑤ Bueno

Si crees que no es ni bueno ni malo, marcas un 3

Malo ① ②  ③ ④ ⑤ Bueno

**Por favor, responde a todas las preguntas  
Nunca marques más de un número por escala**

1. Me ha interesado la historia del juego.  
Poco ① ② ③ ④ ⑤ Mucho
2. He tenido éxito jugando al juego.  
Poco ① ② ③ ④ ⑤ Mucho
3. Me he sentido bien jugando al juego.  
En desacuerdo ① ② ③ ④ ⑤ De acuerdo
4. Cuando jugaba al juego me olvidaba de todo a mi alrededor.  
En desacuerdo ① ② ③ ④ ⑤ De acuerdo
5. He tenido que esforzarme para jugar al juego.  
Poco ① ② ③ ④ ⑤ Mucho
6. Me he frustrado jugando al juego.  
Poco ① ② ③ ④ ⑤ Mucho
7. Me he aburrido jugando al juego.  
Poco ① ② ③ ④ ⑤ Mucho
8. Creo que el juego es fácil de usar.  
En desacuerdo ① ② ③ ④ ⑤ De acuerdo
9. Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar el juego fácilmente.  
En desacuerdo ① ② ③ ④ ⑤ De acuerdo
10. Me siento seguro al jugar al juego.  
En desacuerdo ① ② ③ ④ ⑤ De acuerdo
11. Creo que el juego es innecesariamente complejo.  
En desacuerdo ① ② ③ ④ ⑤ De acuerdo
12. Creo que necesitaría ayuda para volver a jugar al juego.  
En desacuerdo ① ② ③ ④ ⑤ De acuerdo
13. Creo que el juego es muy inconsistente.  
En desacuerdo ① ② ③ ④ ⑤ De acuerdo
14. Necesité aprender muchas cosas antes de poder jugar al juego.  
En desacuerdo ① ② ③ ④ ⑤ De acuerdo
15. Otros comentarios sobre el juego:

---

---

---

---

