



Diseño y desarrollo de un juego de puzles como Aplicación Web Progresiva (PWA)

Memoria de Proyecto Final de Máster

Máster universitario de Aplicaciones Multimedia

Informática, multimedia y telecomunicación

Autor: Jon Karla Somoza Vegas

Consultor: Sergio Schvarstein Liuboschetz

Profesora: Laura Porta Simó

04/01/2019

Copyright



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada

[3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FICHA DEL TRABAJO FINAL

Título del trabajo:	<i>Diseño y desarrollo de un juego de puzles como Aplicación Web Progresiva (PWA)</i>
Nombre del autor:	<i>Jon Karla Somoza Vegas</i>
Nombre del consultor/a:	<i>Sergio Schvarstein Liuboschetz</i>
Nombre del PRA:	<i>Laura Porta Simó</i>
Fecha de entrega:	01/2019
Titulación:	<i>Máster en Aplicaciones Multimedia</i>
Área del Trabajo Final:	<i>Trabajo Fin de Máster</i>
Idioma del trabajo:	<i>Español</i>
Palabras clave	<i>Juego, Puzles, Game App</i>
Resumen del Trabajo:	
<p>Este trabajo tiene como finalidad el desarrollo de un juego de puzles como una Aplicación Web Progresiva (Progressive Web App). Para ello, se hace uso de los lenguajes HTML, CSS y JavaScript estudiados durante el máster. El objetivo es poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el curso, confeccionando un producto desde su planteamiento inicial hasta la consecución de un prototipo semioperativo. La metodología aplicada ha sido la aprendida, haciendo un estudio previo del mercado y elaborando un diseño básico, para después pasar a programar el prototipo presentado en el trabajo.</p> <p>Los resultados del proyecto son muy satisfactorios en el aspecto personal, ya que se ha conseguido implementar un juego que ha permitido trabajar muchos de los conceptos y técnicas de desarrollo estudiadas. También ha permitido enfrentarse al reto de realizar un producto de cero y a las dificultades que ello supone.</p> <p>Como conclusión, el proyecto cumple las expectativas iniciales y ha servido para enriquecer los conocimientos previos. Además, el desarrollo abre las puertas a muchas mejoras y añadidos futuros para seguir aprendiendo.</p>	

Abstract:

This project has as its purpose the development of a puzzle game as a Progressive Web App. In order to achieve this, HTML, CSS and JavaScript programming languages studied during the master are used. The objective is to put into practice the knowledge acquired during the course, developing a product from its initial conception to the achievement of a semi operative prototype. The methodology applied consist in a preliminary study of the market, the developing of a basic design and the programming of the prototype presented as result.

On a personal level, the outcome of the project is successful, given that the implementation of the game enabled to practice many of the concepts and development techniques studied. It has also enabled to face the challenge of making a product from scratch and the difficulties that this entails.

In conclusion, the project fulfills the initial expectations and served to enrich previous knowledge. In addition, the development opens the doors to many improvements and future additions to continue learning.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a la UOC la amplia cantidad de recursos disponibles online para la realización de los trabajos, y en especial al consultor de esta asignatura, Sergio Schvarstein Liuboschetz, por la ayuda durante el desarrollo del proyecto y las guías ofrecidas. También agradecer a las personas de mi entorno, familia y amigos, que me han ayudado con sus opiniones durante el desarrollo y a la hora de testear el juego.

Abstract

This project has as its purpose the development of a puzzle game as a Progressive Web App. In order to achieve this, HTML, CSS and JavaScript programming languages studied during the master are used. The objective is to put into practice the knowledge acquired during the course, developing a product from its initial conception to the achievement of a semi operative prototype. The methodology applied consist in a preliminary study of the market, the developing of a basic design and the programming of the prototype presented as result.

On a personal level, the outcome of the project is successful, given that the implementation of the game enabled to practice many of the concepts and development techniques studied. It has also enabled to face the challenge of making a product from scratch and the difficulties that this entails.

In conclusion, the project fulfills the initial expectations and served to enrich previous knowledge. In addition, the development opens the doors to many improvements and future additions to continue learning.

Resumen

Este trabajo tiene como finalidad el desarrollo de un juego de puzles como una Aplicación Web Progresiva (Progressive Web App). Para ello, se hace uso de los lenguajes HTML, CSS y JavaScript estudiados durante el máster. El objetivo es poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el curso, confeccionando un producto desde su planteamiento inicial hasta la consecución de un prototipo semioperativo. La metodología aplicada ha sido la aprendida, haciendo un estudio previo del mercado y elaborando un diseño básico, para después pasar a programar el prototipo presentado en el trabajo.

Los resultados del proyecto son muy satisfactorios en el aspecto personal, ya que se ha conseguido implementar un juego que ha permitido trabajar muchos de los conceptos y técnicas de desarrollo estudiadas. También ha permitido enfrentarse al reto de realizar un producto de cero y a las dificultades que ello supone.

Como conclusión, el proyecto cumple las expectativas iniciales y ha servido para enriquecer los conocimientos previos. Además, el desarrollo abre las puertas a muchas mejoras y añadidos futuros para seguir aprendiendo.

Palabras clave

Juego, Puzles, Game App, PWA.

Índice

Capítulo 1: Introducción	133
1. Introducción	13
2. Descripción	14
3. Objetivos generales	15
3.1 Objetivos	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Alcance	¡Error! Marcador no definido.
4. Metodología y proceso de trabajo	16
5. Planificación	17
6. Presupuesto	20
7. Estructura del resto del documento	21
Capítulo 2: Análisis	22
1. Estado del arte	22
2. Análisis del mercado	27
2.1 Estudio de mercado	27
2.2 Oportunidades de negocio	28
2.3 Estrategia de marketing	28
2.4 Análisis DAFO	28
3. Público objetivo y perfiles de usuario	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 3: Diseño	31
1. Arquitectura general de la aplicación/sistema/servicio	31
2. Arquitectura de la información y diagramas de navegación	32
3. Diseño del juego	34
3.1 Mecánica del juego	34
3.2 Temática de las imágenes	34
3.3 Modos de juego	34
3.4 Niveles de dificultad	34
4. Diseño gráfico e interfaces	35
4.1 Logotipos	35
4.2 Paleta de colores	36
4.3 Paleta tipográfica	36
4.4 Elementos gráficos	37
4.5 Prototipo Lo-Fi	38
4.6 Usabilidad/UX	40

5. Lenguajes de programación y APIs utilizadas	41
Capítulo 4: Implementación	42
1. Implementación de la página de inicio.....	42
2. Implementación de la página de configuración.....	44
3. Implementación de la página de juego.....	46
4. Implementación de la página de tutorial	50
5. Instrucciones de uso	52
6. Test	53
7. Problemas encontrados	59
Capítulo 5: Conclusiones y líneas de futuro	60
1. Conclusiones	60
2. Líneas de futuro	61
Bibliografía	62
Anexos.....	64
Anexo A: Entregables del proyecto.....	64

Figuras y tablas

Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de Gantt de la planificación inicial del proyecto.....	18
Figura 2: Dispositivos de consumo de videojuegos.....	22
Figura 3: Penetración de móviles en el mundo por países y total.....	22
Figura 4: Categorías más populares en la App Store 2018.....	23
Figura 5: Categorías más populares en la App Store 2018.....	23
Figura 6: Pantalla de ejemplo de Candy Crush.....	24
Figura 7: Pantalla de ejemplo de Roll the Ball: slide puzzle.....	24
Figura 8: Pantalla de ejemplo de Merge Plane - Click & Idle Tycoon.....	25
Figura 9: Pantalla de ejemplo de Rompecabezas mágicos.....	25
Figura 10: Pantalla de ejemplo de Tile Slider.....	26
Figura 11: Media de horas al mes dedicadas a las apps.....	27
Figura 12: Usuarios habituales de los juegos de puzles.....	27
Figura 13: Flujo del juego.....	32
Figura 14: Estructura de carpetas.....	33
Figura 15: Logotipo UOC.....	35
Figura 16: Logotipo del juego Puzzle Quiz en formato cuadrado.....	35
Figura 17: Logotipo del juego Puzzle Quiz en formato ancho.....	35
Figura 18: Paleta de colores.....	36
Figura 19: Ejemplo de fuente Spicy Rice de Google Fonts.....	36
Figura 20: Sprite con los botones del juego.....	¡Error! Marcador no definido.7

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

Índice de tablas

Tabla 1: Planificación inicial del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.7
Tabla 2: Planificación actualizada.....	¡Error! Marcador no definido.9
Tabla 3: Estimación de presupuesto.....	20
Tabla 4: Casos de uso.....	53
Tabla 5: Pruebas tester 1.....	54
Tabla 6: Pruebas tester 2.....	55
Tabla 7: Pruebas tester 3.....	56
Tabla 8: Pruebas tester 4.....	57

Capítulo 1: Introducción

1. Introducción

Este Trabajo Fin de Máster consiste en el diseño y desarrollo de un juego interactivo de puzles, en el que el usuario deberá interactuar con la aplicación para conseguir resolver los problemas propuestos.

Los juegos móviles cada vez ganan más terreno a los juegos de videoconsola, representando un 59% del mercado total y con vistas a aumentar en los próximos años^[1]. La penetración de los dispositivos móviles en los hogares españoles, un 88% de usuarios únicos^[2], facilita el acceso a este tipo de entretenimiento, siendo cada vez más común el uso del móvil y la tableta para jugar^[3]. En la actualidad, los juegos para móviles representan el 40% de todas las descargas de aplicaciones en tiendas y alrededor del 75% del gasto total^[4]. Estos datos justifican el desarrollo de una aplicación de juego en un mercado cada vez más prolífico y exitoso.

La temática de puzles responde a una mecánica de juego que pueda ajustarse al tiempo y los requisitos de desarrollo para este TFM, facilitando graduar la profundidad y complejidad del producto según fuera necesario.

En el plano personal, el interés en la elaboración de este TFM ha sido principalmente el de poner en práctica la mayor parte posible de los conocimientos adquiridos durante el máster, para perfeccionar las técnicas aprendidas. Por ello, se ha elegido un proyecto en el que se trabaje tanto el desarrollo de interface y contenidos, como el desarrollo de una aplicación progresiva, utilizando un entorno y herramientas profesionales y actuales. La aplicación de un juego de puzles ha permitido cumplir estos objetivos, además de ser un primer acercamiento al mundo de las aplicaciones de juegos cada vez más en auge.

2. Descripción

El proyecto incluye la elaboración de una interfaz gráfica adecuada al juego, clara y sencilla de utilizar, para que el jugador pueda manejarla de manera intuitiva. También se han diseñado los contenidos necesarios para la misma, así como los elementos que componen los puzles (tablero, fichas, etc.). Para ello se han utilizado los lenguajes HTML5 y CSS3, estándares actuales de la programación web, construyendo mediante ellos la estructura del juego y la interfaz que permite al usuario interactuar con él.

En el trabajo también se ha desarrollado la mecánica de juego, que abarca el funcionamiento de los puzles (la interacción con el tablero y las fichas) y la comprobación de su resolución. Esta programación se ha realizado mediante JavaScript, de forma que se actualiza la pantalla de juego de manera dinámica acorde a las interacciones del usuario. Además, el juego consta con diferentes niveles de dificultad que suponen un reto para el jugador al avanzar de uno a otro.

Todo ello se realiza con un enfoque *mobile first*, priorizando el diseño en pantallas pequeñas (comúnmente más utilizadas para este tipo de juegos), y adaptando la visualización mediante un diseño *responsive* a pantallas de mayor tamaño.

El proyecto se ha realizado como una Aplicación Web Progresiva (PWA), aprovechando las ventajas que ofrece este tipo de desarrollo (carga más rápida, acceso *offline*, almacenamiento de archivos en memoria caché, acceso mediante manifiesto, *linkable* sin instalación, aspecto de aplicación nativa), para lo que se adjuntan el *Service Worker* y el *manifest.json* oportunos.

3. Objetivos generales

3.1 Objetivos

Siguiendo los criterios *SMART*, los objetivos de este trabajo son:

1. Diseñar e implementar una interfaz gráfica intuitiva para el usuario, siguiendo las guías de diseño y usabilidad aprendidas en el máster.
2. Implementar el funcionamiento de una aplicación web a través de los lenguajes de programación estudiados durante el curso.
3. Utilizar las herramientas y los entornos de desarrollo profesional estudiados para implementar una Aplicación Web Progresiva.
4. Poner en práctica los conocimientos adquiridos en el máster, tanto en diseño y programación, para crear un producto real.

3.2 Alcance

El alcance del producto es el desarrollo de un prototipo de juego de puzles como Aplicación Web Progresiva, siendo las características y funciones que lo definen las siguientes:

- El juego permitirá al usuario interactuar con él a través de un menú gráfico en el que seleccionará las opciones de juego.
- El usuario podrá interactuar con el tablero y las fichas de juego para resolver los puzles presentados.
- La operatividad de la aplicación será limitada, ofreciendo una mecánica de juego y niveles de dificultad acordes a la capacidad y tiempo de desarrollo.
- La aplicación será *responsive*, adaptándose a diferentes anchuras de pantalla, aunque se focalizará en el desarrollo para móvil.

4. Metodología y proceso de trabajo

Para la realización del trabajo se ha seguido una metodología secuencial^[5] partiendo de una fase de estudio de mercado y conceptualización del producto, seguido de una fase de diseño de los elementos del juego y finalmente una fase de implementación del mismo.

Aunque en el proyecto no existía un equipo de trabajo sí que se ha intentado utilizar conceptos del desarrollo ágil^[6], aplicando en la fase de implementación un ciclo iterativo e incremental, que ha buscado conseguir una versión con operatividad limitada del producto sobre la que se han ido haciendo mejoras y corrigiendo errores.

5. Planificación

La planificación se desarrolló acorde a la siguiente tabla:

Hito	Actividad	Duración	Comienzo	Fin
Entrega 1 (Fecha entrega: 20/11/2018)	Diseño conceptual y estructural del juego	5 días	16/10/2018	21/10/2018
	Diseño de la interfaz gráfica y los elementos gráficos de juego	8 días	22/10/2018	31/10/2018
	Implementación de la interfaz	8 días	01/11/2018	12/11/2018
	Implementación del tablero de juego	6 días	13/11/2018	20/11/2018
Entrega 2 (Fecha entrega: 10/12/2018)	Implementación de la mecánica base de juego	9 días	21/11/2018	02/12/2018
	Testeo del juego y resolución de errores	6 días	03/12/2018	10/12/2018
Cierre (Fecha entrega: 04/01/2019)	Implementación de características adicionales y testeo	6 días	11/12/2018	18/12/2018
	Redacción de la memoria	9 días	19/12/2018	30/12/2018
	Repaso final y corrección de errores en proyecto y memoria	5 días	31/12/2018	04/01/2019
Defensa	Defensa del proyecto	13 días	05/01/2019	22/01/2019

Tabla1: Planificación inicial del proyecto

Diagrama de Gantt de las tareas a realizar:

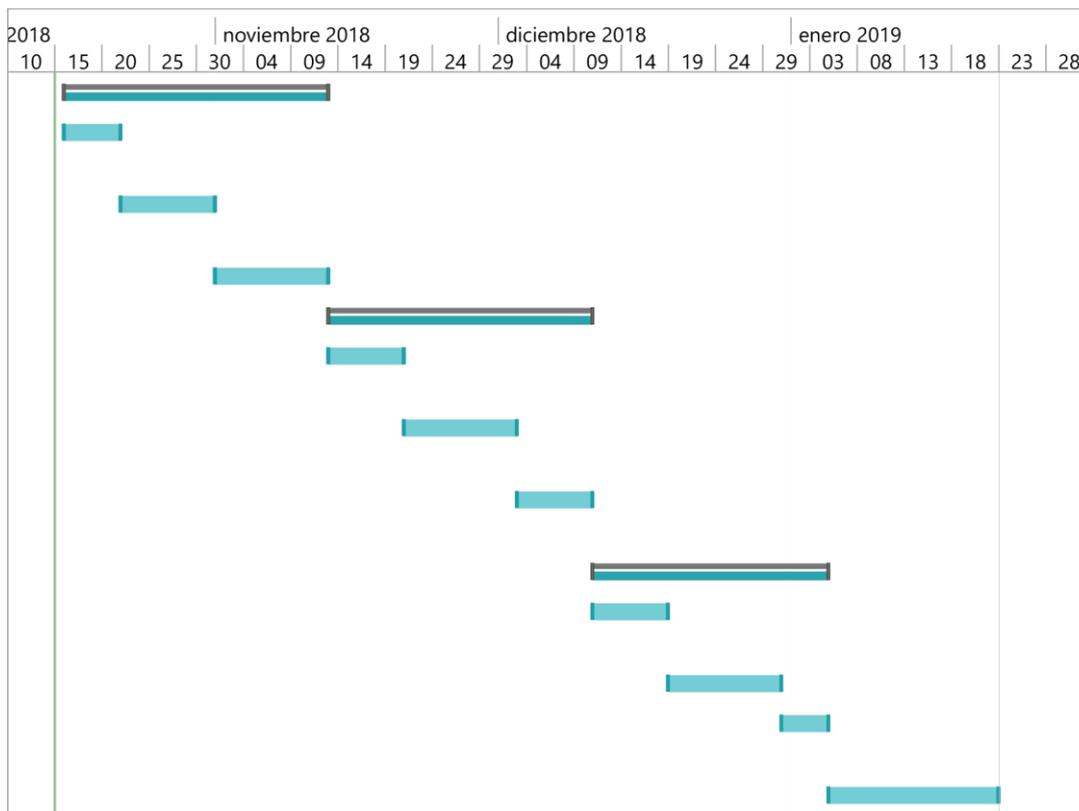


Figura 1: Diagrama de Gantt de la planificación inicial del proyecto

Durante el desarrollo se decidió alterar la planificación inicial para que se adaptase de forma más lógica a las necesidades del proyecto, siendo la nueva planificación:

Hito	Actividad	Duración	Comienzo	Fin
Entrega 1 (Fecha entrega: 20/11/2018)	Diseño conceptual y estructural del juego	5 días	16/10/2018	21/10/2018
	Diseño de la interfaz gráfica y los elementos gráficos de juego	8 días	22/10/2018	31/10/2018
	Implementación de la interfaz	8 días	01/11/2018	12/11/2018
	Implementación del tablero de juego	6 días	13/11/2018	20/11/2018
Entrega 2 (Fecha entrega: 10/12/2018)	Diseño de los elementos de juego e implementación del tablero	9 días	21/11/2018	02/12/2018
	Testeo del juego y resolución de errores	3 días	03/12/2018	06/12/2018
	Diseño e implementación del tutorial	3 días	07/12/2018	10/12/2018
Cierre (Fecha entrega: 04/01/2019)	Implementación de características adicionales y testeo	6 días	11/12/2018	18/12/2018
	Redacción de la memoria	9 días	19/12/2018	30/12/2018
	Repaso final y corrección de errores en proyecto y memoria	5 días	31/12/2018	04/01/2019
Defensa	Defensa del proyecto	13 días	05/01/2019	22/01/2019

Tabla 2: Planificación actualizada

6. Presupuesto

Dado que se carecía de un presupuesto fijado, se facilita la estimación del coste del desarrollo del proyecto:

Partida	Concepto	Tiempo (horas)	Precio por hora	Total
Diseño de la aplicación	Conceptualización del producto	12		500 €
	Desarrollo de la estructura y elección de entorno y herramientas	6	30 €	180 €
	Diseño de la interfaz gráfica y elementos de juego	100	40 €	4.000 €
Desarrollo de la aplicación	Maquetación de la aplicación en HTML/CSS	80	40 €	3.200 €
	Implementación de la mecánica de juego en JavaScript	100	40 €	4.000 €
	Testeo	12	20 €	240 €
			Total	12.120 €

Tabla 3: Estimación de presupuesto

Los tiempos se adecúan a las entregas realizadas durante la elaboración del trabajo, con una estimación en horas aproximada en cada caso. En el caso de los precios, se ha tomado un coste medio aproximado acorde al mercado laboral.

7. Estructura del resto del documento

Contenidos de los siguientes capítulos de la memoria:

- Capítulo 2: Análisis. Estudio sobre el estado del arte y la situación del mercado en relación al producto presentado.
- Capítulo 3: Diseño. Diagramas de navegación, diseño conceptual del juego y diseños del producto.
- Capítulo 4: Implementación. Información sobre la implementación del producto y resultado de las pruebas realizadas.
- Capítulo 5: Conclusiones y líneas de trabajo futuro. Reflexión sobre el producto presentado y conclusiones, además de mejoras y guías para continuar su desarrollo.

Capítulo 2: Análisis

1. Estado del arte

En los últimos años el móvil está ganando terreno a medios clásicos para jugar como las consolas^[5], y se prevé que el número de descargas de juegos, que ya representa el 40% de las descargas totales de aplicaciones en tiendas y el 75% del gasto total, aumente en el futuro^[2].

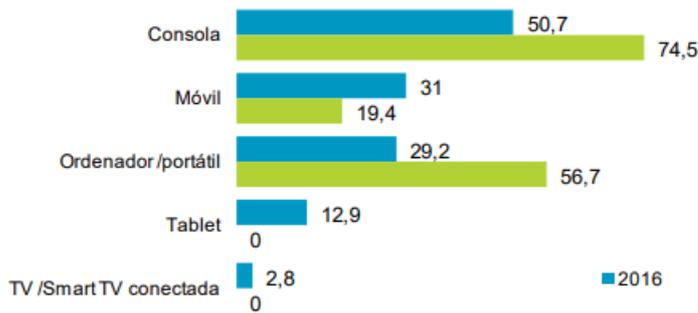


Figura 2: Dispositivos de consumo de videojuegos. Comparativa 2011-2016 (% total de consumidores de videojuegos)

Fuente: ONTSI, 2017

Esta tendencia se ve favorecida por la amplia penetración de los dispositivos móviles en la sociedad, con un 66% de penetración en todo el mundo, alcanzando un 88% en España, que lidera el ranking mundial de penetración^[6].

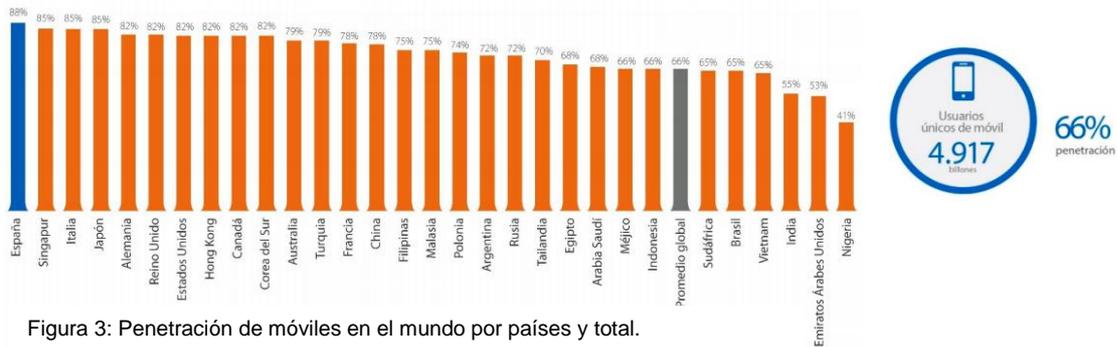


Figura 3: Penetración de móviles en el mundo por países y total.

Fuente: Informe ditrendia: Mobile en España y en el Mundo 2017

Las aplicaciones de juegos ocupan una posición predominante en las tiendas referentes de descarga de aplicaciones, *Google Play* y *App Store*, con un volumen de oferta superior al resto de categorías, según las últimas estadísticas. En la tienda de *Apple*, las aplicaciones de juegos se colocan en la primera posición^[7], mientras que en su homóloga de *Android*, el cómputo de los primeros géneros de juegos que aparecen en la lista también supera al resto de descargas, ocupando los juegos de puzzles un lugar preferencial^[8].

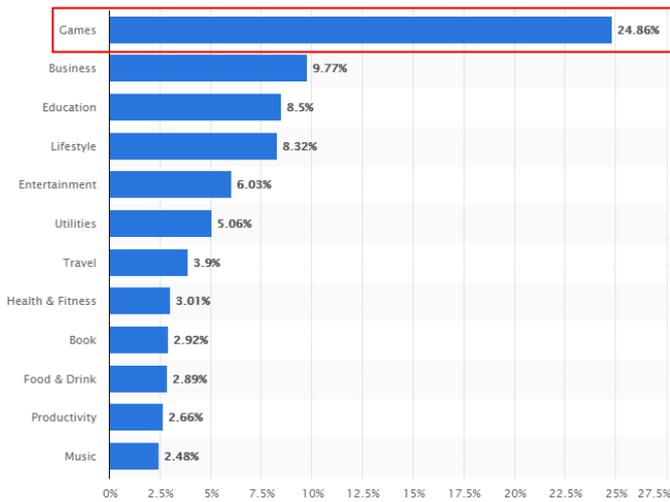


Figura 4: Categorías más populares en la App Store 2018

Fuente: Statista

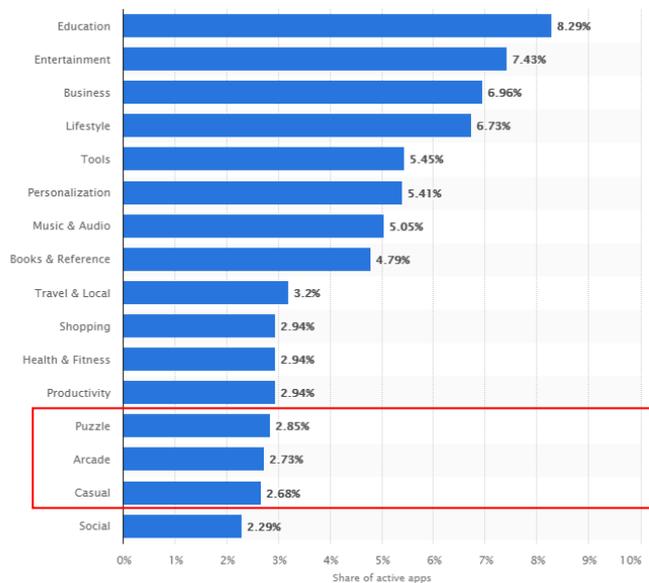


Figura 5: Categorías más populares en la App Store 2018

Fuente: Statista

Dentro del género de juegos de puzles se pueden encontrar multitud de referencias, entre las que destacan para el desarrollo de este trabajo las siguientes:



Candy Crush Saga^[9]

Este juego y todas sus variantes se basan en alinear horizontal o verticalmente tres fichas con forma de caramelo para sumar puntos y retirarlas del tablero. El resto de fichas ocupan los espacios dejados y el juego prosigue hasta cumplir con el objetivo de la pantalla. Cada nivel presenta retos para los que el usuario debe pensar en diferentes estrategias.

Los puntos fuertes del juego son su estética colorida y desenfadada, y la sencillez de su mecánica.



Figura 6: Pantalla de ejemplo de Candy Crush



Roll the Ball: slide puzzle^[10]

Este juego es un ejemplo representativo de otra variante de los juegos de puzles en las que se deben mover las fichas del tablero para completar un circuito, que en este caso será recorrido por una bola hasta la casilla de meta.

También consta de niveles que irán complicando la tarea según el usuario avance pantallas. La sencillez de su mecánica vuelve a ser clave, acompañada esta vez de un diseño sobrio y sencillo.



Figura 7: Pantalla de ejemplo de Roll the Ball: slide puzzle



Merge Plane - Click & Idle Tycoon^[11]

Este juego es actualmente uno de los más populares con una mecánica basada en juntar fichas con forma de avión del mismo nivel para formar un nuevo avión de nivel superior. El usuario puede comprar nuevas fichas de avión para seguir juntando con el oro que consigue de los aviones de su propiedad que recorren el circuito exterior del tablero.

Este juego tiene una estética llamativa por el diseño de los aviones y añade un componente de coleccionismo (los aviones en propiedad el usuario) a lo visto anteriormente.



Figura 8: Pantalla de ejemplo de Merge Plane - Click & Idle Tycoon



Rompecabezas mágicos^[12]

Se trata de un juego de puzles tradicional adaptado a móvil con multitud de temáticas para los puzles e imágenes llamativas y de alta calidad, añadiendo la opción de crear tus propios puzles a partir de fotografías. Aunque no destaca por su éxito en comparación con las referencias citadas, es un buen ejemplo por su mayor sencillez de desarrollo. Ofrece diferentes niveles de dificultad según las imágenes y número de piezas, tiempo y movimientos realizados.



Figura 9: Pantalla de ejemplo de Rompecabezas mágicos



Tile Slider^[13]

Tile Slider ha servido de referencia directa para la mecánica de juego implementada. Es un juego de puzles con un diseño sobrio y sencillo. Su principal fortaleza radica en un funcionamiento muy intuitivo y fácil de aprender.

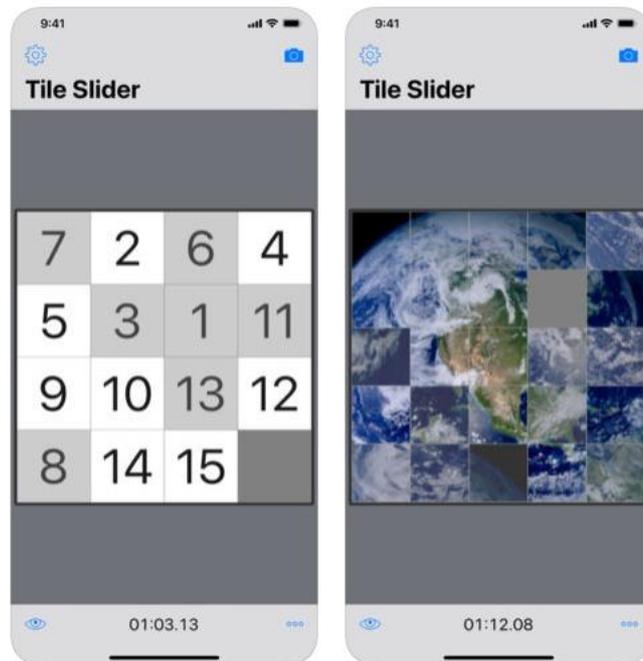


Figura 10: Pantalla de ejemplo de Tile Slider

2. Análisis del mercado

2.1 Estudio de mercado

En cuanto al *target* del producto, se observa que el usuario principal se encuentra entre los 18 y 44 años, que es la franja de edad que más tiempo dedica a las aplicaciones móviles^[14].

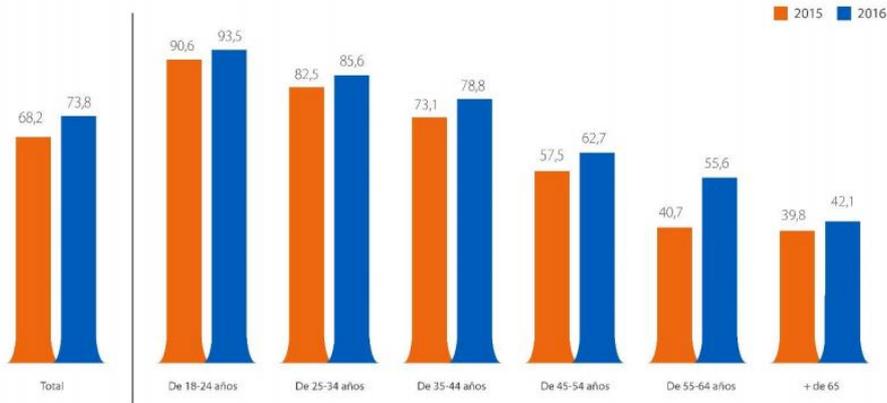


Figura 11: Media de horas al mes dedicadas a las apps en *smartphones* por edades

Fuente: Informe ditrendia: Mobile en España y en el Mundo 2017

Aunque en el género de puzzles, la franja usuarios habituales se extiende a mayor edad^[15], por lo que el desarrollo de temáticas que abarquen mayor rango puede tener mejor acogida en un público más extenso, pudiendo ofrecer también temáticas infantiles para aumentar los usuarios potenciales.

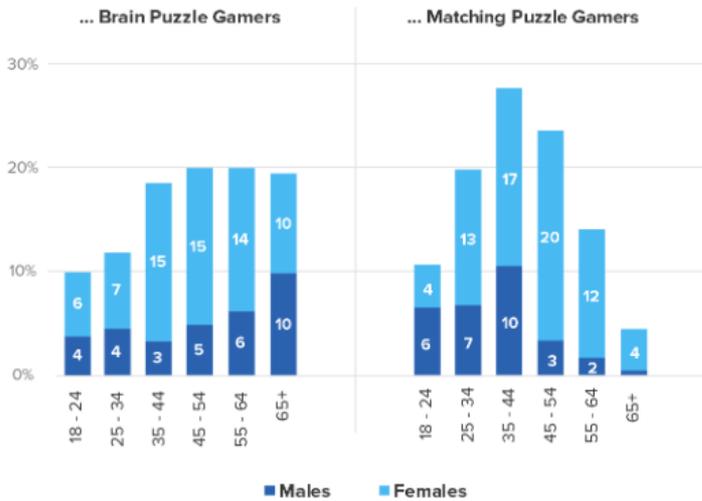


Figura 12: Usuarios habituales de los juegos de puzzles

Fuente: Verto App Watch

2.2 Oportunidades de negocio

El producto actual se ha desarrollado como trabajo de formación en relación al máster cursado, sin un objetivo de negocio, pero podría desarrollarse para convertirse en un producto factible de ofrecerse al público. En este caso, la oportunidad de negocio estaría en un modelo de pago por contenido o IAP (In-App Payment)^[16]. De manera que se ofrecería una versión gratuita y limitada para facilitar el acceso a nuevos jugadores y el retorno de la inversión se conseguiría con pagos desde la aplicación por contenido adicional, como nuevas temáticas para los puzles, más niveles o diferentes modos de juego. Otra posibilidad sería ofrecer la aplicación completa de manera gratuita con anuncios y la opción de pago para disfrutarla sin ellos.

2.3 Estrategia de marketing

En cuanto al *branding* del producto, se ha buscado dotar al juego de un aspecto desenfadado y llamativo para captar la atención del público. Al tratarse de una Aplicación Web Progresiva, el plan de promoción buscaría explotar las ventajas que ofrece este desarrollo como la visibilidad directa en buscadores, el acceso multiplataforma sin instalación y el acceso directo mediante enlace, lo que facilitaría su difusión a través de las redes sociales.

La estrategia de venta más adecuada para el producto como se ha comentado anteriormente podría ser un modelo de pago por contenido o uno con anuncios, ofreciendo en ambos casos la aplicación de manera gratuita para atraer en primera instancia a la mayor cantidad de usuarios posible.

2.4 Análisis DAFO

Análisis de las características internas del proyecto (Debilidades y Fortalezas) y de su situación externa (Amenazas y Oportunidades).

Debilidades

- Producto en fase muy temprana de desarrollo
- Diseño limitado por tiempo y coste de desarrollo

Fortalezas

- Añade un punto de originalidad y complejidad a las aplicaciones similares
- Ventajas del desarrollo como PWA
- Dificultad y temáticas variable para diferentes usuarios

Amenazas

- Gran competencia en el ámbito de los juegos

- Similitud entre los juegos de puzles

Oportunidades

- Mejora del producto
- Explotación de la facilidad para la difusión como PWA
- Inversión para un desarrollo más profundo y complejo

3. Público objetivo y perfiles de usuario

El producto se dirige principalmente a hombres y mujeres de entre 18 y 44 años, que son los usuarios potenciales de aplicaciones, aunque como se ha visto anteriormente, el género de puzles abarca un rango mayor de edad, por lo que se incluirían modos y temáticas para edades inferiores y superiores al margen inicial.

El desarrollo se ha llevado a cabo en castellano, pero dado que se trata de un juego intuitivo que utiliza imágenes y números como base, sería relativamente sencillo elaborar una versión para un público internacional en varios idiomas.

Capítulo 3: Diseño

1. Arquitectura general de la aplicación/sistema/servicio

El juego ha sido desarrollado como una Aplicación Web Progresiva^[17], para lo que se han generado los archivos HTML requeridos para cada página (index.html, tutorial.html, game-config.html y game.html) y un archivo CSS global con los estilos (main.css). Además, al tratarse de una PWA, se han añadido los archivos service-worker y manifest.json requeridos. La aplicación se ejecuta en el lado del cliente mediante JavaScript.

La estructura de carpetas de la aplicación es la siguiente:

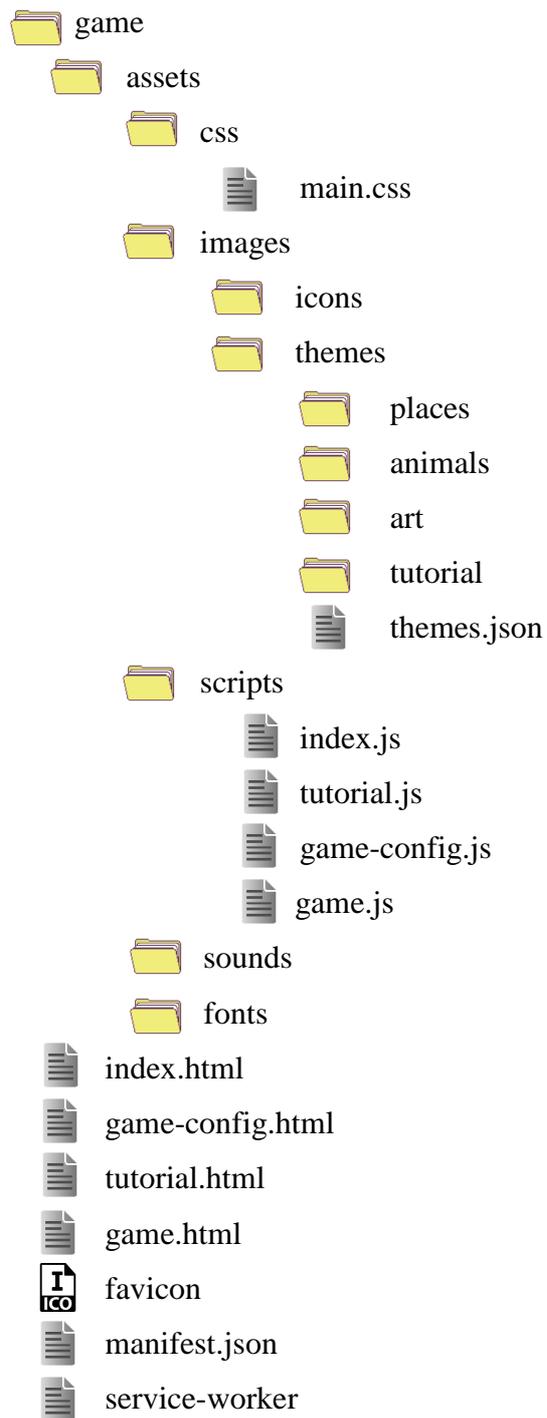


Figura 14: Estructura de carpetas

3. Diseño del juego

3.1 Mecánica de juego

El juego consiste en ordenar las fichas del puzle para formar una imagen y adivinar cuál es el código que oculta. Las fichas pueden moverse si tienen un hueco adyacente pulsando una vez sobre ellas, y también pueden rotarse, si se ha activado el modo rotación, pulsando dos veces. Una vez el usuario descubre el código que oculta la imagen, formado por 4 elementos (números del 0 al 9 y el símbolo #), podrá introducirlo en el teclado numérico e intentar abrir la caja. Si tiene éxito, podrá pasar al siguiente puzle.

La mecánica de juego varió desde la concepción inicial en las primeras entregas del trabajo debido a errores y mejoras que surgieron durante la implementación, lo que llevó también a un cambio en el aspecto gráfico del juego para adecuarlo al nuevo formato.

3.2 Temática de las imágenes

Se han establecido diferentes temáticas para las imágenes a reconstruir:

- Lugares: imágenes de lugares reconocibles.
- Animales: imágenes de animales comunes.
- Arte: imágenes de obras de arte reconocibles.

3.3 Modos de juego

Existen dos modos de juego:

- Rotación: las fichas pueden rotarse para que encajen en la imagen.
- Contrarreloj: en este modo el usuario tendrá un tiempo límite para resolver el puzle o perderá el juego y tendrá que empezar de nuevo.

3.4 Niveles de dificultad

La dificultad variará según el número de fichas de la imagen: 4x4, 5x5 o 6x6.

4. Diseño gráfico e interfaces

Bocetos, croquis, modelos, etc., creados durante el proceso de trabajo.

4.1 Logotipos

Se han incluido el logotipo de la UOC y otro creado expresamente para el juego:



Figura 15: Logotipo UOC



Figura 16: Logotipo del juego Puzzle Quiz en formato cuadrado

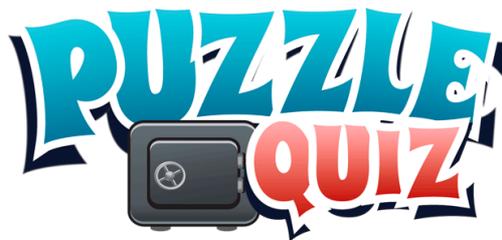


Figura 17: Logotipo del juego Puzzle Quiz en formato ancho

4.2 Paleta de colores

La paleta de colores base utilizada es la siguiente:



Figura 18: Paleta de colores

Se han utilizado estos colores como base, consiguiendo contraste para resaltar los elementos del juego. También se han utilizado variaciones de los mismos con degradados y grises neutros en los bordes y fondo del tablero.

4.3 Paleta tipográfica

Se ha seleccionado como fuente principal la fuente SpicyRice^[18] de *Google Fonts*. Se trata de una fuente desenfadada y dinámica que encaja con un juego de estas características.

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c
d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 ' ? ' " ! " (%) [#] { @ } / & \ < - + ÷ * = > ® © \$ € £ ¥ ¢ ; :
.. *

Figura 19: Ejemplo de fuente Spicy Rice de Google Fonts

El tamaño de fuente utilizado en la aplicación es de 14-16px para el texto estándar y de 20-24px para el texto de los botones, dependiendo del tamaño de pantalla.

4.4 Elementos gráficos

Se han elaborado diferentes elementos gráficos para el juego, utilizando como base imágenes de uso libre de www.freepik.es^[19]. Los más destacables son:

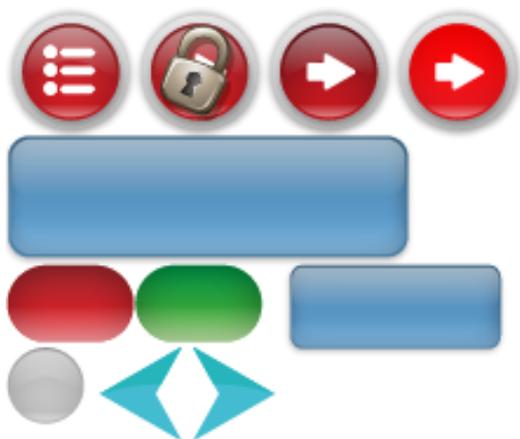


Figura 20: Sprite con los botones del juego



Figura 21: Imágenes de la barra de estado superior del juego según temática



Figura 22: Contadores de movimientos y errores del juego

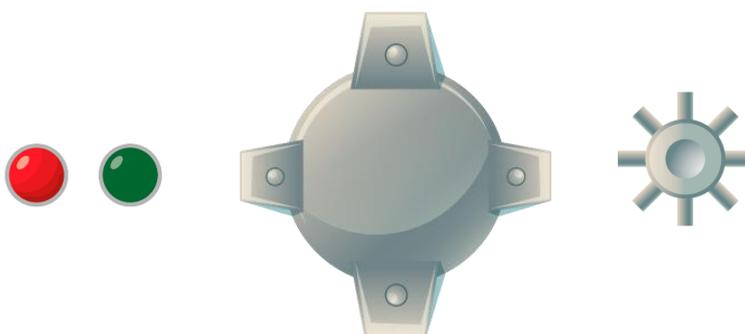


Figura 23: Elementos del botón de resolución de la pantalla de juego

4.5 Prototipo Lo-Fi

Las siguientes imágenes presentan el prototipo de bajo nivel realizado con el programa Axure RP^[20]. Este prototipo se realizó previo al cambio de mecánica de juego que incluyó el código oculto en la imagen y conllevó a una actualización gráfica más acorde que se muestra más adelante.

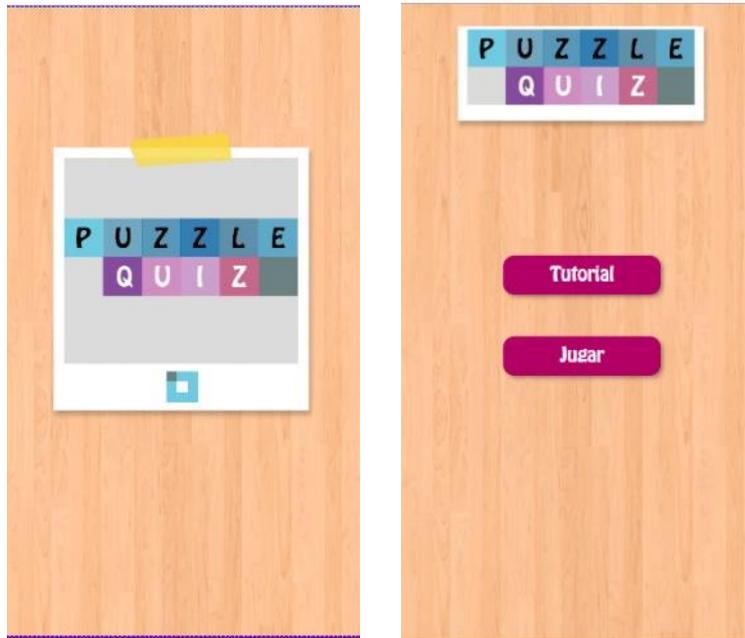


Figura 24: Imagen de la página index.html



Figura 25: Imagen de la página game-config.html

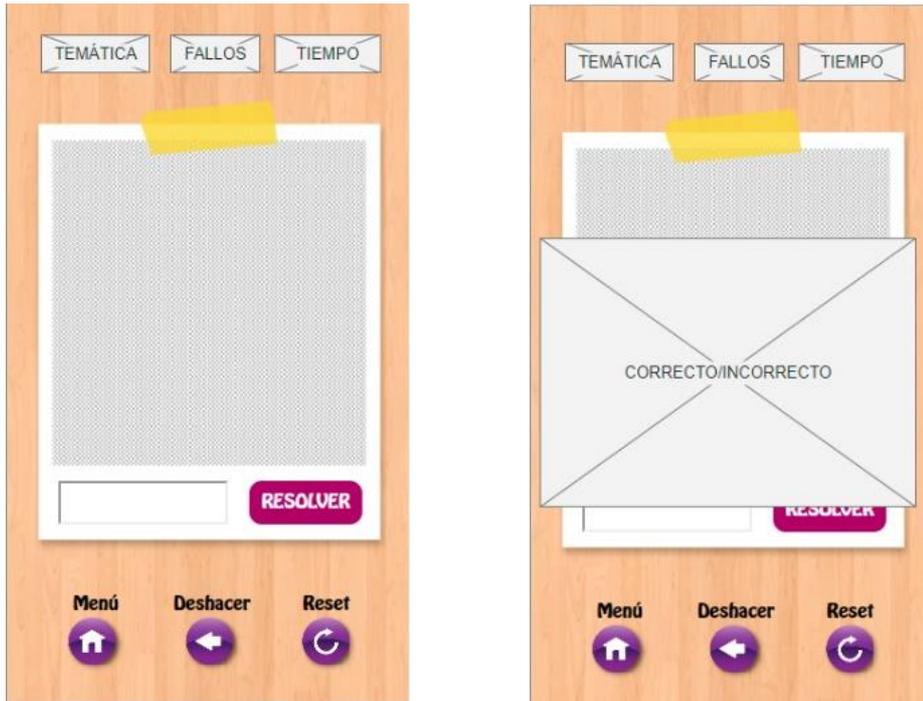


Figura 26: Imagen de la página game.html

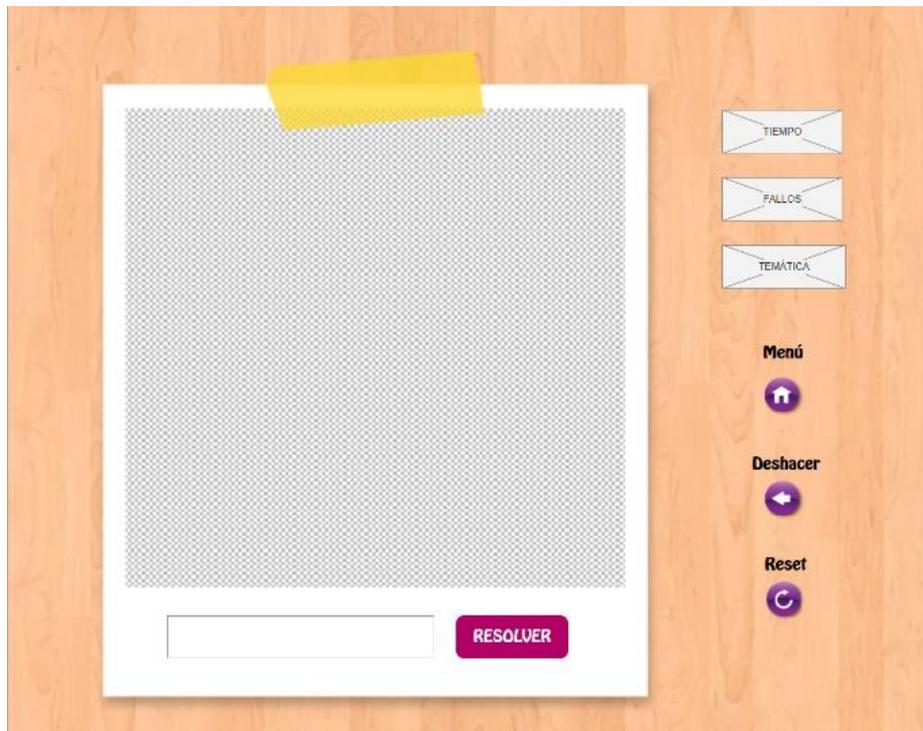


Figura 27: Imagen de la página game.html para pantallas anchas

4.6 Usabilidad/UX

En términos de usabilidad se han intentado seguir los principios para el diseño de interfaces interactivas ^[21]:

- **Simplicidad:** Se ha optado por confeccionar menús sencillos, con botones fácilmente reconocibles por el usuario y se ha añadido un tutorial para explicar la mecánica de juego de manera más amena y visual.
- **Eficiencia:** Se ha buscado que la interacción con el juego sea rápida y sencilla, utilizando la pulsación para mover las fichas y la doble pulsación para rotarlas, que son las interacciones más cómodas y fáciles de realizar.
- **Consistencia:** Se han utilizado botones y símbolos reconocibles para el usuario y su colocación se mantiene de una pantalla a otra.
- **Interacción:** Se han implementado las interacciones con pulsaciones en los elementos del juego para facilitar su uso.
- **Metáforas:** Se han utilizado metáforas sencillas como el símbolo hamburguesa para el menú, flechas para el botón siguiente, la rueda de una caja fuerte como botón de resolución o luces verde y roja para correcto e incorrecto. Estos elementos hacen más atractiva la interfaz y permiten aprender a interactuar con ellos fácilmente.
- **Respuesta:** Se ha reforzado el *feedback* visual del juego con efectos de sonido para que el usuario perciba mejor los cambios en pantalla. Así, cuando una ficha se mueve o rota, la aplicación emite un sonido en cada caso. También, al introducir el código correcto o incorrecto se recibe una señal con el efecto sonoro y visual correspondiente.

5. Lenguajes de programación y APIs utilizadas

Para la realización del trabajo se han utilizado los lenguajes de programación HTML5, CSS3 y JavaScript. El proyecto ha sido desarrollado sobre Windows 10 con el editor libre Atom^[22] debido a su facilidad de uso. También se han utilizado las herramientas para desarrolladores de Firefox y Google para visualizar el proyecto y comprobar su funcionamiento. Así como la aplicación *Web Server for Chrome*^[23] para simular la ejecución del proyecto desde un servidor.

En la programación se ha intentado seguir una metodología BEM^[24] en la medida de lo posible para mostrar un código claro y legible. En el caso de los estilos CSS, se ha hecho uso del preprocesador SASS^[25] bajo Ruby^[26] para agilizar el trabajo. La elección de este preprocesador se debe a la experiencia previa positiva en otras asignaturas del máster.

En la programación JavaScript se ha aprovechado la biblioteca jQuery^[27], también debido a la experiencia previa durante el curso y a las facilidades que ofrece para un desarrollo más rápido y limpio.

En cuanto a las herramientas de diseño, se han elegido Adobe Photoshop^[28] y Adobe Illustrator^[29] por su calidad para la edición gráfica y la familiaridad con las mismas en proyectos anteriores tanto del máster como ajenos a él.

Capítulo 4: Implementación

Todas las páginas de las que consta el proyecto han sido programadas en HTML, con sus estilos asociados en el archivo main.css y el código JavaScript en el archivo correspondiente. Durante la implementación se han seguido las guías aprendidas durante el curso^[30], complementándolas con los recursos de <https://www.w3schools.com/>^[31].

1. Implementación de la página de inicio

La página de inicio index.html sirve de entrada al juego, mostrando una breve imagen de carga con el logo de la aplicación, para después pasar al menú inicial con los botones de “Tutorial” y “Jugar”. Se han añadido en la parte inferior los créditos de la aplicación y la atribución de los elementos gráficos utilizados. La página tiene asociada el archivo JavaScript index.js en el que se programa el retardo de aparición para mostrar el logotipo inicial.

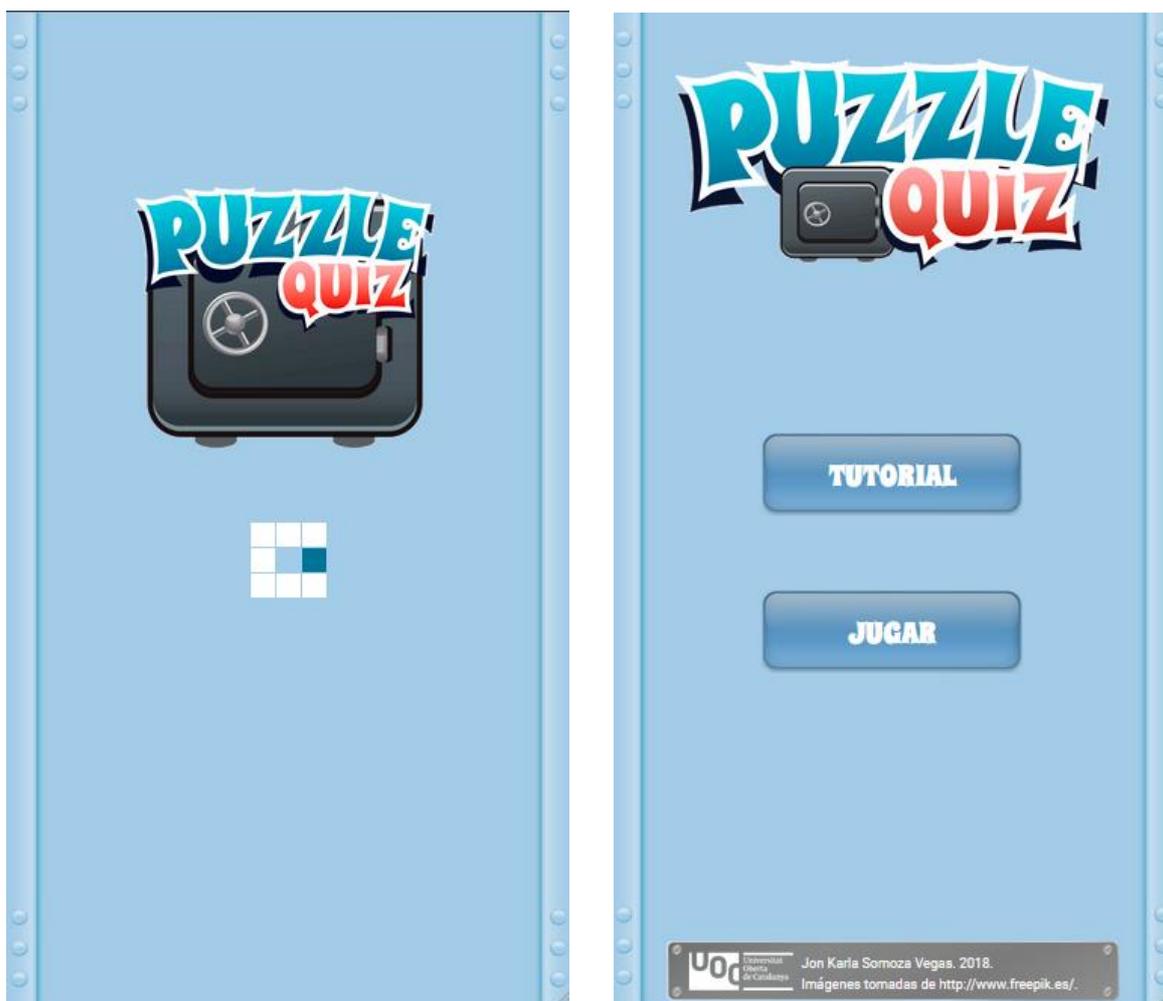


Figura 28: Imagen de la página index.html final

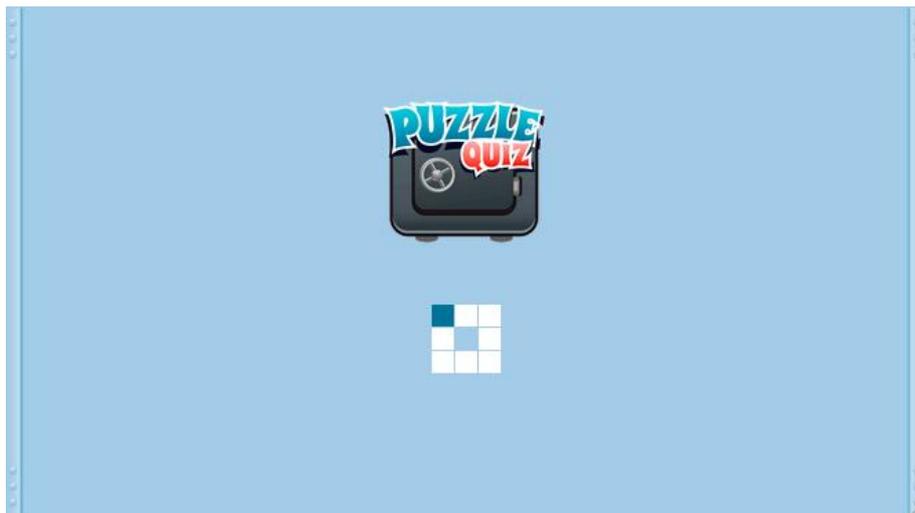


Figura 29: Imagen de la página index.html final para pantallas anchas

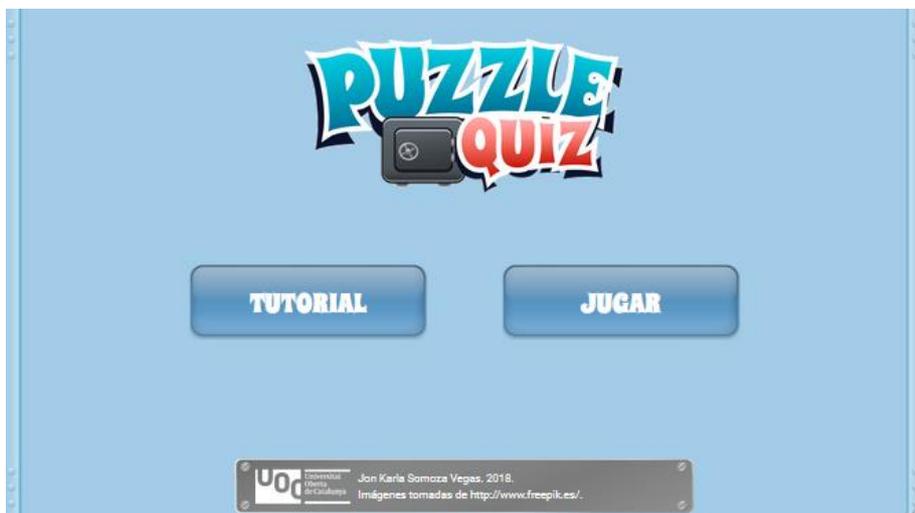


Figura 30: Imagen de la página index.html final para pantallas anchas

2. Implementación de la página de configuración

La página de configuración de partida `game-config.html` permite seleccionar la temática (lugares, animales, arte), la dificultad según el número de fichas y los modos rotación y contrarreloj. Se ha trabajado el estilo gráfico de los botones para no utilizar simples selectores, dando un mayor aspecto de juego.

En cuanto a la programación, la página tiene asociada el archivo `game-config.js` en el que se controlan las selecciones:

- Se bloquean los botones de siguiente y anterior de la temática y la dificultad según la posición para no dar lugar a errores.
- Se activan o desactivan los modos contrarreloj y rotación al pulsar el botón moviéndolo y cambiando el color de fondo.

El botón de jugar crea el enlace para la partida añadiendo a la página `game.html` las variables necesarias, que serán recogidas para crear el tablero acorde a las selecciones.

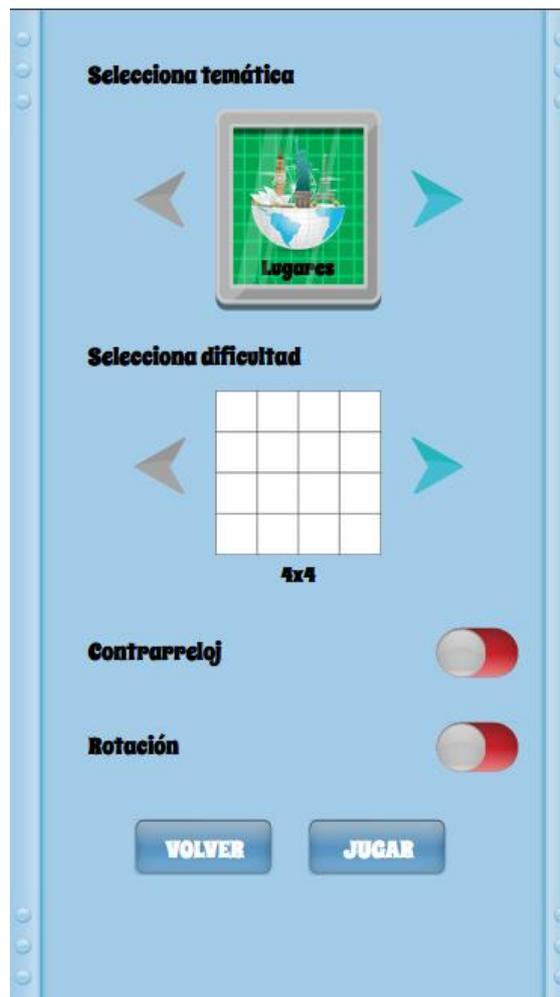


Figura 31: Imagen de la página `game-config.html` final

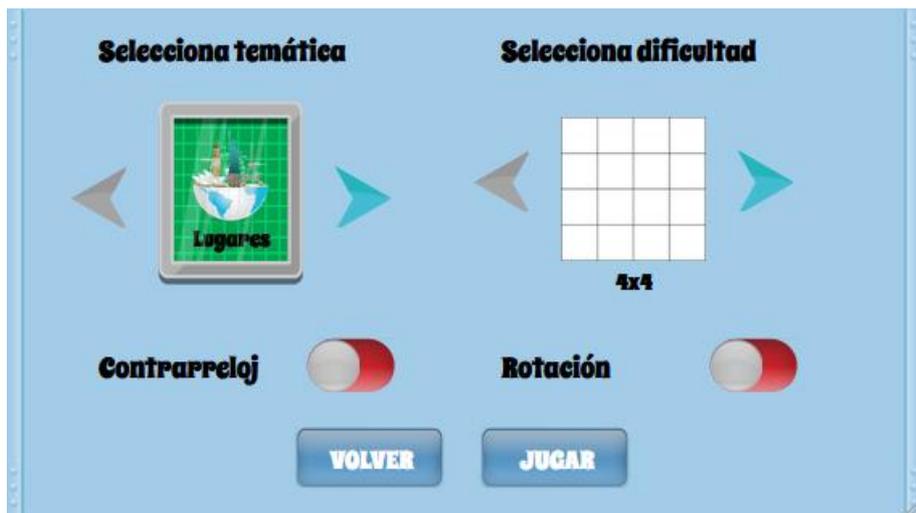


Figura 32: Imagen de la página game-config.html final para pantallas anchas

3. Implementación de la página de juego

La página game.html es la principal de la aplicación y donde se desarrollará el juego. En ella se ha colocado una zona de estado donde se indica la temática y el nivel de juego actual, así como el tiempo, los movimientos y los errores cometidos en la introducción del código. Después se encuentra el tablero de juego que contiene el puzle a descifrar y el panel para introducir el código con la puerta de la caja fuerte.

Se ha añadido también un botón de menú que permite volver tanto al inicio como a la configuración, previo aviso de que el juego se abandonará, y que también ofrece la posibilidad de resetear el tablero si se desea. Al lado del menú, se encuentra bloqueado con un candado el botón para pasar al siguiente nivel, que se desbloqueará una vez introducido el código correcto.



Figura 33: Imagen de la página game.html final



Figura 34: Imagen de la página game.html final para pantallas anchas



Figura 35: Imagen de la página game.html final para pantallas anchas

Durante la implementación se decidió que el tamaño del tablero se generara dinámicamente según el ancho de la pantalla en los dispositivos más pequeños, dado que fijar el ancho del puzle a un ancho fijo por CSS de manera *responsive* no parecía óptimo debido a la gran variedad de anchuras en móviles. Por lo que se optó por calcular el tamaño del puzle acorde al ancho de la ventana mediante JavaScript para aprovechar al máximo la pantalla en cada caso. El cálculo se realiza en base al mínimo común múltiplo del número de fichas en juego (4, 5 o 6), que es 60. Así, los cálculos del puzle son exactos y las fichas encajan sin fisuras.

El diseño de las piezas del puzle se ha realizado tomando la imagen con el código oculto con marca de agua en ella y utilizándola como *sprite*:

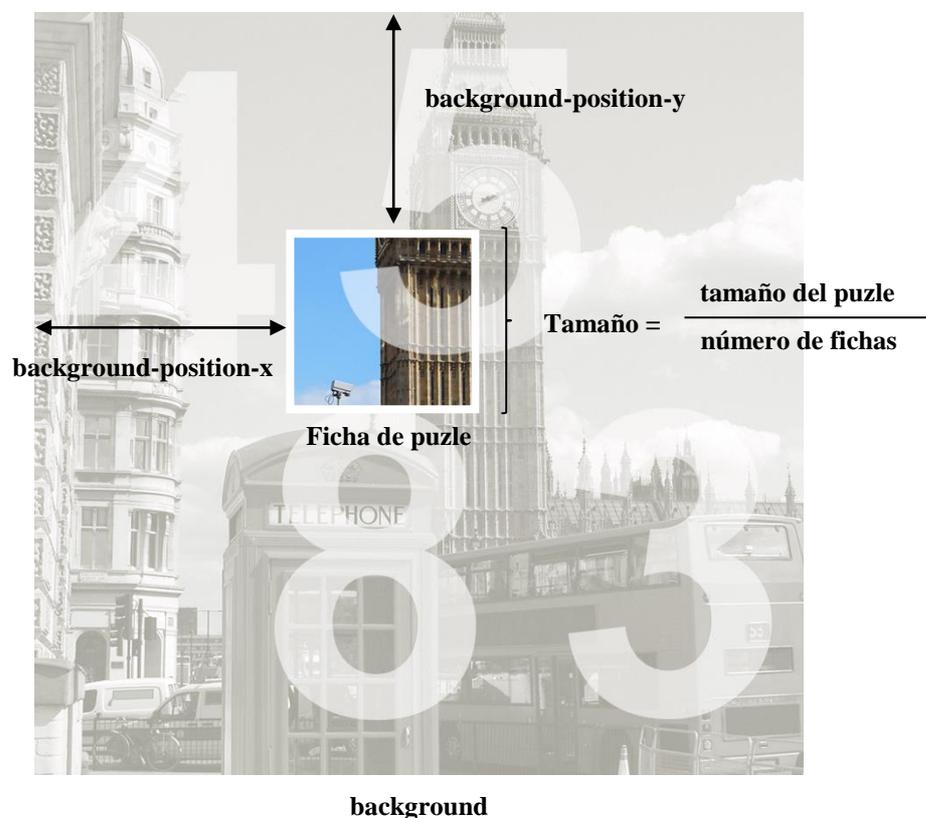


Figura 36: Ejemplo de ficha de puzle.

Las piezas se generan dinámicamente según el tamaño del puzle, se rellenan con la porción de imagen correspondiente y se colocan dentro del *div* asignado al puzle. Después, se aleatoriza su posición y rotación, y se recolocan para comenzar el juego.

Mediante una matriz de posiciones y un *array* de rotaciones como variables globales se controla el movimiento de las piezas y se calcula si es posible moverlas y cómo.

La implementación de la mecánica de movimiento ha sido:

- Una pulsación para mover una ficha con un hueco a su alrededor.
- Dos pulsaciones para rotar una ficha.

Al pasar de un nivel a otro debe actualizarse la imagen del puzle por lo que era necesario almacenar un *array* que contenga las rutas y las respuestas de cada una. Hacer que este *array* fuese interno a la programación parecía engorroso a la hora de añadir nuevas imágenes al juego, por lo que se decidió utilizar un archivo JSON adjunto en la carpeta */images/themes* con los datos. El programa lee el JSON de manera síncrona y recoge los datos necesarios (la lectura asíncrona daba lugar a errores al procesar los datos en paralelo al resto del código).

De esta manera, si se quieren añadir nuevas imágenes solo es necesario abrir el JSON y complementarlo con los nuevos datos. Este procedimiento arroja un *warning* debido a que los navegadores entienden la llamada al JSON como una petición síncrona a un servidor, algo desaprobado en el cuerpo del código. Dado que ese no es el caso y el *warning* no impide la ejecución correcta del juego se decidió continuar por esta vía.

Así, el juego utiliza el archivo *themes.json* como base de datos para el *array* de imágenes, como ejemplo:

```
{
  "lugares": [
    {
      "url": "places/londres.jpg",
      "answer": "4583"
    },
    {
      "url": "places/paris.jpg",
      "answer": "5917"
    }
  ],
  ...
}
```

A la hora de crear el tablero se accede al JSON y se recuperan la *url* de la imagen y la respuesta del puzle. Al finalizar el puzle, si se ha tenido éxito, se almacena en *localStorage* un *array* (*theme_data*) que contiene los índices de progresión de cada temática:

[índice de lugares, índice de animales, índice de arte]

El juego comprueba si existen datos de progresión al cargar el puzle para acceder a los datos de la imagen correcta.

4. Implementación de la página de tutorial

Para facilitar el aprendizaje se ha incluido un sencillo tutorial basado en unas instrucciones secuenciales sobre el tablero de juego que resumen brevemente su mecánica. La página tutorial.html lleva asociado el archivo tutorial.js que comparte la mayor parte del contenido con la lógica de la página game.html y añade un cuadro de texto con los pasos a seguir y los bloqueos oportunos de los botones.

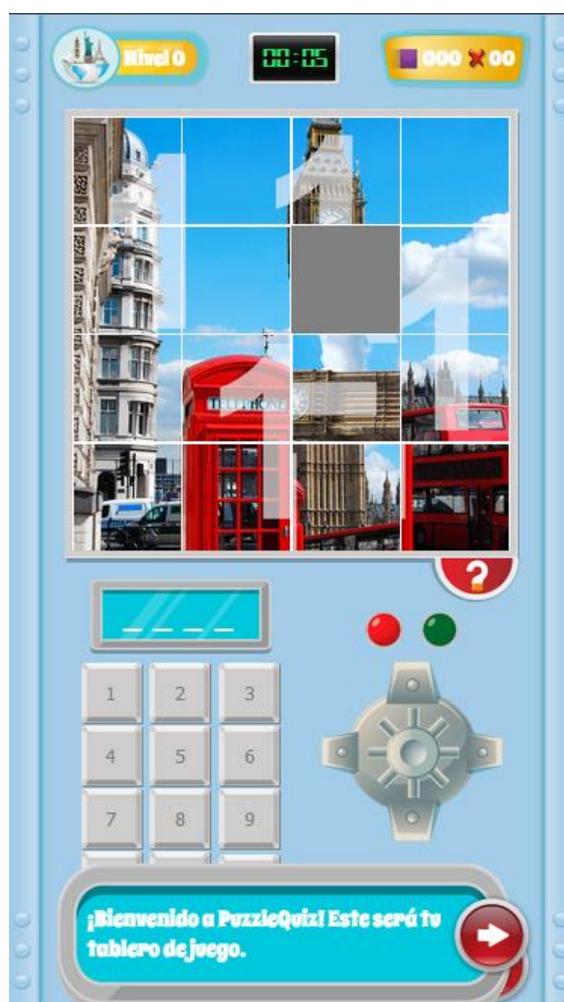


Figura 37: Imagen de la página tutorial.html final

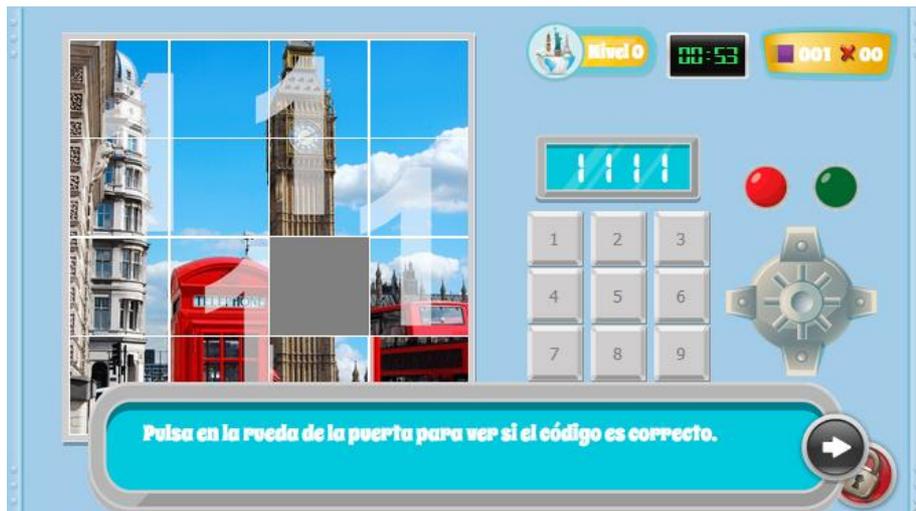


Figura 38: Imagen de la página tutorial.html final para pantallas anchas

5. Instrucciones de uso

Puede accederse al juego desde los archivos adjuntos en la entrega mediante cualquier servidor web como *XAMPP*^[32] o *Web Server for Chrome*^[31]. El proyecto también está accesible en <https://jktest000.000webhostapp.com/>, aunque la publicidad del servicio puede impedir el correcto desarrollo del juego en dispositivos con pantallas pequeñas.

Para acceder al juego como aplicación independiente desde dispositivos móviles y tablets una vez está abierto en el navegador, basta con:

- Android: ir al menú del navegador y seleccionar la opción “Añadir a página de inicio”, de manera que se añadirá el icono del juego y podrá accederse a él en pantalla completa sin barra de navegador.
- iOS: pulsar en el menú “Añadir” del navegador y seleccionar “Añadir a pantalla de inicio”, de manera que se añadirá el icono del juego y podrá accederse a él en pantalla completa sin barra de navegador.

6. Tests

Los test se realizaron mediante el envío del enlace de la aplicación y se comprobó su funcionamiento en diferentes dispositivos y navegadores.

Se comprobaron los siguientes casos de uso:

Caso de uso
Comprobar visualización del icono de la aplicación en el escritorio del dispositivo en casos móvil/tablet
Comprobar ejecución en pantalla completa en dispositivos móvil/tablet
Comprobar diseño <i>responsive</i>
Comprobar visualización y ejecución del tutorial del juego
Comprobar visualización y ejecución del menú de configuración del juego
Comprobar carga del juego según la configuración elegida
Comprobar movimiento y rotación de fichas
Comprobar introducción de código oculto
Comprobar funcionamiento del menú del juego
Comprobar desbloqueo de nivel al introducir el código correcto
Comprobar almacenaje de datos de juego al superar pantalla
Comprobar funcionamiento del modo cronómetro

Tabla 4: Casos de uso

Tester 1	
Dispositivo: Samsung A3	
Versión Android: 6.0.1	
Caso de uso	Resultado
Comprobar visualización del icono de la aplicación en el escritorio del dispositivo en casos móvil/tablet	Correcto
Comprobar ejecución en pantalla completa en dispositivos móvil/tablet	Correcto
Comprobar diseño <i>responsive</i>	Correcto
Comprobar visualización y ejecución del tutorial del juego	Correcto
Comprobar visualización y ejecución del menú de configuración del juego	Correcto
Comprobar carga del juego según la configuración elegida	Correcto
Comprobar movimiento y rotación de fichas	Correcto
Comprobar introducción de código oculto	Correcto
Comprobar funcionamiento del menú del juego	Correcto
Comprobar desbloqueo de nivel al introducir el código correcto	Correcto
Comprobar almacenaje de datos de juego al superar pantalla	Correcto
Comprobar funcionamiento del modo cronómetro	Correcto

Tabla 5: Pruebas tester 1

Tester 1	
Dispositivo: Samsung A3	
Versión Android: 6.0.1	
Caso de uso	Resultado
Comprobar visualización del icono de la aplicación en el escritorio del dispositivo en casos móvil/tablet	Correcto
Comprobar ejecución en pantalla completa en dispositivos móvil/tablet	Correcto
Comprobar diseño <i>responsive</i>	Correcto
Comprobar visualización y ejecución del tutorial del juego	Correcto
Comprobar visualización y ejecución del menú de configuración del juego	Correcto
Comprobar carga del juego según la configuración elegida	Correcto
Comprobar movimiento y rotación de fichas	Correcto
Comprobar introducción de código oculto	Correcto
Comprobar funcionamiento del menú del juego	Correcto
Comprobar desbloqueo de nivel al introducir el código correcto	Correcto
Comprobar almacenaje de datos de juego al superar pantalla	Correcto
Comprobar funcionamiento del modo cronómetro	Correcto

Tabla 5: Pruebas *tester 1*

Tester 1	
Dispositivo: Nexus 10	
Versión Android: 5.1.1	
Caso de uso	Resultado
Comprobar visualización del icono de la aplicación en el escritorio del dispositivo en casos móvil/tablet	Correcto
Comprobar ejecución en pantalla completa en dispositivos móvil/tablet	Correcto
Comprobar diseño <i>responsive</i>	Correcto
Comprobar visualización y ejecución del tutorial del juego	Correcto
Comprobar visualización y ejecución del menú de configuración del juego	Correcto
Comprobar carga del juego según la configuración elegida	Correcto
Comprobar movimiento y rotación de fichas	Correcto
Comprobar introducción de código oculto	Correcto
Comprobar funcionamiento del menú del juego	Correcto
Comprobar desbloqueo de nivel al introducir el código correcto	Correcto
Comprobar almacenaje de datos de juego al superar pantalla	Correcto
Comprobar funcionamiento del modo cronómetro	Correcto

Tabla 6: Pruebas *tester 2*

Tester 3	
Dispositivo: PC	
Navegadores: Firefox/Chrome/Opera	
Caso de uso	Resultado
Comprobar visualización del icono de la aplicación en el escritorio del dispositivo en casos móvil/tablet	Correcto
Comprobar ejecución en pantalla completa en dispositivos móvil/tablet	Correcto
Comprobar diseño <i>responsive</i>	Correcto
Comprobar visualización y ejecución del tutorial del juego	Correcto
Comprobar visualización y ejecución del menú de configuración del juego	Correcto
Comprobar carga del juego según la configuración elegida	Correcto
Comprobar movimiento y rotación de fichas	Correcto
Comprobar introducción de código oculto	Correcto
Comprobar funcionamiento del menú del juego	Correcto
Comprobar desbloqueo de nivel al introducir el código correcto	Correcto
Comprobar almacenaje de datos de juego al superar pantalla	Correcto
Comprobar funcionamiento del modo cronómetro	Correcto

Tabla 7: Pruebas *tester* 3

Tester 3	
Dispositivo: iPhone 7	
Versión iOS: 12.1.2	
Caso de uso	Resultado
Comprobar visualización del icono de la aplicación en el escritorio del dispositivo en casos móvil/tablet	Correcto
Comprobar ejecución en pantalla completa en dispositivos móvil/tablet	Fallo
Comprobar diseño <i>responsive</i>	Correcto
Comprobar visualización y ejecución del tutorial del juego	Correcto
Comprobar visualización y ejecución del menú de configuración del juego	Correcto
Comprobar carga del juego según la configuración elegida	Correcto
Comprobar movimiento y rotación de fichas	Fallo
Comprobar introducción de código oculto	Correcto
Comprobar funcionamiento del menú del juego	Correcto
Comprobar desbloqueo de nivel al introducir el código correcto	Correcto
Comprobar almacenaje de datos de juego al superar pantalla	Correcto
Comprobar funcionamiento del modo cronómetro	Correcto

Tabla 8: Pruebas *tester 4*

7. Problemas encontrados

Tras la fase de testeo se corrigieron algunos problemas menores, pero aún quedan sin solucionar los siguientes:

- La doble pulsación no funciona en el navegador Safari de iOS y produce bugs en el movimiento de las fichas.
- La aplicación no se ejecuta al margen del navegador en dispositivos móviles basados en iOS, ignorando las especificaciones indicadas en el manifiesto de la aplicación.

Debido a estos problemas se centró la atención en que la aplicación funcionara en dispositivos Android y en los navegadores comunes para ordenador.

Capítulo 5: Conclusiones y líneas de futuro

1. Conclusiones

Tras el desarrollo de este proyecto se han perfeccionado las técnicas estudiadas durante el curso y se han experimentado las dificultades de crear un producto desde cero. Los conocimientos adquiridos se han consolidado y ampliado, dado que los retos del desarrollo han permitido ponerlos en práctica y han obligado a indagar más allá de lo aprendido previamente.

Haciendo una reflexión crítica sobre el logro de los objetivos iniciales, se puede afirmar que se han conseguido cumplir, ya que se buscaba principalmente realizar un proyecto sencillo para continuar y consolidar el aprendizaje. Aun así, el desarrollo ha dejado patente la enorme cantidad de posibilidades a la hora de confeccionar un juego, por sencillo que sea, y ha abierto la puerta a futuras mejoras y a profundizar en este campo.

La planificación se ha seguido sin grandes alteraciones, y los cambios han surgido de manera natural para optimizar el tiempo de desarrollo. La metodología ha resultado acertada, permitiendo tener lo antes posible un prototipo de operatividad limitada sobre el que ir trabajando.

2. Líneas de futuro

La aplicación puede mejorarse y ampliarse en diversos puntos con un mayor tiempo de desarrollo e inversión como:

- Adaptación para el sistema iOS, corrigiendo el error de la pulsación.
- Adición de más temáticas de imágenes y con códigos ocultos más trabajados.
- Adición de temáticas y modos de juego más orientados a niños para ampliar el público objetivo.
- Introducción de puntuaciones y rankings al solucionar cada puzle y un método de visualización de las mismas.
- Integración con redes sociales para mostrar las puntuaciones y competir con amigos, lo que puede generar viralidad.
- Traducción de la interfaz y el tutorial a más idiomas para expandir el producto a otros países.
- Renovación del apartado gráfico con imágenes originales y creadas específicamente para el juego.
- Renovación del tutorial de manera más visual y con menos texto.

Bibliografía

- [1, 3, 5]: Informe anual del Sector de los Contenidos Digitales en España 2017. España: ONTSI; 2017. Disponible en: <http://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/ontsi/files/Informe%20anual%20del%20sector%20de%20los%20Contenidos%20Digitales%20en%20Espa%C3%B1a%20%28Edici%C3%B3n%202017%29.pdf>
- [2, 6, 14]: Informe Mobile en España y en el Mundo 2017. España: Ditrendia; 2017. Disponible en: https://www.amic.media/media/files/file_352_1289.pdf
- [4, 16]: Guía a la galaxia de aplicaciones móviles. Alemania: Enough Software GmbH & Co. KG; 2016. Disponible en: https://www.open-xchange.com/fileadmin/user_upload/Resources_Pages/Mobile_Developers_Guide/Enough_Software_Guide_16thEdition_Web_spanish.pdf
- [5, 6]: Apuntes “Producción multimedia” impartido en el Máster de Aplicaciones Multimedia de la UOC.
- [7]: Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/270291/popular-categories-in-the-app-store/>
- [8]: Disponible en: <https://www.statista.com/statistics/279286/google-play-android-app-categories/>
- [9]: Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.king.candycrushsaga>
- [10]: Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bitmango.rolltheballunrollme>
- [11]: Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.brokenreality.planemerger.android>
- [12]: Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bandagames.mpuzzle.gp>
- [13]: Disponible en: <https://itunes.apple.com/es/app/tile-slider/id552709030?mt=8>
- [15]: Disponible en: <https://www.vertoanalytics.com/the-most-popular-mobile-game-genres-who-plays-what-when/>
- [17, 30]: Apuntes “Tecnologías y herramientas para el desarrollo web” impartido en el Máster de Aplicaciones Multimedia de la UOC.
- [18]: Disponible en: <https://fonts.google.com/specimen/Spicy+Rice>
- [19]: Disponible en: <https://www.freepik.es/>
- [20]: Disponible en: <https://www.axure.com/>

[21]: Apuntes “Diseño de interfaces interactivas” impartido en el Máster de Aplicaciones Multimedia de la UOC.

[22]: Disponible en: <https://atom.io/>

[23, 31]: Disponible en: <https://chrome.google.com/webstore/detail/web-server-for-chrome/>

[24]: Disponible en: <http://getbem.com/>

[25]: Disponible en: <https://sass-lang.com/>

[26]: Disponible en: <https://rubyinstaller.org/>

[27]: Disponible en: <https://jquery.com/>

[28]: Disponible en: <https://www.adobe.com/es/products/photoshop.html>

[29]: Disponible en: <https://www.adobe.com/es/products/illustrator.html>

[31]: Disponible en: <https://www.w3schools.com/>

[32]: Disponible en: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>

Anexos

Anexo A: Entregables del proyecto

Se adjunta a la memoria los siguientes elementos:

- Carpeta scss: Código SASS original del proyecto.
- Documento de texto con el enlace de descarga para la carpeta graphics: Archivos fuente de Photoshop e Illustrator de los elementos gráficos del proyecto.
- Prototipo Lo-Fi realizado con AxureRP.
- Presentación en Power Point del Trabajo Fin de Máster.
- Vídeo explicativo del Trabajo Fin de Máster.