



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

INGENIERÍA DEL SOFTWARE

Curso Académico 2022/2023

Trabajo de Fin de Grado

**Educación STEM mediante la APP:
En busca del tesoro**

Autor: Marcos Sánchez Hernández

Tutora: Liliana Patricia Santacruz Valencia

A mis compañeros de clase por ayudarme siempre que lo he necesitado y a mi familia que me ha apoyado desde el primer momento y en especial a mi madre que hizo que me gustara el mundo de la programación.

Contenido

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
RESUMEN	8
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Motivación	10
1.2 Objetivos	10
1.3 Estructura de la memoria	10
2. EDUCACION STEM Y RESOLUCIÓN DE PUZLES Y PROGRAMACIÓN	11
2.1 Educación STEM	11
2.2 Puzles y programación	11
3. HISTORIA DE LA REALIDAD AUMENTADA	13
3.1 Sectores que usan Realidad Aumentada	14
3.2 Herramientas para desarrollar realidad aumentada	23
4. DESARROLLO INFORMÁTICO	25
4.1 Herramientas de control de versiones	25
4.2 Metodología de desarrollo	26
5. Desarrollo del proyecto	31
5.1 Tecnologías utilizadas	31
5.2 Planteamiento inicial	34
5.2.1 Primera Fase	35
5.2.2 Segunda Fase	38
5.2.3 Tercera Fase	44
5.3 Arquitecturas y patrones del sistema	44
5.4 Mapa de navegación	47
5.5 Como se juega	47
6. USABILIDAD Y PROTOTIPADO	49
6.1 Diagramas HTA	49
6.2 Principios de Alan Dix	50
7. ALCANCE DEL PROYECTO	53
7.1 Aportes tecnológicos	53
7.2 Aportes pedagógicos	53
7.3 Mejoras futuras	54
7.4 Problemas encontrados	54
7.5 Estudio de caso	55
8. Trabajo futuro y conclusiones	56

8.1	Conclusiones	56
8.2	Trabajo futuro	56
BIBLIOGRAFÍA		57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Sensorama. Fuente: Sensorama,INC.....	13
Ilustración 2: RA Antena 3. Fuente: Antena 3.....	14
Ilustración 3:RA para arquitectura. Fuente: archdaily.....	15
Ilustración 4: SNAP. Fuente SNAP.....	16
Ilustración 5:The VR Museum of Fine Art / Fuente: Steam.....	16
Ilustración 6: Harry Potter Wizards Unite. Fuente:Xataka.....	17
Ilustración 7: Pokémon Go. Fuente: Xataka.....	18
Ilustración 8: La RA en la educación. Fuente: IAT.....	19
Ilustración 9: Aplicación Arloon sobre el cuerpo humano: Fuente: ValenciaPlaza.....	20
Ilustración 10: Aplicación Wanna Kicks. Fuente: ARDev.....	20
Ilustración 11:Aplicación Ikea Place. Fuente: VIAempresa.....	21
Ilustración 12:Tamaño del mercado de RA 2017-2025. Fuente: America Retail.....	22
Ilustración 13: Ingresos del mercado de HW y SF en el mundo de 2016 a 2021. Fuente: America Retail.....	22
Ilustración 14: Modelo de cascada. Fuente: crehana.....	26
Ilustración 15: Modelo iterativo/incremental. Fuente: Enciende la luz.....	27
Ilustración 16: Modelo en espiral. Fuente: Deloitte.....	28
Ilustración 17: Ciclo de vida ágil. Fuente: ProgressaLean.....	29
Ilustración 18: Ejemplo Tablero Scrumban. Fuente: Kanban Tool.....	30
Ilustración 19: Primera Versión Trello.....	35
Ilustración 20: Tablero división en fases.....	35
Ilustración 21: Asset Pingüino.....	36
Ilustración 22: Asset Pato.....	37
Ilustración 23: Asset Oveja.....	37
Ilustración 24: Level Manager, estados command and playing.....	39
Ilustración 25: Game Manager.....	40
Ilustración 26: AudioManager.....	41
Ilustración 27: IdiomaManger.....	42
Ilustración 28: Gestión de animación de movimiento.....	43
Ilustración 29: Código de la Corutina de movimiento.....	43
Ilustración 30: Diagrama Modelo-Vista-Controlador.....	45
Ilustración 31: Patrón Singleton.....	46
Ilustración 32: Patrón Observer.....	46
Ilustración 33: Diagrama de navegación.....	47
Ilustración 34: Ventana de como Jugar.....	48
Ilustración 35: Ventana de nivel.....	48
Ilustración 36: Notaciones gráficas HTA.....	49
Ilustración 37: Diagrama HTA.....	50
Ilustración 38:Comparativa Inicio del juego. Izquierda: Prototipo Derecha: Versión final.....	51
Ilustración 39:Comparativa menú de opciones. Izquierda: Prototipo Derecha: Versión final. ..	51
Ilustración 40: Comparativa Selección de personajes. Izquierda: Prototipo Derecha: Versión final.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativa de las herramientas	24
Tabla 2: Tabla comparativa de las herramientas utilizadas	33

RESUMEN

La educación STEM –acrónimo de las siglas en inglés de *Science, Technology, Engineering and Mathematics*– es un enfoque en la educación que se centra en estas áreas específicas y busca fomentar el interés y el conocimiento en ellas. La idea detrás de la educación STEM es que estas disciplinas son fundamentales para comprender y solucionar los problemas del mundo moderno, y también son importantes para desarrollar habilidades y conocimientos que son valiosos en una amplia gama de carreras profesionales.

La educación STEM se puede impartir a través de una variedad de programas y actividades, como clases en el aula, proyectos de investigación, talleres y programas extracurriculares. A menudo se promueve en conjunción con el aprendizaje práctico y la participación en actividades de resolución de problemas, ya que se cree que esto ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y creativo.

En esta línea, enseñar términos informáticos y programación a los niños puede llegar a ser un reto para los educadores, especialmente si ellos no tienen conocimientos sólidos en dicha área. Por ello, es importante la búsqueda de estrategias que lo faciliten como es el uso de imágenes, juegos y actividades donde los niños interactúen o como se propone en el presente trabajo, la utilización de una aplicación de realidad aumentada para trabajar los conceptos básicos de la programación.

Estas iniciativas están orientadas a fomentar la curiosidad por la educación STEM dado que les ayudará a mejorar sus habilidades en el ámbito del pensamiento lógico y analítico, mejorar la comprensión del funcionamiento de las cosas, mejorar la resolución de problemas, fomentar la comunicación y aumentar la confianza en sus capacidades.

En este documento se describe la experiencia realizada, su análisis y las conclusiones derivadas tras la realización.

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación, “En busca del tesoro”, trata de un videojuego en el cual se deben obtener todos los tesoros en el mismo número o menor de movimientos establecidos en cada nivel. La aplicación permite: seleccionar un personaje para jugar, cambiar de idioma, dado que se puede jugar con los textos en español y en inglés, y en el apartado multimedia permite quitar la música del juego.

El sector educativo ha pasado de las pizarras convencionales a las pizarras digitales con acceso a internet, las cuales permiten descubrir nuevas herramientas para facilitar el aprendizaje de los estudiantes en todos los niveles educativos. Actualmente muchos centros de Educación Infantil y Primaria han empezado a implantar las tablets y los ordenadores dentro de las aulas con resultados académicos geniales. Esto se debe a que los estudiantes se involucran más en las materias. Según diversos estudios, la aplicación de los medios tecnológicos en las aulas tiene muchas ventajas y desventajas, producidas por un uso inadecuado:

- **Distracciones:** Los estudiantes dejan de mostrar interés en la clase, aunque si bien las distracciones ocasionales son normales en niños, si solo se concentran en una pantalla pueden encontrar otro tipo de distracciones no relacionadas con el ámbito educativo, perdiendo de esta forma la concentración.
- **Pérdida de la capacidad de escribir a mano:** Según un estudio de la Universidad de Paris Est-Créteil y la Universidad de Sherbrooke en Québec (Alamargot y Morin, 2015) en el año 2015¹ concluyeron que la superficie de la Tablet, a la hora de escribir con un lápiz táctil, modificaba la ejecución grafomotora.
- **Uso sin control:** El uso sin control y sin supervisión de estas herramientas puede provocar problemas de salud como pueden ser el cansancio, problemas visuales o dolores de cabeza.

Actualmente, la tecnología más usada en este sector es la realidad aumentada (RA), porque permite visionar cualquier tipo de entorno a través de una lente o una cámara ayudando a comprender mejor a los estudiantes y permite al profesorado enseñar de una forma más didáctica y activa. Algunas de las ventajas de la RA dentro del sector educativo son las siguientes:

1. Facilita la ampliación de conocimientos.
2. Refuerza los contenidos de una forma lúdica para captar por completo la atención y concentración del alumnado provocando aprendizaje más rápido.
3. Favorece la inclusión de estudiantes con dificultades de aprendizaje.

¹ <https://www.droiders.com/tablet-en-educacion-primaria/>

1.1 Motivación

Aunque la RA va ganando terreno en el sector de la educación, lo cierto es que no consigue despegar del todo en la educación infantil y primaria². Esto es debido a la dificultad de acceso que tienen los centros a estas herramientas ya que muchas de ellas se encuentran en las tiendas digitales (Google Play Store y Apple App Store) y contienen anuncios, su contenido no se adapta a los planes de estudio o bien son aplicaciones de pago. A esto también se le debe sumar que es posible que una aplicación se encuentre disponible para dispositivos Apple y no para Android y viceversa, o incluso que el propio centro educativo utilice un sistema, pero luego los niños en sus hogares utilicen un sistema totalmente distinto, dificultando el acceso generalizado.

Es por ello por lo que, una de las principales motivaciones ha sido el desarrollo la aplicación en una plataforma apta para ambos sistemas operativos, los cuales son los predominantes actualmente, permitiendo que cualquier estudiante pueda acceder a ella.

En cuanto al aspecto pedagógico, otra de las motivaciones ha sido ayudar a los niños a aprender a contar y ubicarse en el espacio mediante movimientos sencillos que realizan durante su día a día.

1.2 Objetivos

Los objetivos que se persiguen con la realización de este trabajo son los siguientes:

- Conocer y explotar las ventajas que ofrece CoSpace³ para el desarrollo de una App basada en RA que ofrece diversas actividades para trabajar aspectos básicos de programación.
- Ofrecer una aplicación con el fin de mejorar la capacidad de resolución de problemas, la comunicación y aumentar la de los estudiantes al ir resolviendo los puzzles diseñados.
- Realizar casos de estudio con estudiantes.

1.3 Estructura de la memoria

La memoria se estructura de la siguiente forma:

- **Apartado 1 Introducción:** Se detalla la razón del desarrollo de este proyecto, los objetivos y la estructura de la memoria.
- **Apartado 2 Educación STEM y resolución de puzzles y programación:** Se profundiza sobre la educación STEM y la unión entre la resolución de puzzles y la programación.
- **Apartado 3 Historia de la realidad Aumentada:** Se cuenta la historia de la realidad aumentada con ejemplos en cada uno de sus ámbitos y sus posibles usos.
- **Apartado 4 Desarrollo informático:** Se centra en las metodologías y herramientas de control de versiones utilizadas.
- **Apartado 5 Desarrollo del proyecto:** Se explica el desarrollo del proyecto, tecnologías utilizadas y explicación de los patrones de diseño utilizados.
- **Apartado 6 Usabilidad y prototipado:** Diagramas HTA y principios de Alan Dix.
- **Apartado 7 Conclusiones:** Se comentan las conclusiones a las que se ha llegado en la realización del proyecto, así como futuras mejoras y problemas encontrados

² <https://www.euroinnova.edu.es/blog/realidad-aumentada-en-la-educacion>

³ <https://cospaces.io/edu/>

2. EDUCACION STEM Y RESOLUCIÓN DE PUZLES Y PROGRAMACIÓN

La educación STEM es un enfoque en la educación que se centra en disciplinas como la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y busca fomentar el interés y el conocimiento en ellas. Los puzles y la programación pueden ser herramientas valiosas para mejorar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades en los estudiantes, ya que requieren pensamiento lógico y analítico y pueden ser divertidos y atractivos⁴. Tanto la educación STEM como el uso de puzles y programación pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de resolución de problemas y comunicación y pueden ser excelentes formas de fomentar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades valiosas⁵.

2.1 Educación STEM

La educación STEM –acrónimo de las siglas en inglés de *Science, Technology, Engineering and Mathematics*– es un enfoque en la educación interdisciplinaria que combina el aprendizaje de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas para proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda y aplicada de cómo estas disciplinas se relacionan entre sí y cómo pueden utilizarse para resolver problemas en el mundo real.

También puede incluir el uso de tecnología y herramientas informáticas para llevar a cabo investigaciones y proyectos, así como la participación en actividades de resolución de problemas y aprendizaje práctico. Se cree que esto ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y creativo, así como a comprender cómo se aplican las disciplinas STEM a la vida cotidiana y a los problemas del mundo real (Yeping Li, 2014).

Se considera importante para preparar a los estudiantes para el mundo laboral del futuro y para asegurar que tengan las habilidades necesarias para abordar los desafíos del mundo moderno. Además, se espera que la demanda de trabajadores calificados en campos STEM continúe creciendo en el futuro, por lo que la educación STEM también puede ser una forma de preparar a los estudiantes para carreras con buenas perspectivas laborales (Paulette Delgado, 2015).

2.2 Puzles y programación

Los puzles y la programación tienen algunas similitudes y pueden utilizarse juntos de manera efectiva para mejorar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades en los estudiantes⁶. Algunas de las formas en que los puzles y la programación se pueden utilizar juntos incluyen:

- **Resolución de problemas:** Los puzles pueden ser una excelente forma de desarrollar habilidades de resolución de problemas en los estudiantes. Al trabajar en puzles, los estudiantes deben pensar lógicamente y analíticamente para encontrar soluciones. Esto es

⁴ <https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/beneficios-aprender-programacion-infancia/>

⁵ <https://www.vermislab.com/programacion-como-recurso-educativo-i-beneficios-para-el-alumnado/>

similar a la programación, donde los estudiantes deben resolver problemas y errores para hacer que un programa funcione correctamente.

- **Pensamiento lógico:** Los puzzles y la programación ambos requieren que los estudiantes piensen de manera lógica y analítica. Al trabajar en puzzles, los estudiantes deben seguir pistas y considerar diferentes opciones para encontrar soluciones. La programación también requiere que los estudiantes piensen de manera lógica y sigan un proceso para resolver problemas.
- **Aprendizaje a través del juego:** Los puzzles y la programación pueden ser una forma divertida y atractiva de aprender para los estudiantes. Al hacer puzzles o programar, los estudiantes pueden experimentar el aprendizaje a través del juego y el descubrimiento, lo que puede motivarles a seguir aprendiendo más.
- **Habilidades de comunicación:** Los puzzles y la programación pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de comunicación. Al trabajar en puzzles, los estudiantes pueden aprender a explicar sus pensamientos y razonamientos a otros. La programación también requiere que los estudiantes expresen claramente sus ideas y pensamientos para que otras personas puedan entender lo que están haciendo.

En general, los puzzles y la programación pueden ser una excelente forma de mejorar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades en los estudiantes.

3. HISTORIA DE LA REALIDAD AUMENTADA

Desde 1950, el cineasta Morton Leonard Heilig⁷ quería una herramienta que permitiera a los espectadores percibir de una forma más completa todo aquello que vieran en la pantalla por lo que en 1962 desarrollo un prototipo llamado *Sensorama*, como se puede ver en la Ilustración 1, que permite aumentar esta experiencia a los espectadores a través de sus sentidos.



Ilustración 1: [Sensorama](#). Fuente: Sensorama,INC

El siguiente paso en esta tecnología fue dado por el informático Ivan Sutherland, en el año 1968, creando un caso de realidad virtual pero no fue hasta el año 1975 cuando otro informático, Myron Krueger, desarrollo la primera interfaz de RA para interactuar con objetos virtuales.

No fue hasta los años 90 cuando Tom Caudell⁸ acuñó el término 'Realidad Aumentada' y se empezaron a desarrollar herramientas que empezaron a funcionar. Se dice que el primer sistema de RA que funcionó por el que desarrollo Louis Rosenberg para las fuerzas armadas norteamericanas el cual consistía en un sistema robótico que permitiría superponer información

⁷ <https://proyectoidis.org/sensorama/>

⁸ <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=4231>

sensorial en una determinada área de trabajo para incrementar la productividad del ser humano.

Avanzando en el tiempo, esta tecnología ha ido evolucionando de forma muy rápida en todos los sectores y se encuentra disponible para cualquier usuario que tenga un dispositivo compatible.

3.1 Sectores que usan Realidad Aumentada

Haciendo referencia a la introducción de esta memoria, la RA está presente en multitud de sectores los cuales serán detallados a continuación junto con sus usos y ejemplos de aplicaciones con las que se trabaja:

- **Sector Audiovisual:** La RA ha permitido dar un nuevo enfoque a este sector. Esto provoca un mayor interés en la audiencia porque les permite comprender mejor lo que están viendo por la pantalla⁹. Unos de los mayores ejemplos de la RA en este sector vienen dado por los telediarios los cuales hacen uso de esta tecnología y les permite, a nivel económico, ahorrar en costes que supondrían realizar de manera física aquellos escenarios, paisajes o herramientas que quieran mostrar al cambiarlas por entornos virtuales como se puede ver en la Ilustración 2.



Ilustración 2: [RA Antena 3](#). Fuente: Antena 3

⁹ https://www.antena3.com/noticias/tecnologia/vicente-valles-explica-como-se-hace-la-realidad-aumentada-en-el-plato-de-antena-3-noticias_202002075e3dde610cf262a999b59b07.html

- **Sector de la construcción:** En este sector la RA avanza a pasos agigantados debido a que permite ver detalles de una construcción que mediante planos o programas de renderizado por ordenador no nos permitirían, también permite a los arquitectos ver la forma de la obra arquitectónica y pueden modificarla para adecuarla a sus requisitos y expectativas. Las aplicaciones más destacadas dentro de este sector son *Arki*¹⁰, *Ar SketchWalk*¹¹ y *SmartReality*¹², cualquiera de estas tres aplicaciones está disponibles para los sistemas Android y iOS y permiten visualizar planos tanto en 2D y 3D e interactuar con los diseños. Ver en Ilustración 3¹³.



Ilustración 3: [RA para arquitectura](#). Fuente: archdaily

- **Sector sanitario:** Este es otro de los sectores donde más ha evolucionado la RA ya sea en el ámbito universitario para enseñar a los estudiantes como dentro de los propios hospitales para la planificación de operaciones. Una aplicación muy interesante en este sector es la denominada *plataforma de navegación quirúrgica avanzada o SNAP*¹⁴ creada por la empresa SNAP Virtual. Ver en la Ilustración 4. Esta aplicación permite a los cirujanos preparar cada paso de una operación de forma meticulosa lo que conlleva a una minimización de los riesgos durante el proceso quirúrgico.

¹⁰ <https://apps.apple.com/us/app/arki/id700695106>

¹¹ <https://www.morpholioapps.com/trace/es/>

¹² <https://jbknowledge.com/introducing-our-new-application-smartreality>

¹³ <https://iat.es/tecnologias/realidad-aumentada/arquitectura/>

¹⁴ <https://www.snapavr.com/sectors/health-and-medical/>

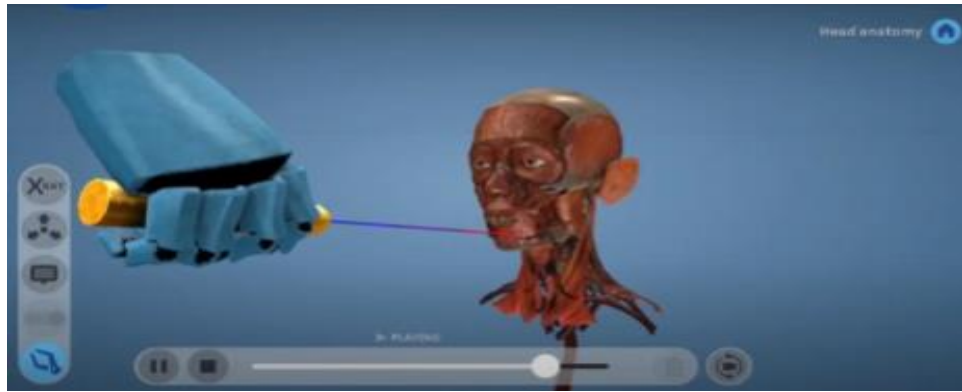


Ilustración 4: [SNAP](#). Fuente SNAP

- **Sector turístico:** En este caso, la RA permite conocer mejor como eran los lugares que se recorren en la antigüedad y combinando la RA con la geolocalización también permite descubrir determinados sitios de interés como pueden ser museos o restaurantes. Cabe destacar que muchos museos están incorporando a sus recorridos o para crear visitas virtuales a estos e incluso ya se han creado museos 100% virtuales que permiten al usuario visualizar las obras más famosas del mundo sin tener que salir de su casa. **The Virtual Reality Museum of Fine Art**¹⁵ es un museo virtual que permite recorrer estas obras como se muestra en la ilustración 5.

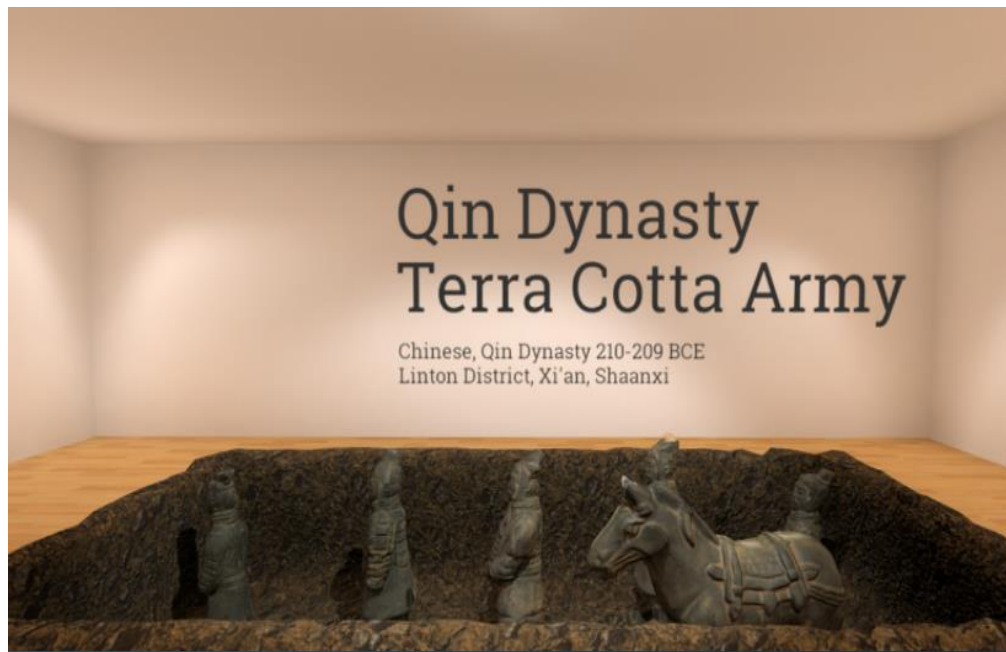


Ilustración 5: [The VR Museum of Fine Art](#) / Fuente: Steam

¹⁵ https://store.steampowered.com/app/515020/The_VR_Museum_of_Fine_Art/

- **Entretenimiento:** La RA ha abierto un nuevo abanico de videojuegos tanto en su disfrute como en su desarrollo. Actualmente hay números dispositivos que nos permiten disfrutar de este entretenimiento como puede ser desde un ordenador, unas gafas de realidad virtual o incluso desde nuestro propio smartphone. Al ser juegos en primera persona, permiten una inmersión más completa y con esta premisa se han lanzado al mercado diversos juegos entre de los que destacan *Pokémon Go*¹⁶ y *Harry Potter Wizards Unite*¹⁷, ambos disponibles para iOS y Android.

Harry Potter Wizards Unite, permite disfrutar de los mundos creados por J.K. Rowling en cualquier lugar del mundo y que permite lanzar hechizos en RA (Ilustración 6) como un mago.



Ilustración 6: [Harry Potter Wizards Unite](https://www.harrypotterwizardsunite.com/es/). Fuente:Xataka

El otro juego al que se hace referencia es *Pokémon Go*, se puede ver en la Ilustración 7, el cual ha sido un verdadero fenómeno de masas. La premisa del juego es similar a la de *Harry Potter Wizards Unite*, pero en este caso se captura unas criaturas llamadas Pokémon por todo el mundo, con las cuales se combate contra otros Pokémon por la toma de gimnasios, distribuidos en lugares importantes alrededor del mundo.

¹⁶ <http://www.pokemongo.com/es-es>

¹⁷ <https://www.harrypotterwizardsunite.com/es/>



Ilustración 7: [Pokémon Go](#). Fuente: Xataka

- **Sector educativo:** En este sector, la RA evoluciona de forma constante e innovadora para facilitar el aprendizaje de cualquier estudiante en cualquier momento de la educación como se puede ver en la Ilustración 8. Como se ha expuesto en el sector de la sanidad, la RA es muy útil en los estudios enfocados a la medicina porque permite ver con todo detalle cualquier tipo de patología y sus afecciones al ser humano, pero también es muy útil a edades tempranas dado que favorece el aprendizaje entre los niños.



Ilustración 8: [La RA en la educación](#). Fuente: IAT

Algunas de las aplicaciones usadas son *Merge Cube*¹⁸, en la cual únicamente será necesario de un cubo al cual se deberá enfocar para poder interactuar con los elementos que proporciona, y la aplicación *Arloon*¹⁹, que es una aplicación española que permite divisar un amplio abanico de conocimientos desde el cuerpo humano, como se puede ver en la Ilustración 9, hasta el sistema solar. Está disponible tanto para iOS como para Google Play y en palabras del Profesor de Ciencias del Colegio Julio Verne, Clive Bridges: “Básicamente, ofrece a la clase la oportunidad de aprender de forma innovadora, mucho más dinámica, mucho más interesante, proporcionando a los estudiantes la libertad de experimentar y crear un aprendizaje más significativo”.

¹⁸ <https://mergeedu.com/cube?cr=1710>

¹⁹ <http://www.arloon.com/>



Ilustración 9: [Aplicación Arloon sobre el cuerpo humano](#): Fuente: ValenciaPlaza

- **Marketing:** En los últimos años se ha podido apreciar como este sector ha evolucionado de forma rápida para proporcionar una experiencia de RA a los potenciales clientes a los que van dirigidos las campañas de publicidad o de venta de productos. El ejemplo más claro viene producido por las empresas textiles las cuales, a raíz de los tiempos de pandemia que se viven actualmente, han creado herramientas para que la gente pueda probarse la ropa de forma virtual sin tener que ir a la tienda. La aplicación *Wanna Kicks*²⁰, que se puede ver en la Ilustración 10, permite probarnos las zapatillas que se encuentran más de moda, aunque actualmente dicha aplicación se encuentra en fase de desarrollo, aunque puede ser descargarla gratuitamente.

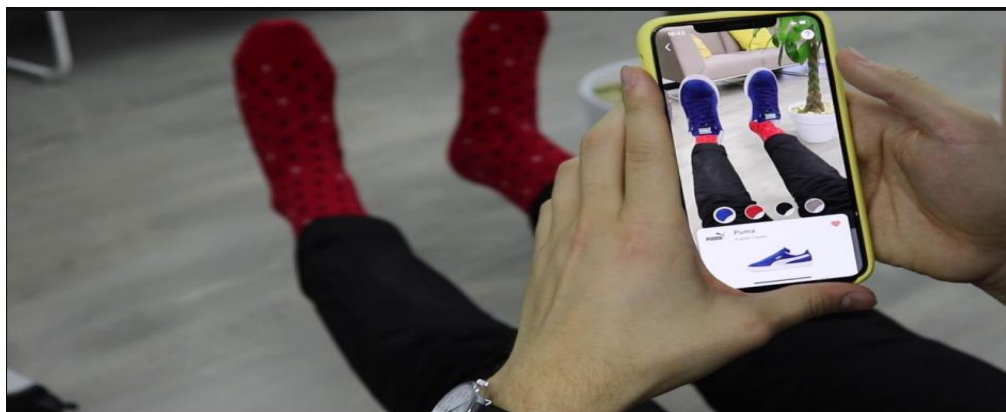


Ilustración 10: [Aplicación Wanna Kicks](#). Fuente: ARDev

²⁰ <https://play.google.com/store/apps/details?id=by.wanna.apps.wsneakers>

Tiendas como Amazon o Ikea²¹ también trabajan con este tipo de aplicaciones que permite ver como quedaría un mueble en el hogar antes de comprarlo, como se puede ver en la Ilustración 11.



Ilustración 11: [Aplicación Ikea Place](#). Fuente: VIAempresa

Como se ha expuesto a través de los distintos sectores, la RA va imponiéndose poco a poco en todos los aspectos cotidianos de la vida de las personas y a nivel empresarial permite a las empresas acercarse cada vez más a las necesidades de los clientes brindándoles la oportunidad de ver como quedarían los muebles dentro de los hogares o como quedaría una determinada prenda de ropa puesta.

En los tiempos actuales, debido a la llegada de la pandemia provocada por la COVID-19, este tipo de herramientas han ido evolucionando de forma rápida para poder llegar a la mayoría de las personas. Y bien es cierto que la RA ha llegado para quedarse debido a su multitud de usos, por lo que la inversión de las empresas en este apartado irá creciendo hasta dar una experiencia inmersiva completa en cualquier tipo de sector o ámbito para ayudar a las personas, aumentando también de este modo la cantidad de Hardware disponible para dichas herramientas (Guillermo Rodríguez, 2019). Ver Ilustración 12 e ilustración 13²².

²¹ <https://apps.apple.com/es/app/ikea-place/id1279244498>

²² <https://www.america-retail.com/omnicanalidad/omnicanalidad-la-realidad-aumentada-en-cinco-cifras/>

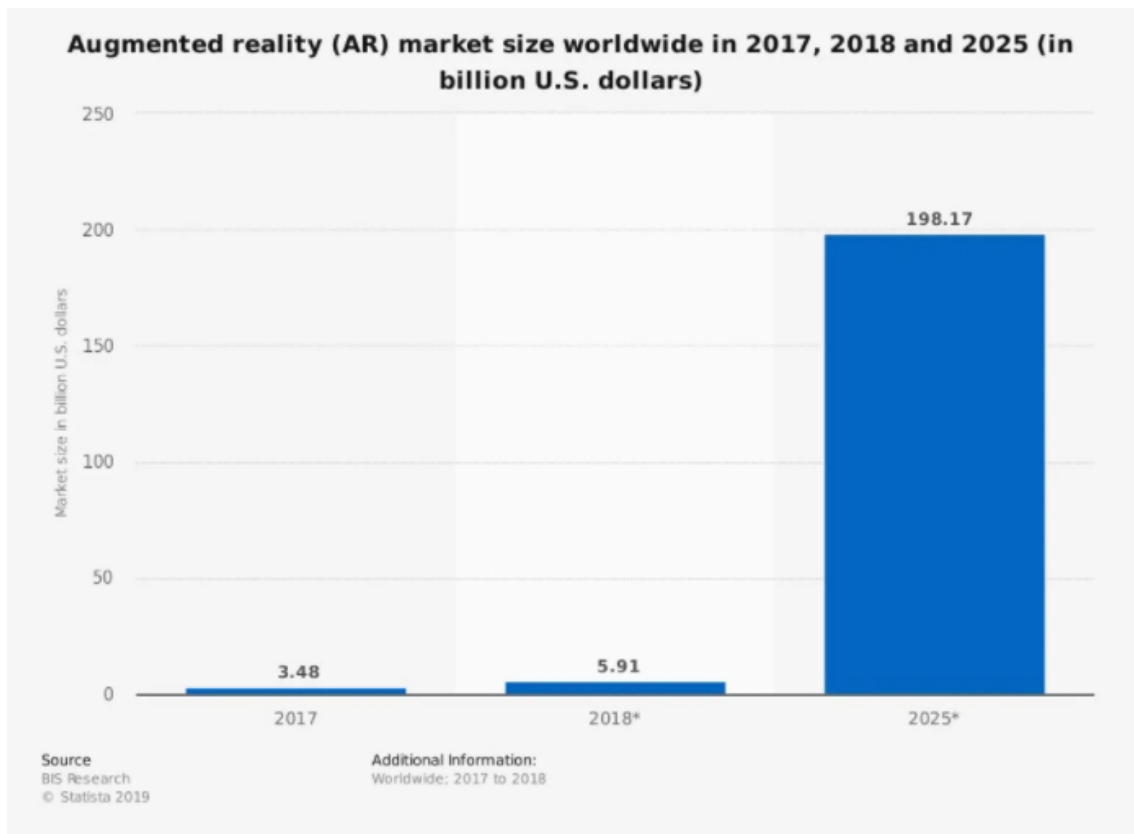


Ilustración 12: [Tamaño del mercado de RA 2017-2025](#). Fuente: America Retail

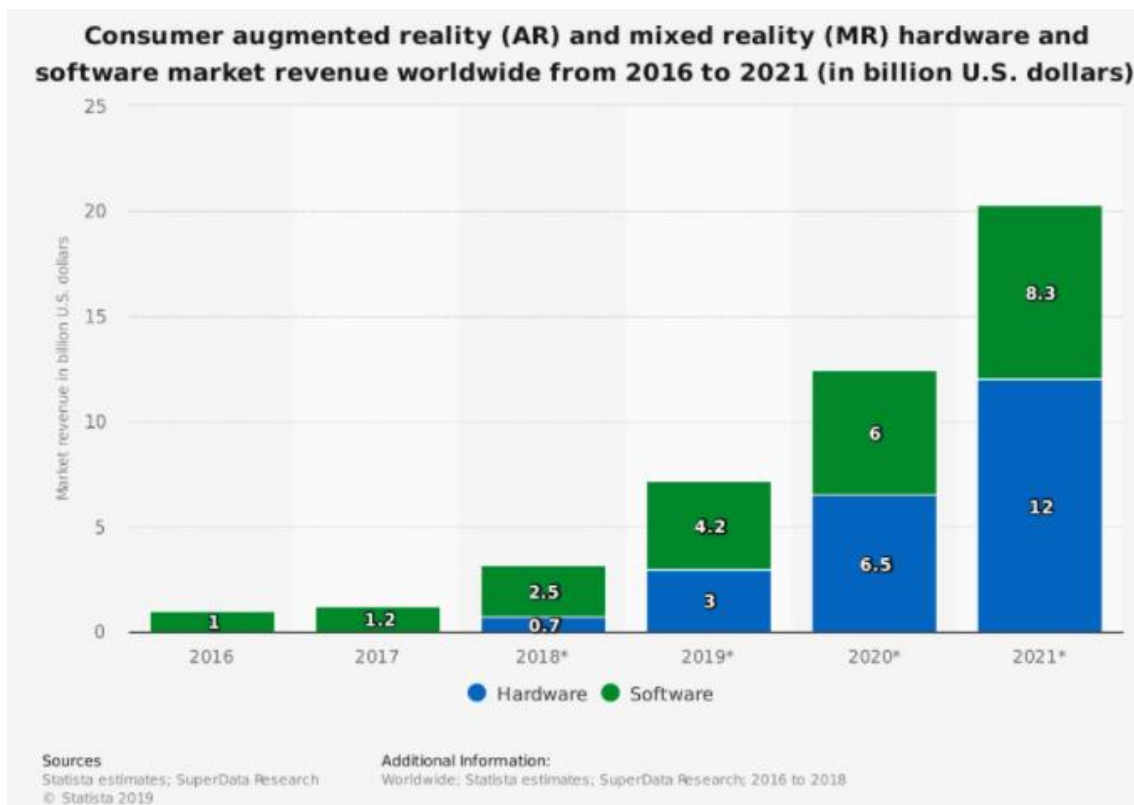


Ilustración 13: [Ingresos del mercado de HW y SF en el mundo de 2016 a 2021](#). Fuente: America Retail

3.2 Herramientas para desarrollar realidad aumentada

Conforme han ido evolucionando los sectores, las empresas de desarrollo han ido mejorando sus tecnologías de RA para dar cobertura a todas las necesidades de todos los sectores. Algunas de las tecnologías más destacadas serán descritas a continuación:

- **Layar**²³: Herramienta que permite desarrollar aplicaciones de RA de cualquier tipo de contenido. Esta herramienta la tenemos de dos formas: SDK y APP. El SDK nos permite un desarrollo rápido y fácil de RA y contiene herramientas de geolocalización. La APP, disponible en Android e iOS, nos permite acceder a todo el alrededor mediante esta tecnología proporcionando cualquier tipo de información únicamente con escanear nuestro alrededor.
- **Augment**²⁴: Herramienta de RA muy popular entre empresas como Ikea que les permite que visualizar sus productos sobre cualquier tipo de superficie y permite ver esos productos desde todos los ángulos.
- **Vuforia**²⁵: Es una de las herramientas más completas para desarrollar RA, reconoce cualquier tipo de objeto y permite interactuar con cualquiera de los objetos, permite que el usuario escanee sus propios objetos para interactuar con ellos. Puede ser usado desde cualquier dispositivo, desde una webcam hasta las cámaras de un smartphone. El entorno más conocido para desarrollar usando esta herramienta es Unity. Su forma de uso es simple, solo se debe integrar Vuforia en Unity mediante un plugin que da el propio entorno de desarrollo y luego en la página de Vuforia subir una foto o imagen con la mejor calidad posible, al subirla la imagen la propia aplicación indicará si es óptima y su tamaño, y luego desde Unity seleccionarla y colocar encima de ella los objetos que se quiera. Como herramienta disponible en Unity, permite ejecutarse en cualquier sistema deseado gracias a las características del propio entorno.
- **Roar**²⁶: Una herramienta completa para desarrollar RA sin necesidad de conocimientos previos. Incluye un periodo de prueba gratuito con recursos como videos, botones de acción, imágenes, textos y modelos 3D, así como la posibilidad de subir nuestros propios modelos propios. Simplemente se necesita escanear la imagen de visualización en la plataforma para ver el contenido creado, aunque esta herramienta es de pago.

Estas son solo algunas de las múltiples herramientas de RA que existen. Estas aplicaciones pueden ser desde plugins para entornos de programación como son los citados Layar, Vuforia o

²³ <https://www.layar.com/>

²⁴ <https://www.augment.com/es/>

²⁵ <https://developer.vuforia.com/>

²⁶ <https://theroar.io/>

Augment, como también se puede desarrollar con simples softwares como son *Roar*, *MetaVerse*²⁷, *ZapWorks*²⁸ o *Zappar*²⁹.

En la Tabla 1 se muestra una breve comparación sobre las herramientas expuestas anteriormente:

Tabla 1: Comparativa de las herramientas

Herramientas	Nombre	Layar	Augment	Vuforia	Roar	MetaVerse	Zappar	Metaio
IDE	Unity			✓			✓	✓
	Xamarin							
	Android Studio			✓				
	Visual Studio Code							
	Linux						✓	✓
	MacOs			✓			✓	✓
	Software		✓		✓		✓	
	WebPlaform	✓				✓	✓	
Sistemas Compatibles	Android	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	iOS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	PC			✓				✓
	Smart Lens				✓			
Nivel de Conocimiento	Alto			✓				
	Medio	✓					✓	
	Bajo							✓
	Ninguno		✓		✓	✓		
Objetos	Objetos 2D		✓	✓		✓	✓	
	Objetos 3D	✓	✓	✓	✓		✓	
	Textos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Imágenes	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Botones	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Funcionalidades	Escáner	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Geolocalización	✓						
	Videos	✓						
	Web	✓						
Suscripción	Pago	✓		✓				✓
	Gratuita	✓		✓		✓		✓
	Pago con demo		✓		✓		✓	

²⁷ <https://studio.gometa.io/landing>

²⁸ <https://zap.works/>

²⁹ <https://www.zappar.com/>

4. DESARROLLO INFORMÁTICO

A continuación, se describe todas las tecnologías de control de versiones y metodologías que han sido utilizadas en este proyecto, así como la herramienta y metodología empleada para su desarrollo.

4.1 Herramientas de control de versiones

En el desarrollo software se pueden encontrar diversas herramientas que permiten llevar un control sobre todas las actualizaciones que reciben el proyecto, evita pérdidas de código, facilitan el desarrollo mediante ramas y fusiones de estas al nivel principal de la herramienta, donde se encuentra todo el código principal y sus actualizaciones, y en caso de que el código sea heredado facilita su análisis y recopilación de información. Las herramientas más populares para el control de versiones son las siguientes:

- **Git**³⁰: Actualmente, Git, es una de las herramientas más populares y preferidas en el mundo del desarrollo software tanto a nivel personal como a nivel empresarial. Es un modelo de repositorio distribuido compatible con sistemas y protocolos existentes como HTTP, FTP, SSH. Dentro de Git se encuentra *GitHub*³¹ que es un entorno web basado en esta herramienta.
- **CVS**³²: Modelo de repositorio Cliente-Servidor donde varios desarrolladores pueden trabajar de forma simultánea en el desarrollo. El cliente CVS mantendrá actualizada la copia de trabajo del archivo y solo requerirá intervención por parte de los desarrolladores cuando ocurra un conflicto de edición.
- **Apache Subversion**³³: Mas comúnmente conocido como Subversion o SVN, es un modelo de repositorio Cliente-Servidor donde los directorios están versionados juntos con las distintas operaciones permitidas por el sistema.
- **Mercurial**³⁴: Herramienta distribuida de control de versiones programada en Python. Posee un gran rendimiento y escalabilidad y un desarrollo colaborativo totalmente distribuido.

Para desarrollar este proyecto se ha seleccionado la herramienta GIT en su versión web (GitHub) para almacenar el código y de esta forma llevar un control de todas las actualizaciones que se realicen en dicho proyecto y así evitar cualquier tipo de duplicidad en cualquier tipo de funcionalidad implementada, pérdidas de código o la pérdida total del proyecto en caso de fallo de cualquier equipo de desarrollo.

³⁰ <https://git-scm.com/>

³¹ <https://github.com/>

³² <http://www.nongnu.org/cvs/>

³³ <https://subversion.apache.org/>

³⁴ <https://www.mercurial-scm.org/>

De forma complementaria se han utilizado los siguientes servicios:

- **Git LFS³⁵**: Git LFS o Git Large File Storage, es una extensión de código abierto que permite la subida de archivos pesados al repositorio mediante línea de comandos gracias a que de forma gratuita nos da un ancho de banda mayor.
- **GitHub Desktop³⁶**: Herramienta de escritorio que conecta directamente con GitHub y que permite hacer actualizaciones de código en el repositorio. Su funcionamiento es bastante simple e intuitivo dado que nos permite acceder a cualquier repositorio al que tenga acceso el usuario y clonarlo en su equipo y una vez realizado esto puede realizar cualquier tipo de operación para actualizar el código o descargarse cambios anteriores. Esta herramienta también permite al usuario crear ramas en los repositorios o crear nuevos repositorios. El único requisito que pide la aplicación es tener una carpeta vacía en el sistema para clonar el repositorio.

4.2 Metodología de desarrollo

A lo largo de los años, el mundo del desarrollo de software ha conocido diferentes tipos de metodologías de trabajo que hoy en día siguen presentes. En los siguientes apartados se realiza una breve explicación de dichas metodologías, haciendo más hincapié en la utilizada para el desarrollo de este proyecto:

- **Modelo de cascada³⁷**: Consiste en ordenar todas las distintas etapas que se deben realizar a la hora de desarrollar un software. Cada una de estas etapas debes realizarlas una única vez y no puedes acceder a una nueva fase sin haber acabado previamente la anterior. Ver Ilustración 14.



Ilustración 14: [Modelo de cascada](#). Fuente: crehana

³⁵ <https://git-lfs.github.com/>

³⁶ <https://desktop.github.com/>

³⁷ <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/modelo-en-cascada/>

- **Modelo iterativo**³⁸: El desarrollo se planifica en varios apartados o bloques con una determinada duración a los cuales se les denomina iteraciones. Estas iteraciones se repiten a lo largo de todo el desarrollo, evolucionando el producto en cada iteración (entrega incremental), hasta que finaliza el desarrollo. Este modelo ayuda a gestionar las expectativas y requisitos del cliente lo que ayuda a adaptarlo a sus necesidades tras cada iteración. Ver Ilustración 15.

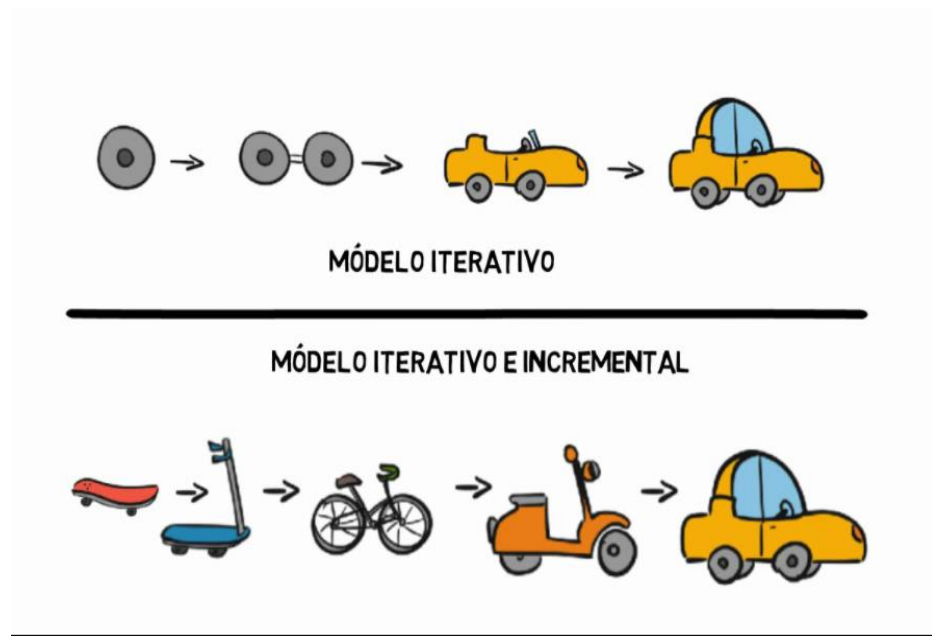


Ilustración 15: [Modelo iterativo/incremental](#). Fuente: Enciende la luz

- **Modelo en espiral**³⁹: Es un enfoque de desarrollo software que se considera una respuesta al desarrollo en cascada. Este modelo describe el ciclo de vida de un software por medio de una espiral que se repite durante todo el desarrollo hasta el producto final. Ver Ilustración 16.

³⁸ <https://gonzaloarenasf.medium.com/tengo-las-habilidades-para-integrarme-a-un-proyecto-%C3%A1gil-aec0c17d607f>

³⁹ <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/que-es-el-desarrollo-en-espiral.html>

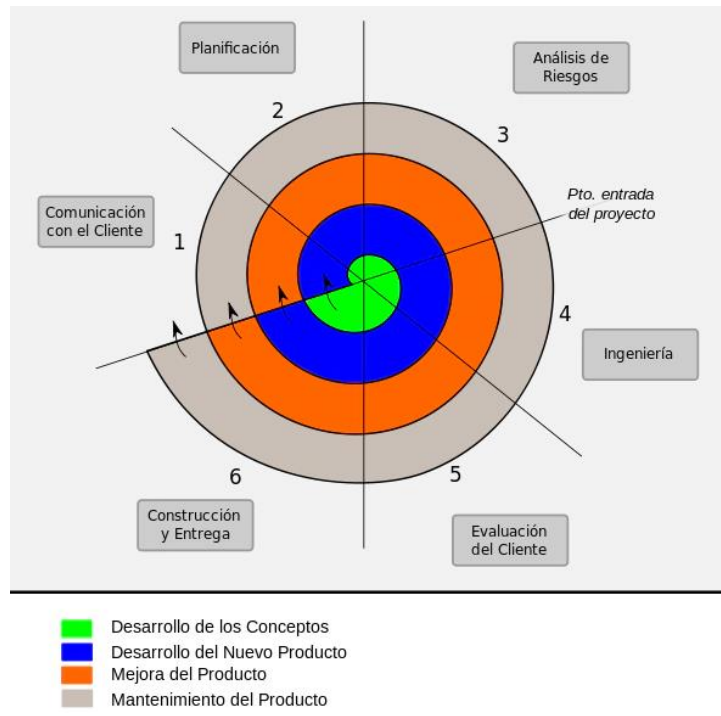


Ilustración 16: [Modelo en espiral](#). Fuente: Deloitte

- **Modelo ágil**⁴⁰: Es un ciclo iterativo extremo, en este ciclo las semanas se acortan lo máximo posible para aprender de los errores cometidos de la forma más rápida posible. Los requisitos, soluciones y necesidades del cliente evolucionan con el tiempo y la necesidad del producto. Ver Ilustración 17.

⁴⁰ <https://www.wearemarketing.com/es/blog/que-es-la-metodologia-agile-y-que-beneficios-tiene-para-tu-empresa.html>



Ilustración 17: Ciclo de vida ágil. Fuente: ProgressaLean

La metodología seleccionada para este desarrollo, de todas las que se han explicado en los puntos anteriores, ha sido el Modelo Ágil o Metodología Ágil. El motivo de esta decisión ha sido la consecución de unos objetivos claramente definidos que permitieran un desarrollo y evolución rápida de este proyecto.

Complementando con lo expuesto anteriormente sobre esta metodología, cada iteración o fase que se realiza contiene una serie de pasos que son: planificación, requisitos y su análisis, diseño, desarrollo, test y documentación. Por lo que cada tarea que sea completada adquiere una gran importancia para el desarrollo ya sea para el desarrollo de otras tareas, para evolución o para mantenimiento.

Dentro de los métodos ágiles existen varios tipos como pueden ser el *Extreme Programming XP*⁴¹, *Scrum*⁴², *Kanban*⁴³, *Agile Inception*⁴⁴ entre muchas más, por lo que más correcto para este desarrollo ha sido utilizar los métodos Scrum y Kanban. Dentro del desarrollo Ágil, la elección de estos dos métodos ágiles se denomina *Scrumban*⁴⁵ dado que coge las mejores prácticas de cada uno. Scrum permite, minimizando todo lo posible los fallos durante el desarrollo, seguir un enfoque más incremental del proyecto permitiendo realizar de forma incremental las tareas y Kanban permite controlar todas las tareas que quedan por realizar, las que están en proceso y las que están realizadas de cada una de las iteraciones permitiendo llevar un control preciso sobre el desarrollo (Ilustración 18)⁴⁶.

⁴¹ <https://openwebinars.net/blog/extreme-programming-que-es-y-como-aplicarlo/>

⁴² <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

⁴³ <https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-kanban>

⁴⁴ <https://openwebinars.net/blog/agile-inception-que-es-y-como-ejecutarlo/>

⁴⁵ <https://kanbantool.com/es/scrumban-scrum-y-kanban>

⁴⁶ <https://kanbantool.com/es/scrumban-scrum-y-kanban>

TO DO			NEXT	DOING 3 / 2	FOR APPROVAL	SPRINT DONE
STORIES	BACKLOG	THIS SPRINT				
+ add task	+ add task	+ add task	+ add task	+ add task	+ add task	+ add task
prepare the invoices	Rework the main page layout	[high]	prepare invoice 569	task 34 C	promo codes M Team	prepare the invoice 4758
prepare the invoice 45	prepare the invoices	high T15	prepare the invoice 4758	promo codes M Team	task 34 B	use case 862 re-do
prepare the presentation for WCY	prepare the invoice 569	give away the marketing infos to DC	prepare a speech for the presentation in DC on December 30 2015	use case 862 re-do	as a user I can edit all of my details	use case 56 - check for updates
get all archived documents for the tax office	prepare the invoices	prepare the invoice 687	promo codes MTeam		prepare the invoice 223	use case 56
prepare the invoices for ZOSBank	Task 1	redo the standign orders for 2016	prepare the invoice 223		Contact Marisha	it
use case 56	promo codes MTeam	hire an office assistant	34 scenario		as a user I can edit all of my details	@AS 861
german text bug fix	scan the server for malware		test the Cycle Time script		****	set the domain name to now
	use case 56		prepare the invoice 4758		go go go	get the documents for the tax office
	as a user I can edit all of my details		give away the marketing infos to DC		as a user I can edit all of my details in Prom View	check order 89
	give away the marketing infos to DC					give away the marketing infos to DC
	use case 56					use case 862 re-do
						set the subdomain name to sub_

Ilustración 18: [Ejemplo Tablero Scrumban](#). Fuente: Kanban Tool

5. Desarrollo del proyecto

A continuación, se describen todas las herramientas utilizadas para este proyecto, diagramas creados para su correcto desarrollo y un breve planteamiento inicial.

5.1 Tecnologías utilizadas

En este desarrollo se han utilizado diversas herramientas.

- **Diseño de modelados.**
 - **Gliffy:**⁴⁷ Aplicación de escritorio o web que permite realizar cualquier tipo de diagrama utilizado en el desarrollo de cualquier tipo de software. En su versión web cuenta con compatibilidad con cualquier navegador. Tiene tanto versión gratuita como versión de pago. Esta herramienta ha sido utilizada para modelar los diagramas de navegación y los diagramas de componentes.
 - **JustinMind:**⁴⁸ Programa de creación de prototipos para aplicaciones de cualquier tipo de forma realista e interactiva. Diseñada por la compañía JustinMind, al igual que la aplicación, tiene tanto versión gratuita como versiones de pago más profesionales. En este proyecto se ha utilizado para elaborar las escenas del juego.
- **Gestión del proyecto.**
 - **Trello:**⁴⁹ Aplicación de escritorio, web y móvil, que permite administrar los proyectos mediante pequeñas tareas diseñadas por el equipo de desarrollo. En este proyecto se ha utilizado para gestionar las tareas a realizar durante el proceso de desarrollo.
- **Control de versiones.**
 - **GitHub:**⁵⁰ Como se ha explicado en puntos anteriores, GitHub es una herramienta web donde que permite almacenar el código sin miedo a perderlo y permite llevar un control de versiones. En este desarrollo ha sido el repositorio seleccionado para almacenar e ir evolucionando el proyecto.
 - **Git Large File Storage:**⁵¹ Extensión de pago, con una pequeña prueba gratuita, que permite subir archivos pesados al repositorio de GitHub. Lo cual ha sido muy útil para poder subir distintas partes del proyecto.
 - **GitHub Desktop:**⁵² Herramienta de escritorio que permite realizar aportaciones al repositorio de forma muy sencilla, así como también poder crear ramas e ir moviéndose entre ellas y la rama principal del proyecto.

⁴⁷ <https://www.gliffy.com/>

⁴⁸ <https://www.justinmind.com/>

⁴⁹ <https://trello.com/es>

⁵⁰ <https://github.com/>

⁵¹ <https://git-lfs.com/>

⁵² <https://desktop.github.com/>

- **Entornos de desarrollo:**
 - **Unity:**⁵³ Motor de creación de videojuegos multiplataforma desarrollado por Unity Technologies. Está disponible para cualquier sistema operativo y tiene soporte de compilación para plataformas de PC, videoconsolas, dispositivos móviles, gafas de RA. La versión de Unity usada para este proyecto ha sido la 2020.2.2.f1. Su lenguaje de programación principal es C# como todo motor de videojuegos actual.
 - **Rider:**⁵⁴ Para el desarrollo de los scripts de Unity se ha hecho uso de la herramienta Rider de la compañía JetBrains. Esta herramienta está diseñada específicamente para programar en la plataforma .NET de Microsoft e incluye un Plugin para su compatibilidad con Unity. La versión usada ha sido 2022.1.2.
- **Librerías y plugins:**
 - **Vuforia:**⁵⁵ Como se ha explicado anteriormente en el apartado [3.2](#), es una de las plataformas más utilizadas para este tipo de desarrollos por la amplia gama de marcadores para generar RA que se pueden utilizar, desde escanear una imagen hasta dentro de cualquier tipo de entorno y superficie. En este proyecto se han utilizado el marcador de Image Target, el cual escanea la imagen proporcionada para dibujar encima el objeto que se desee. Es importante que esta imagen sea nítida, lo cual se puede comprobar al momento al subir la imagen a Vuforia, que no sea excesivamente grande y que siempre se encuentre debajo del objeto que se desee mostrar.

⁵³ <https://unity.com/es>

⁵⁴ <https://www.jetbrains.com/es-es/rider/>

⁵⁵ <https://developer.vuforia.com/>

Tabla 2: Tabla comparativa de las herramientas utilizadas

HERRAMIENTAS	TIPO	POTENCIAL	USO EN EL PROYECTO
		SOFTWARE	
Gliffy	Diseño de modelados	Herramienta que nos permite construir diagramas para facilitar la realización de arquitecturas de software y de base de datos.	Esta herramienta ha permitido realizar los diagramas que se exponen en este trabajo.
Just Mind	Diseño de modelados	Herramienta que permite crear interfaces funcionales del proyecto que se desea realizar de forma realista e interactiva.	Esta herramienta ha permitido realizar las interfaces antes de ser configuradas en la aplicación.
GitHub	Control de versiones	Herramienta web que permite almacenar nuestro código sin miedo a perderlo.	Esta herramienta ha permitido el almacenamiento de código y el control sobre las actualizaciones del código.
Git Large File Storage	Control de versiones	Herramienta que permite subir a Git archivos muy pesados dado que proporciona un amplio ancho de banda.	Esta herramienta ha permitido la subida del proyecto a GitHub debido al peso de algunas assets y a la cantidad de archivos generados.
Github Desktop	Control de versiones	Herramienta de escritorio que permite realizar todas las funciones de Git sin necesidad de tener acceso a la página o usar línea de comandos.	Esta herramienta se ha facilitado las subidas de código a GitHub así como el control de los cambios realizados.
Unity	Entorno de desarrollo	Herramienta que permite el desarrollo de videojuegos.	Esta herramienta se ha utilizado para programar y diseñar el juego a través de los elementos que proporciona.
Rider	Entorno de desarrollo	Herramienta que permite la codificación del código necesario que permite sincronizarse tanto con Git como con Unity.	Esta herramienta ha permitido el desarrollo de los scripts del juego.
Vuforia	Librerías y Plugins	Librería externa que permite el uso de RA en Unity.	Esta herramienta ha permitido el uso de la RA en la aplicación gracias a su extensión de objetos que soportan esta característica.

5.2 Planteamiento inicial

Los primeros pasos dados a la hora de empezar el desarrollo fue realizar una labor de investigación de diferentes juegos de temática similar al que se deseaba ser desarrollado para obtener una visión global sobre las características de dichos juegos como puede ser el diseño de sus niveles, diferentes mecánicas que implementaba cada uno y sobre todo al público al que iba dirigido. Algunos de estos juegos investigados han sido los siguientes:

- **Kula World⁵⁶**: Juego fue lanzado para PlayStation 1 desarrollado por Game Design Sweden AB en 1998. Su mecánica consistía en el en manejar una pelota por cualquier parte del escenario obteniendo todos los trozos de fruta y las llaves necesarias para pasar el nivel.
- **LightBot: Code Hour⁵⁷**: Juego fue lanzado para dispositivos móviles desarrollado por Danny Yaroslavski. Se trata de un juego educativo que pretende enseñar conceptos de programación en él se debe llegar del punto A al punto B a través de una serie de acciones.
- **Kodable⁵⁸**: Juego fue lanzado para IOS y desarrollado por SurfScore en cual se tiene que guiar al personaje por un camino para que recoja todas las monedas.

Los juegos descritos anteriormente son los que más relevancia han tenido en el momento del desarrollo del proyecto, debido a que de cada uno se han cogido ciertas mecánicas e ideas que se han implementado en la aplicación desarrollada y que han dado la oportunidad de crear un juego apto para todas las edades en cuanto a dificultad, así como en diversión.

Tras la labor de investigación de diversos juegos se procedió a elaborar en papel las pantallas del juego y mediante la aplicación Trello (Ilustración 19) crear una serie de tareas para iniciar el desarrollo.

⁵⁶ <https://www.ionlitio.com/kula-world/>

⁵⁷ <https://codigo21.educacion.navarra.es/2015/10/29/lightbot-app-para-introducir-la-programacion-con-los-mas-pequenos-de-forma-ludica/>

⁵⁸ <https://www.kodable.com/>

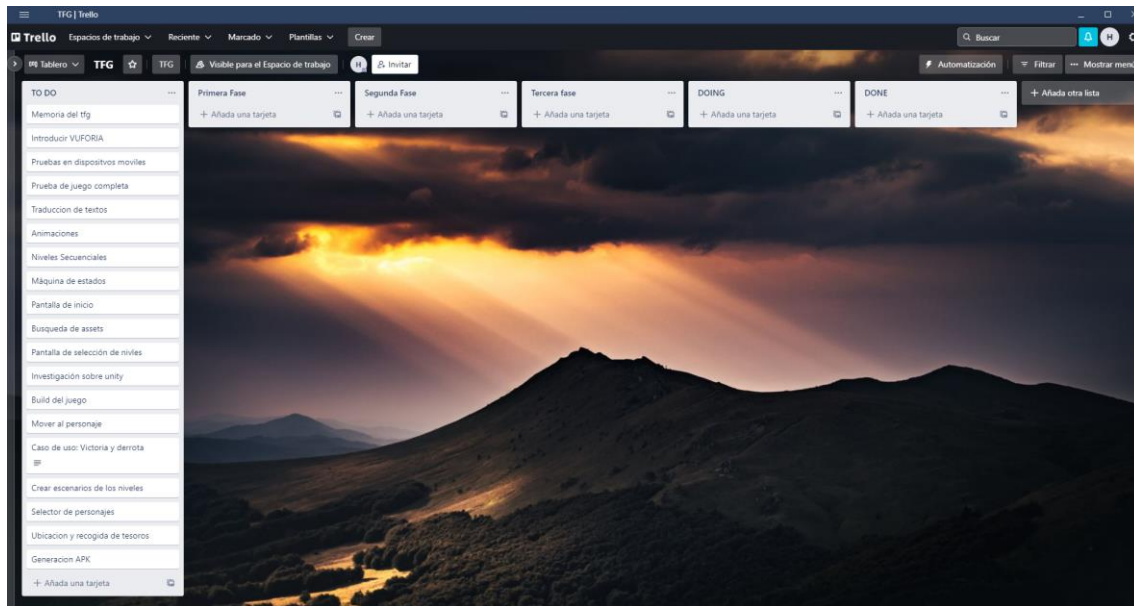


Ilustración 19: Primera Versión Trello

Una vez que ya estaban planificadas lo que serían las principales tareas, se decidió en fases del proyecto en las cuales se irían haciendo determinados aspectos del proyecto como se muestra en la Ilustración 20.

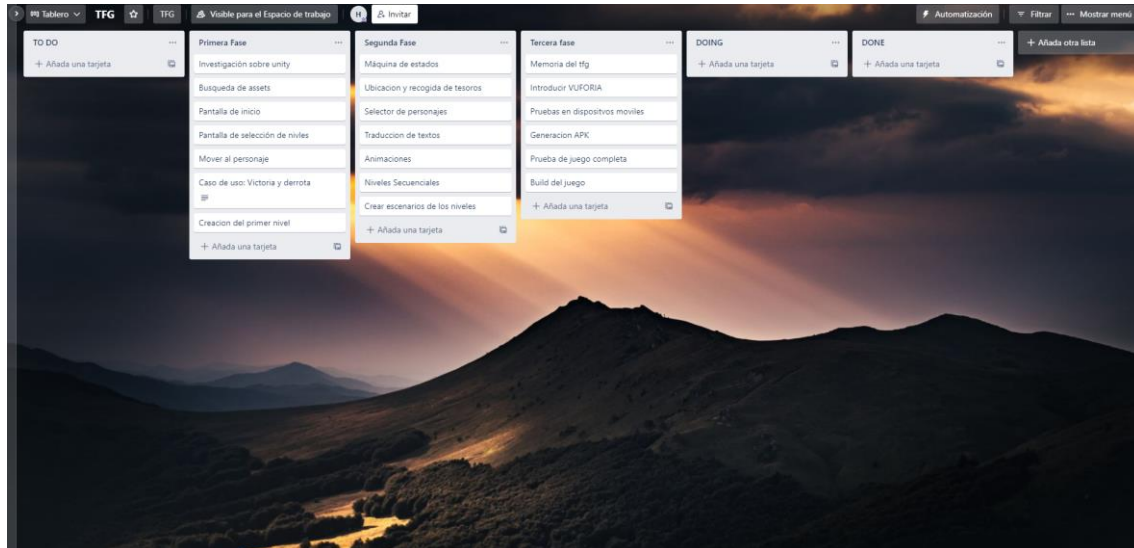


Ilustración 20: Tablero división en fases

5.2.1 Primera Fase

En esta primera fase del desarrollo, se decidió hacer una investigación sobre como trabajar con el entorno de programación Unity, lo que este puede ofrecer y como deben programarse los Scripts que dan vida al juego.

Una vez acabada esta primera tarea, la cual puede considerarse la base de todo el proyecto, se realizó el primer nivel del juego para poder probar el movimiento del GameObject generado por el escenario. Y una vez acabada esta parte, se procedió a la creación de la pantalla de inicio, la cual es vinculada a la pantalla de inicio para hacer las primeras pruebas de conexión entre escenas.

Otro de los pasos más relevantes de esta fase y que también es importante para el resto de las fases es la búsqueda de Assets para el juego. Esta búsqueda ha ido orientada hacia los tesoros que deben recoger los personajes, que en este caso son monedas, como los propios personajes e iconos para reflejar diferentes menús y botones.



Ilustración 21: Asset Pingüino



Ilustración 22: Asset Pato



Ilustración 23: Asset Oveja

Todos los assets de personajes que se muestran en la Ilustración 21, la Ilustración 22 y la Ilustración 23 se han obtenido desde la propia Asset Store de Unity.

5.2.2 Segunda Fase

La segunda fase del proyecto enfoco más hacía en la elaboración de las pantallas de selección de niveles, mejoras visuales de los niveles, pantalla de opciones, traducción de texto y música del proyecto. A nivel de codificación se realizaron varios GameManager para poder controlar los aspectos globales del juego. Estos GameManager fueron los siguientes:

- **Level Manager:** Controla todos los aspectos de los niveles del juego. En este mánager se controlan todas las acciones que pueden suceder en el nivel. Dentro de este Script se encuentra una máquina de estados del juego que controla el momento actual del mismo, desde el proceso de carga, hasta el fin del juego ya sea porque se sale del mismo, porque se ha ganado o perdido o porque se quiere pausarlo. En la Ilustración 24 solo se aprecia el estado Commands que controla los movimientos que introduce el usuario y el estado Playing que controla lo que se sucede mientras se mueve el personaje e indica si ha conseguido todos los tesoros o si por el contrario no ha sido así y por ende pierde una vida. Aparte de estos estados también están el estado Loading que se encarga de cargar el juego y contar el número de tesoros y es estado Quit que se produce cuando se consiguen todos los tesoros del escenario y permite saltar al siguiente nivel o volver al menú principal.

```

break;
case estados.commands:
{
    if (ejecutar)
    {
        size = 0;
        listMove = movement.Split( params.separator, ',');
        states = estados.playing;
    }
}

break;
case estados.playing:
{
    if (size < listMove.Length - 1)
    {
        if (flag)
        {
            StartCoroutine( routine: movimiento(listMove[size]));

            flag = false;
        }
    }
}

//Control del movimiento
if (numberTreasure == maxTreasure)
{
    int contador = 0;
    while (contador < 3)
    {
        jugador.GetComponent<Animator>().SetBool( name: "jumping", value: true);
        contador++;
        jugador.GetComponent<Animator>().SetBool( name: "jumping", value: false);
    }

    states = estados.finish;
}

if (lives >= 0)
{
    if (numberTreasure < maxTreasure && flag == false && size == listMove.Length-1)
    {
        lives--;
        states = estados.loading;
    }
}
else
{
    dead = true;
    states = estados.finish;
}

break;

```

Ilustración 24: Level Manager, estados command and playing

- **Game Manager:** Maneja las funciones de la selección de personaje. Dentro de este Script se almacenan los GameObjects de los personajes y almacena cuál de ellos ha sido escogido para enviarlo al Level Manager y que este se ocupe de incorporarlo en la posición correcta para que pueda incluir el juego. Ver Ilustración 25.

```

public static GameManager Instance;
public GameObject characters;  ⚙️ Unchanged
public List<GameObject> listCharacters = new List<GameObject>();  ⚙️ Serializable

⚙️ Event function  👤 zikram013
private void Awake()
{
    if (Instance == null)
    {
        Instance = this;
        DontDestroyOnLoad(base.gameObject);
    }
    else
    {
        if (Instance.characters != null)
        {
            Instance.characters = null;
        }

        Destroy(base.gameObject);
        //Instance = this;
    }
}

}

🔍 1 usage  👤 new *
public void LoadLevel(string name)
{
    SceneManager.LoadScene(name);
}

}

🔍 1 usage  👤 new *
public void selectCharacter(int character)
{
    Debug.Log(character);
    characters = listCharacters[character];
    Debug.Log(message: "character select is: " + characters.name);
}
}

```

Ilustración 25: Game Manager

- **Audio Manager:** Se encargar de la música dentro del juego siempre que en esa escena haya un Audio Listener que es el objeto que se encargar de reproducir o pausar la música en el momento deseado. Se carga desde el inicio del juego y es controlado desde el apartado opciones. Ver Ilustración 26.


```

private AudioSource sonidoEscenas;

public static ScriptAudio Instance { get; private set; }

// Start is called before the first frame update
Event function zikram013
void Start()
{
    sonidoEscenas = new AudioSource();
}

Event function zikram013
private void Awake()
{
    if (FindObjectsOfType(GetType()).Length > 1)
    {
        Destroy(gameObject);
    }

    if (sonidoEscenas != null && sonidoEscenas != this)
    {
        Destroy(gameObject);
        return;
    }

    DontDestroyOnLoad(gameObject);
}

zikram013
public void MusicController()
{
    if (sonidoEscenas.isPlaying)
    {
        sonidoEscenas.Stop();
    }

    if (!sonidoEscenas.isPlaying)
    {
        sonidoEscenas.Play();
    }
}

```

Ilustración 26: AudioManager

- **Idioma Manager:** Se encarga del cambio de idioma y de mantenerlo en todo el juego junto con el Script de Texto que almacena el valor del Idioma y provoca que según este valor cada texto muestre el texto en español y en inglés en cualquier parte del juego. Ver ilustración 27

```

public static event Action<ListaIdiomas> OnLanguageChange;
public static Idioma Instance;

public string idiomaActual = "Español"; // Unchanged

[4 usages] [new *]
public string RetornaIdioma()
{
    return (idiomaActual);
}

[2 usages] [new *]
public void CambiarIdioma(ListaIdiomas newIdioma)
{
    switch (newIdioma)
    {
        case ListaIdiomas.Espanol:
            idiomaActual = "Español";
            break;
        case ListaIdiomas.Ingles:
            idiomaActual = "Inglés";
            break;
        default:
            throw new ArgumentOutOfRangeException(nameof(newIdioma), newIdioma, "message: null");
    }

    OnLanguageChange?.Invoke(newIdioma);
}

Event function [zikram013]
private void Awake()
{
    if (Instance == null)
    {
        Instance = this;
        DontDestroyOnLoad(base.gameObject);
    }
    else
    {
        Destroy(base.gameObject);
        //Instance = this;
    }
}

```

Ilustración 27: IdiomaManger

En el código de la Ilustración 33, la Ilustración 34 y la Ilustración 35, uno de los patrones más utilizados es el patrón Singleton debido a que se debe de generar una única instancia de estos objetos durante la ejecución del juego para evitar problemas de rendimiento y permitiendo que sea accesible de forma global en el juego. En el caso del Level Manager, no hace falta que sea un Singleton dado que solo será ejecutado durante las escenas de nivel por lo que en el momento que cambie la escena este Script se volverá a cargar con los datos del siguiente nivel y porque tampoco se necesita acceder a él desde cualquier parte del código como puede pasar con el Script de Idioma Manager, por ejemplo.

La última parte de esta fase fue la configuración de las animaciones para los tres personajes. Para todos ellos se ha configurado una animación de reposo y otra de movimiento basados en los archivos incluidos en sus assets. Como se observa en la Ilustración 28, los personajes han sido configurados con este diagrama de animaciones proporcionado Unity. Todos tienen una animación de reposo (Idle), -que en el momento en que se empieza a ejecutar el movimiento, pasan al estado Walk hasta que finaliza los movimientos establecidos por el usuario.

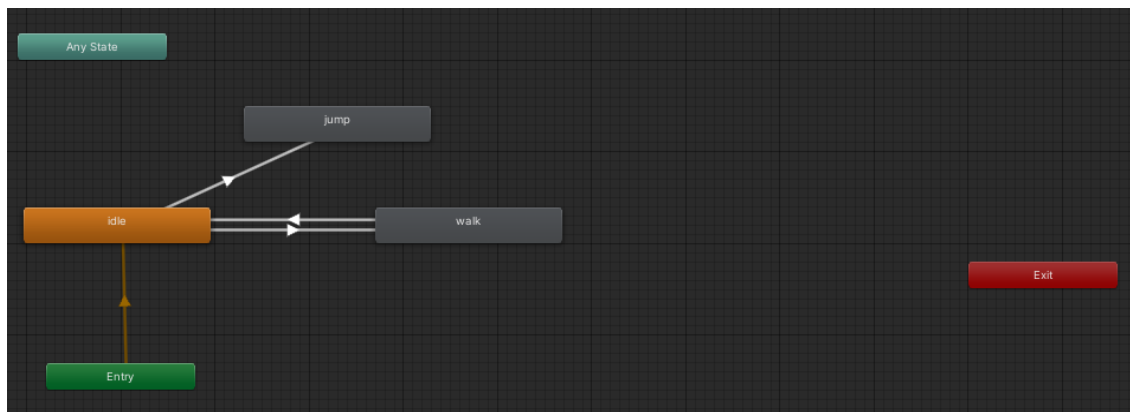


Ilustración 28: Gestión de animación de movimiento

Para estos movimientos, se ha implementado una Corutina (CoRoutine) que permite que el personaje vaya ejecutando de uno en uno todos los movimientos que ha introducido el usuario. El código de dicha Corutina se muestra en la Ilustración 29.

```

if (letra.Equals("+"))
{
    destino = new Vector3( jugador.transform.position.x + 1, jugador.transform.position.y, jugador.transform.position.z);
    if (jugador.transform.rotation.y != 360)
    {
        destinoRotacion = Quaternion.EulerAngles(= 0, ≠ 360, = 0);
    }
}
if (letra.Equals("l"))
{
    destino = new Vector3( jugador.transform.position.x - 1, jugador.transform.position.y, jugador.transform.position.z);
    if (jugador.transform.rotation.y != -360)
    {
        destinoRotacion = Quaternion.EulerAngles(= 0, ≠ -360, = 0);
    }
}
if (letra.Equals("-"))
{
    destino = new Vector3(jugador.transform.position.x, jugador.transform.position.y, ≠ jugador.transform.position.z - 1);
    if (size == 1)
    {
        destinoRotacion = Quaternion.EulerAngles(= 0, ≠ jugador.transform.rotation.y-45, = 0);
    }
    if (size > 1)
    {
        if (listMove[size - 2] != letra )
        {
            destinoRotacion = Quaternion.EulerAngles(= 0, ≠ jugador.transform.rotation.y-45, = 0);
        }
        else
        {
            destinoRotacion = jugador.transform.rotation;
        }
    }
}
if (letra.Equals("="))
{
    destino = new Vector3(jugador.transform.position.x, jugador.transform.position.y, ≠ jugador.transform.position.z + 1);
    if (size == 1)
    {
        destinoRotacion = Quaternion.EulerAngles(= 0, ≠ jugador.transform.rotation.y+45, = 0);
    }
    if (size > 1)
    {
        if (listMove[size - 2] != letra )
        {
            destinoRotacion = Quaternion.EulerAngles(= 0, ≠ jugador.transform.rotation.y+45, = 0);
        }
        else
        {
            destinoRotacion = jugador.transform.rotation;
        }
    }
}
jugador.GetComponent<Animator>().SetBool( name: "walking", value: true);
jugador.transform.position = destino;
jugador.transform.rotation = destinoRotacion;
  
```

Ilustración 29: Código de la Corutina de movimiento

5.2.3 Tercera Fase

En la tercera y última fase se ha optado por las labores finales de maquetación del elemento Canvas para dotar al juego de un estilo propio, creación de la Build del juego, introducción del Plugin Vuforia y la generación del APK con sus diferentes pruebas.

De todas estas labores, la más importante es la Build del juego, la cual se ha dividirá en dos fases:

- **Primera:** Realización de la Build general de todo el juego, incluyendo todas las escenas, para comprobar el montaje completo del juego, así como su funcionamiento.
- **Segunda:** Realización de la Build ya adaptada a dispositivos móviles para poder probar el juego tanto en dispositivos físicos como virtuales. Dentro de esta segunda fase se puede incluir la generación del APK debido a que en el momento que se genera dicha Build, Unity también genera el APK correspondiente para dispositivos Android.

5.3 Arquitecturas y patrones del sistema

La arquitectura más apropiada para el desarrollo de un videojuego es la arquitectura MVC o arquitectura Modelo-Vista-Controlador (Ilustración 30. Estos componentes son exclusivos para cada parte de un videojuego o para cualquier tipo de desarrollo.

- **Modelo:** Es la capa que contiene una representación de los datos del dominio o, dicho de otra forma, nos ayudara a almacenar la información del sistema que se está desarrollando. Además, se encuentra la lógica de negocio donde se implementan las reglas, acciones y restricciones para gestionar las entidades.
- **Vista:** Esta capa es responsable de generar la interfaz de usuario que representa el estado del modelo en cada momento del ciclo de uso de la aplicación.
- **Controlador:** Esta capa se encarga de capturar todas las acciones del usuario y comunicárselas a la capa del modelo para que haga las acciones pertinentes en el sistema.

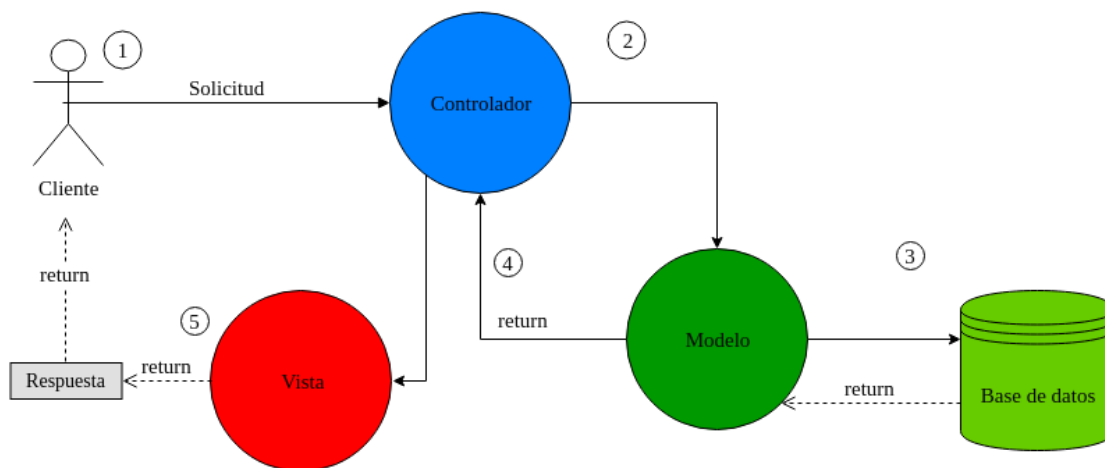


Ilustración 30: Diagrama Modelo-Vista-Controlador

En términos de patrones de diseño, como se ha explicado en el apartado [5.2.2](#) , el más utilizado ha sido el Patrón Singleton.

Este patrón pertenece al grupo de patrones de diseño creacional, los cuales proporcionan diversos mecanismos para la creación de objetos que incrementan la flexibilidad y la reutilización de código existente.

El propósito del patrón Singleton es asegurar que una clase solo tenga una única instancia proporcionando de esta forma un punto de acceso global desde cualquier parte del código. Esto en Unity se traduce a que determinados Scripts como son el IdiomaManager o el AudioManager solo se crean una única vez durante la ejecución y permite tener acceso a ellos desde cualquier otra parte del juego. Así, se asegura de que los Script Manager programados, a excepción del LevelManager que se crea y se destruye en la transición de niveles, solo son creados una única vez, evitando una mayor carga de código en la ejecución del juego. El diseño del patrón Singleton se muestra en la Ilustración 31.

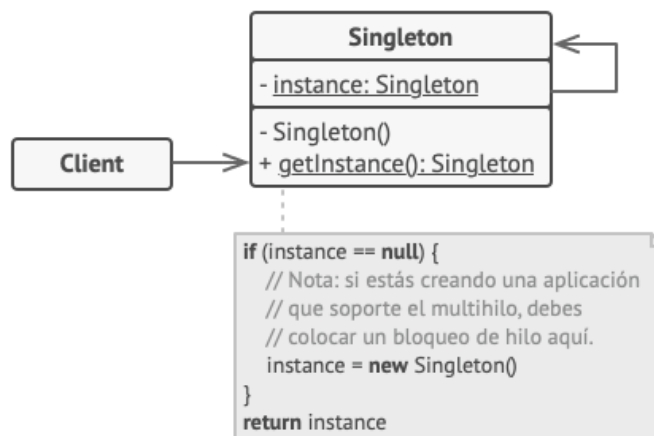


Ilustración 31: Patrón Singleton

El último patrón utilizado en este desarrollo es el patrón observer el cual es combinado junto con el IdiomaManager para realizar el cambio de idioma en todas las partes del juego. Estos patrones tratan la gestión de responsabilidades y avisan de cualquier tipo de cambio o situación durante la ejecución de la aplicación. Gracias a este patrón, se notifica a todos los textos que se ha producido un cambio de idioma provocando un cambio en todos ellos (Ilustración 32).

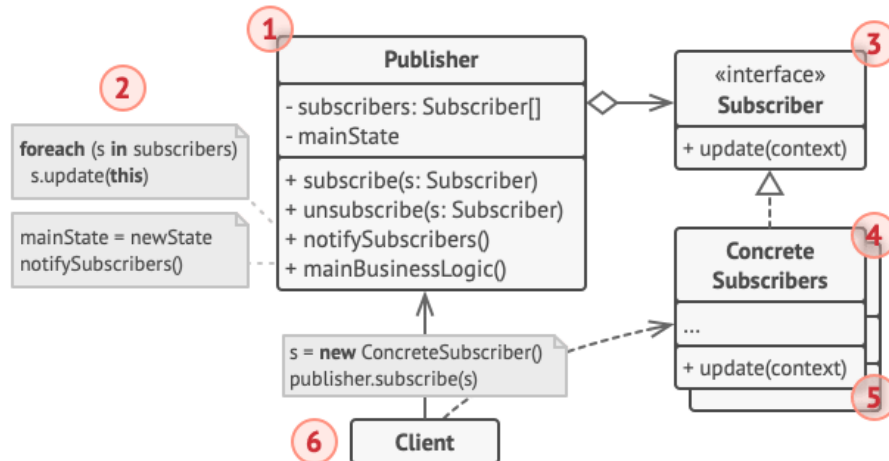


Ilustración 32: Patrón Observer

La estructura y funcionamiento de patrón es la siguiente:

1. El notificador envía el evento a los objetos correspondientes.
2. Una vez enviado ese notificador, actúa sobre aquellos objetos donde este suscrito el evento para que se produzca un cambio.
3. La interfaz suscriptor declara la interfaz de notificación, en este caso se actualizan los valores que producen el cambio de idioma.
4. Los suscriptores realizan las acciones notificadas por el evento.
5. Se produce la actualización de los valores.

6. El cliente crea los objetos de tipo notificador y suscriptor los cuales son registrados para las actualizaciones notificadas

5.4 Mapa de navegación

Se ha elaborado mapa de navegación para saber qué comunicación debería de existir entre las escenas del juego. Este mapa de navegación se muestra en la Ilustración 33. En el mapa de navegación se aprecian dos escenas las principales que son: Escena Menú Principal y Escena Nivel. Estas escenas concentran el mayor número de comunicaciones entre las distintas escenas de las que se compone la aplicación. Son utilizadas escenas de transición para dar lugar al inicio del juego (Escena Selección del personaje y Escena selección de nivel) o para cambiar parámetros de idioma o sonido de la aplicación (Escena Opciones) y la Escena Como Jugar que indica las instrucciones de juego. Por último, la escena Nivel se compone de dos escenas superpuestas que son: Escena Siguiete Nivel y Escena Pausa, las cuales son utilizadas para volver a la pantalla de inicio del juego, cargar el siguiente nivel o reiniciar el nivel actual.

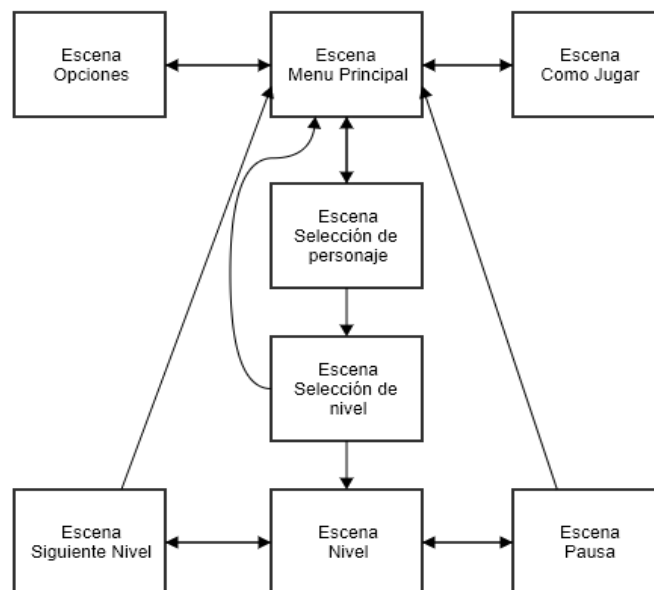


Ilustración 33: Diagrama de navegación

5.5 Como se juega

El juego es operado de la siguiente manera: una vez que el personaje ha sido escogido y el nivel seleccionado, una carta debe ser utilizada para visualizarlo. Una vez visualizado el campo de juego, el personaje seleccionado y las monedas a recoger pueden ser observadas. Cada nivel tiene un número específico de movimientos, pero no es necesario usarlos todos para recolectar

las monedas. Una vez establecida la secuencia, el botón de jugar debe ser presionado para que el personaje comience su recorrido. En caso de no obtener todos los tesoros, una vida será consumida, hasta un máximo de 3 intentos. Si no se supera el nivel, deberá ser repetido, pero si se logra superarlo, el jugador podrá avanzar al siguiente nivel.

En la Ilustración 34 se puede ver la ventana de cómo se juega y en la Ilustración 35 la ventana del nivel.



Ilustración 34: Ventana de como Jugar



Ilustración 35: Ventana de nivel

6. USABILIDAD Y PROTOTIPADO

6.1 Diagramas HTA

Estos diagramas permiten realizar un análisis jerárquico de las tareas que realizarán los usuarios hasta llegar a un cierto punto o hasta completar una determinada acción. En el ejemplo de la ilustración 34, se observa la estructura que presentan estos diagramas según la secuencia de tareas que se van a realizar (secuencia de tareas), según si el usuario tiene varias tareas a realizar (selección de tareas), según si el usuario tiene varias tareas a realizar (iteración de tareas) o por tareas unitarias, es decir, que el usuario solo puede realizar esta tarea (tarea unitaria).

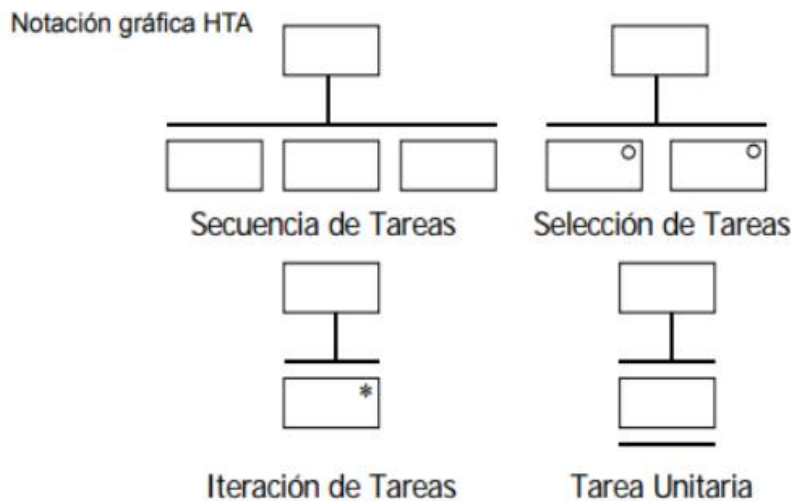


Ilustración 36: Notaciones gráficas HTA

En la Ilustración 35 se puede observar el diagrama HTA perteneciente a la aplicación desarrollada. De acuerdo con el diagrama HTA, una serie de secuencias deben ser seguidas para comenzar a jugar. Al momento en que la aplicación es abierta, cada una de las tres tareas o escenas pueden ser seleccionadas. Una vez seleccionado Opciones, se debe elegir si se quiere cambiar el idioma o habilitar el sonido, si se selecciona Selección de personaje se debe elegir el personaje y tras este el nivel. Dentro de cada nivel, la elección del control del personaje seleccionado previamente o cualquier otra opción establecida pueden ser elegidas.

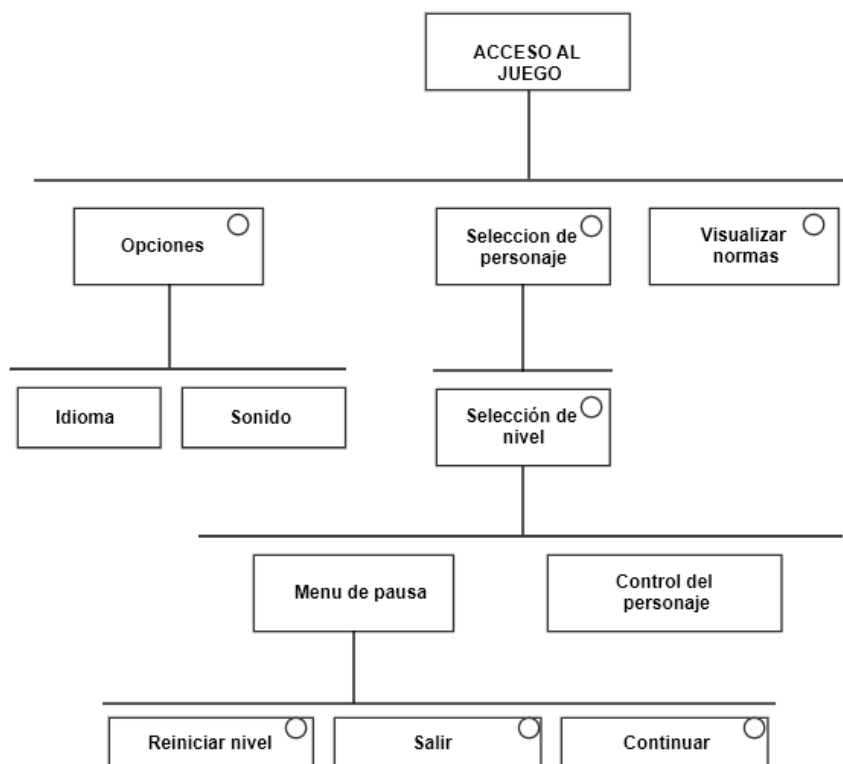


Ilustración 37: Diagrama HTA

6.2 Principios de Alan Dix

Los principios de Alan Dix son una serie de reglas referidas a la usabilidad de cualquier tipo de aplicación, ya sea desde una simple aplicación web hasta a sistemas más complejos como puede ser el desarrollo de cualquier tipo videojuego o portales de acceso a diferentes herramientas. Estos principios son los siguientes:

- **Learnability:** También denominado facilidad de aprendizaje. En este principio se estipula que la aplicación debe ser lo suficientemente intuitiva para que el usuario aprenda a usarla en el menor tiempo posible. Para conseguir esto se deben seguir las siguientes pautas:
 - Consistencia: Que toda la aplicación siga, en la medida de todo lo posible, el mismo estilo (iconos, colores, maquetación).
 - Familiaridad: Que la aplicación sea lo más intuitiva posible para cualquier tipo de usuario
 - Predicción: La navegación dentro de la aplicación debe ser consistente, intuitiva y repetitiva en el sentido de que se deben mantener lo expuesto en el primer punto.
- **Flexibilidad:** Los usuarios pueden elegir como desean jugar, es decir, pueden habilitar o deshabilitar la música, cambiar el idioma de español a inglés y viceversa y elegir el personaje con el que desean jugar el nivel. Todo de forma fácil y sencilla.

- **Robustez:** El diseño de la interfaz está diseñado para que los usuarios puedan configurar el juego a su gusto y puedan tener una buena experiencia en la pantalla de juego con botones intuitivos.

Todas estas características se muestran en las Ilustraciones 36, 37 y 38 en las cuales se realizará una comparación sobre el prototipo y la versión creada en el entorno de programación.

A continuación, se podrán ver una comparativa del prototipado de la aplicación junto con su versión final. Las pantallas son todas muy similares entre la pantalla del prototipado y la pantalla final del juego. Como podemos ver en la ilustración 36, la pantalla de inicio del juego es muy similar, los botones del prototipado(izquierda) fueron modificados en el desarrollo para que únicamente solo se visualizará el texto de los botones funcionando este como conector entre pantallas(derecha). El título, como ocurre también en el resto de las pantallas, fue agrandado y se le cambio el fondo para que resaltaran los elementos.



Ilustración 38:Comparativa Inicio del juego. Izquierda: Prototipo Derecha: Versión final.

En la ilustración 37 muestra una comparativa del menú de opciones entre la versión del prototipo (izquierda) y la versión final (derecha), lo mismo que pasa en la comparativa entre las pantallas del inicio del juego, son ventanas muy similares para que el usuario se acostumbre de una forma fácil a la aplicación y los textos resalten. El concepto de los botones es el mismo que se presenta en la ilustración 36.

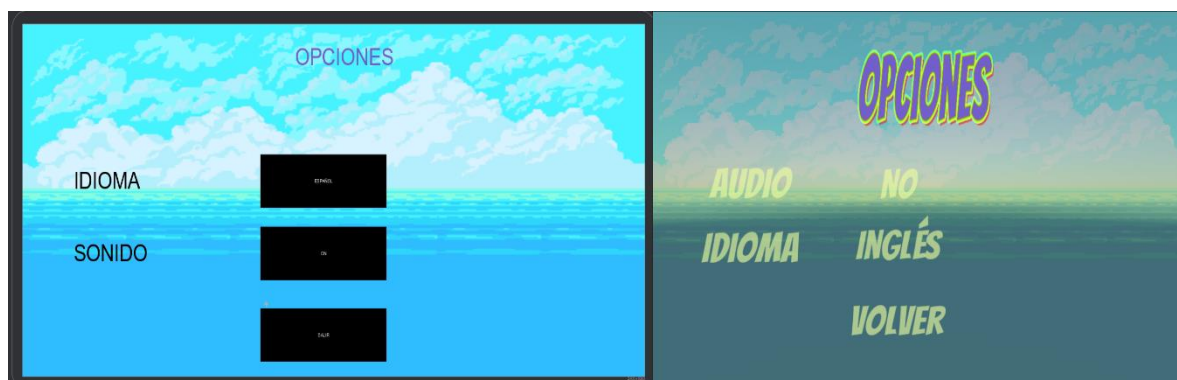


Ilustración 39:Comparativa menú de opciones. Izquierda: Prototipo Derecha: Versión final.

En la ilustración 38 se observa ver la comparativa entre las pantallas de selección de personaje entre la versión del prototipo (izquierda) y la versión final (derecha). No se visualiza

el botón de jugar en la imagen de la derecha debido a que es un botón que únicamente aparece cuando se selecciona el personaje. En el diseño original, el personaje era elegido mediante un botón en la parte inferior de cada foto de cada uno de los personajes, pero en la versión final se tomó la decisión de que fuera la propia imagen el botón. En el caso del botón salida de esa pantalla, se optó por cambiarlo por una imagen que simbolizara el volver a una pantalla anterior.

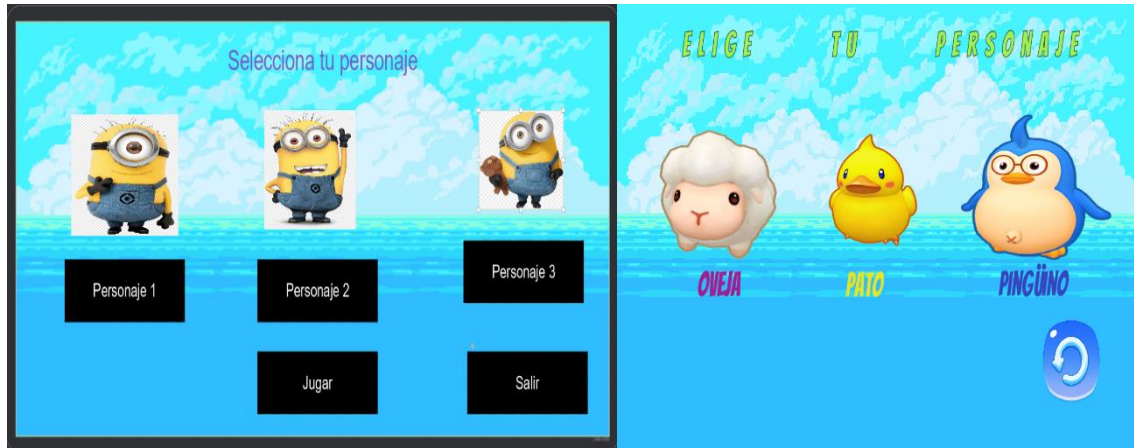


Ilustración 40: Comparativa Selección de personajes. Izquierda: Prototipo Derecha: Versión final.

7. ALCANCE DEL PROYECTO

En los siguientes puntos se procede a desarrollar los aportes más importantes del proyecto, así como las mejoras y problemas encontrados durante el desarrollo.

7.1 Aportes tecnológicos

En términos de desarrollo computacional, los niños, y los no tan niños dado que es un juego para cualquier edad, pueden realizar puzzles basados en el algoritmo del laberinto, el cual es una variante de los algoritmos de vuelta atrás (backtracking) y de ramificación y poda (branch and bound), en donde cada vida utilizada en el juego puede ser interpretada como un camino distinto que el jugador va a recorrer para obtener todos los tesoros.

7.2 Aportes pedagógicos

El trabajo ha permitido ponerse en la piel de los médicos, con videojuegos como Trauma Center⁵⁹ que fue lanzando para Wii y que permite ser un cirujano y hacer movimientos parecidos a los que se hacen en cirugías. Gracias a juegos así, se han desarrollado herramientas educativas para el campo de la medicina donde los estudiantes pueden practicar operaciones mediante RA.

Gracias a este desarrollo se ha podido comprender y aprender lo que se necesita para desarrollar un videojuego. Como se expuso al principio de este apartado, los videojuegos pueden tener más aplicaciones aparte de la de entretener, sino que también permite aprender de ellos. Así, la finalidad de este desarrollo era realizar un juego que ayudara tanto pequeños como a mayores a aprender y a mantener y desarrollar sus facultades de aprendizaje porque los videojuegos no son únicamente entretenimiento, sino que permiten aprender de una forma bastante didáctica (Elena Morán, 2016).

La idea detrás de este juego es que los niños aprendan a tomar decisiones sobre qué camino que es más rápido, que aprendan a contar, moverse en el espacio, saber manejar la frustración cuando no se logra el objetivo y mejorar sus habilidades comunicativas con otros estudiantes. Todo esto unido puede ser un nuevo mundo abierto tanto para los estudiantes como para los docentes en la enseñanza y el aprendizaje, lo que los puede preparar para un mundo donde la tecnología está a disposición y siempre se demandan nuevas habilidades que pueden comenzar a ser aprendidas desde la infancia⁶⁰.

⁵⁹ <https://www.3djuegos.com/juegos/trauma-center-under-the-knife/analisis/review-trauma-center-under-the-knife-060531-183>

⁶⁰ <https://www.theelectric.academy/blog/8-beneficios-steam>

7.3 Mejoras futuras

En posteriores versiones, el juego se presta a diversas evoluciones y mejoras como son las siguientes:

- **Añadir nuevos tipos de tesoros:** Se pueden añadir tesoros según el nivel y personaje escogidos. También se pueden añadir tesoros trampa los cuales harían perder movimientos al jugador.
- **Temporizador:** Añadir un temporizador al juego para que el jugador desarrolle un pensamiento ágil a la hora de resolver los puzzles.
- **Mecanismo de desbloqueo de niveles:** Desbloquear niveles según se vayan completando los anteriores.
- **Sistema de guardado:** Esta mejora va en concordancia con la anterior, ya que, si el usuario sale del juego, este guarde que niveles han sido desbloqueados hasta el momento del cierre del juego.
- **Movimiento:** En este punto se pueden diferenciar dos apartados: los movimientos de los que dispondría el jugador y el movimiento del personaje. Para el primer punto, se pueden añadir más tipos de movimiento como puede ser saltar lo que también ayudaría a desarrollar nuevos niveles que tengan esta mecánica. En el segundo punto, hacer que el personaje realice un movimiento más fluido como si pareciera que estuviera andando por el nivel.

7.4 Problemas encontrados

Durante el desarrollo del proyecto se han encontrado varios problemas que han dificultado su realización, si bien es cierto que la mayoría de estos problemas han sido subsanados de forma rápida, otros han provocado que se tuvieran que realizar diversas modificaciones en el código para su correcto funcionamiento o la modificación de las dependencias generadas automáticamente por el entorno Unity. A continuación, se expondrán los problemas más importantes:

- **Dependencias del Build Gradle:** En el momento de generar el archivo de instalación, Unity presentaba un fallo de compilación. En un primer momento se debía a incompatibilidades entre determinados módulos genéricos que entraban en conflicto con módulos de los móviles Samsung que los implementaban de forma más específica y cuya solución fue igualar ambas versiones lo cual solucionó este fallo. Tras este fallo, el Build Gradle seguía sin compilar por otro tema de versiones donde no quedaba muy claro cuál era el fallo ni dónde estaba. Tras volver a rebajar las versiones y realizar una limpieza de archivos, Unity ya generaba el archivo de instalación de forma correcta.
- **Visualización del personaje en el nivel:** Este fallo se debió a que el personaje no heredaba directamente del Image Target de Vuforia por lo que hubo que realizar una modificación en el código para que en el momento que se cargara el nivel, el personaje apareciese en el lugar correcto. Esta modificación provocaba que heredara el personaje del nivel lo cual solucionó el problema.

- **Patrón Singleton:** En el inicio del desarrollo, determinados objetos se duplicaban más de una vez si se cargaba la escena varias veces en vez de únicamente una vez dando igual la cantidad de veces que se cargue dicha escena por lo que se rehízo el patrón Singleton implementado en un principio para que lo hiciera de forma de correcta y solo hubiera una única instancia de ese objeto.

7.5 Estudio de caso

Con la aplicación desarrollada en paralelo al análisis realizado, podemos ver cómo los niños objeto de estudio, han tenido que desarrollar su capacidad visual y estratégica para poder resolver los diversos niveles. Al tener personajes conocidos para ellos y el estar animados les ha resultado llamativo y por ello no han perdido el interés, si bien es cierto, depende de la edad la adquisición o desarrollo de nuevas gestiones emocionales o estratégicas, por ejemplo, en niños de 3 a 5 años, encontraremos con emociones variopintas, entre ellas, la frustración al no poder llevar a cabo el camino deseado o no conseguir el objetivo final, pero si ampliamos el margen de edad, como niños de 9 a 11 años, vemos como su capacidad estratégica y visual se agudiza, pudiendo incluso resolver el puzle sin necesidad de emplear intentos infinitos como ocurriría en la franja de edad anterior.

8. Trabajo futuro y conclusiones

8.1 Conclusiones

Tras el análisis de los diferentes usos que nos ofrece la ingeniería del software, como se puede ver en el desarrollo de distintas aplicaciones, pueden facilitar el aprendizaje a distintos niveles fomentando el interés sobre las diversas materias objeto de estudio así como el aprendizaje, este es un hecho importante a tener en cuenta, ya que las nuevas generaciones necesitan elementos que le motiven y desarrollen otros aspectos de su vida cotidiana, como se puede ver a la hora de desarrollar habilidades estratégicas o incluso motoras, ello es debido al avance tecnológico en el que se encuentra este sector.

Los objetivos han sido cumplidos debido a que la conciencia sobre las ventajas de CoSpace ha permitido el desarrollo de una aplicación basada en RA para trabajar conceptos de programación y resolución de puzzles, mejorando así las habilidades analíticas de los estudiantes jóvenes. Aunque la representación de los estudios de caso no es significativa, puede ser útil para obtener una idea del comportamiento de los estudiantes pequeños con este tipo de aplicaciones a través de sus reacciones al usarlas.

Esta motivación generada a los usuarios de estas herramientas hace que busquen la manera más eficiente para el aprendizaje, pudiendo ver las necesidades que son generadas pudiendo incluso desarrollar aplicaciones o “atajos” para poder mejorar los procesos. Por ello la educación STEM, no solo facilita el aprendizaje o mejora la motivación de los receptores de este tipo de formación, sino que también se vuelven más críticos con los programas que emplean llegando en muchos casos, a ser creadores de mejoras para incrementar la eficiencia de estos.

Por último, recordando una frase de la película Ratatouille de Disney, en esta película el personaje del Chef Gusteau siempre decía que “Cualquiera puede cocinar” y en el caso de los videojuegos pasa absolutamente lo mismo, porque cualquiera puede jugar dado que no existe ningún límite de edad para disfrutar y aprender con ellos.

8.2 Trabajo futuro

A pesar de que la muestra de estudiantes utilizada para probar la aplicación es insuficiente, la aplicación será probada en el futuro con grupos de alumnos de similar nivel para evaluar su rendimiento y para observar las emociones que experimentan al interactuar con elementos que no están disponibles en los dispositivos, como su manejo de la frustración por no avanzar de nivel o su capacidad de comunicación. El estudio se realizó con estudiantes de entre 9 y 11 años y en el futuro se observarán las reacciones de los estudiantes de 3 a 5 años al inicio y cómo van logrando sus objetivos a medida que avanzan.

BIBLIOGRAFÍA

- (CoSN), N. M. (2016). <https://library.educause.edu/~media/files/library/2017/11/2016hrk12ES.pdf>. Austin: Creative Commons. Obtenido de <https://library.educause.edu/~media/files/library/2017/11/2016hrk12ES.pdf>.
- 3.0, E. (15 de Abril de 2019). *Educaciontrespuntocero*. Obtenido de <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/apps-para-crear-contenidos-con-realidad-aumentada/>
- Agiles, P. (28 de Agosto de 2022). <https://proyectosagiles.org>. Obtenido de <https://proyectosagiles.org>: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>
- Alfa, E. (20 de Agosto de 2020). <https://estudioalfa.com/realidad-aumentada-pasado-presente-futuro>. Obtenido de <https://estudioalfa.com/realidad-aumentada-pasado-presente-futuro>: <https://estudioalfa.com/realidad-aumentada-pasado-presente-futuro>
- Antena3. (7 de Febrero de 2020). <https://www.antena3.com>. Obtenido de https://www.antena3.com/noticias/tecnologia/vicente-valles-explica-como-se-hace-la-realidad-aumentada-en-el-plato-de-antena-3-noticias_202002075e3dde610cf262a999b59b07.html
- Antena3. (16 de Febrero de 2020). https://www.antena3.com/noticias/tecnologia/vicente-valles-explica-como-se-hace-la-realidad-aumentada-en-el-plato-de-antena-3-noticias_202002075e3dde610cf262a999b59b07.html. Obtenido de https://www.antena3.com/noticias/tecnologia/vicente-valles-explica-como-se-hace-la-realidad-aumentada-en-el-plato-de-antena-3-noticias_202002075e3dde610cf262a999b59b07.html: https://www.antena3.com/noticias/tecnologia/vicente-valles-explica-como-se-hace-la-realidad-aumentada-en-el-plato-de-antena-3-noticias_202002075e3dde610cf262a999b59b07.html
- Arloon. (s.f.). <http://www.arloon.com/>. Obtenido de <http://www.arloon.com/>
- Augment. (s.f.). <https://www.augment.com/es/>. Obtenido de <https://www.augment.com/es/>: <https://www.augment.com/es/>
- aumento, R. e. (s.f.). <https://realidadenaumento.es>. Obtenido de <https://realidadenaumento.es/realidad-aumentada-en-la-medicina/>
- Benavides, A. (s.f.). <https://www.atm-es.com>. Obtenido de <https://www.atm-es.com/realidad-aumentada-en-el-broadcast/>
- Cid, M. (6 de Julio de 2016). <https://www.xataka.com>. Obtenido de <https://www.xataka.com/moviles/pokemon-go-primeras-impressiones-toca-recorrer-calles-si-quieres-ser-el-mejor-entrenador-pokemon>
- Collado, C. (30 de Abril de 2021). <https://andro4all.com/>. Obtenido de <https://andro4all.com/listas/apps-android/app-probar-ropa-maquillaje-muebles-realidad-aumentada>

- Cosmos. (16 de Agosto de 2013). <https://www.xatakandroid.com>. Obtenido de <https://www.xatakandroid.com: https://www.xatakandroid.com/realidad-aumentada/layar-8-0-para-android-la-popular-aplicacion-de-realidad-aumentada-estrena-nueva-interfaz>
- Delgado, P. (24 de Junio de 2019). <https://observatorio.tec.mx/edu-news/educacion-stem-que-es-y-como-sacarle-provecho/>. Obtenido de <https://observatorio.tec.mx/edu-news/educacion-stem-que-es-y-como-sacarle-provecho/>: <https://observatorio.tec.mx/edu-news/educacion-stem-que-es-y-como-sacarle-provecho/>
- Developers, G. (s.f.). *developer.android.com*. Obtenido de <https://developer.android.com/>
- Drauta. (s.f.). <https://www.drauta.com/>. Obtenido de <https://www.drauta.com/>: <https://www.drauta.com/5-softwares-de-control-de-versiones>
- Eric Gamma, R. H. (1994). *Desing Patterns*. Boston: Pearson Addison Wesley.
- Galán, M. B. (7 de Febrero de 2022). <https://ingeniakids.com/que-es-la-educacion-stem-y-cuales-son-sus-beneficios/>. Obtenido de <https://ingeniakids.com/que-es-la-educacion-stem-y-cuales-son-sus-beneficios/>: <https://ingeniakids.com/que-es-la-educacion-stem-y-cuales-son-sus-beneficios/>
- GitHub. (s.f.). <https://desktop.github.com/>. Obtenido de <https://desktop.github.com/>: <https://desktop.github.com/>
- GitHub. (s.f.). <https://github.com/>. Obtenido de <https://github.com/>: <https://github.com/>
- GNU. (27 de Octubre de 2019). <https://www.nongnu.org/cvs/>. Obtenido de <https://www.nongnu.org/cvs/>: <https://www.nongnu.org/cvs/>
- Gometa. (s.f.). <https://studio.gometa.io/landing>. Obtenido de <https://studio.gometa.io/landing>: <https://studio.gometa.io/landing>
- Hat, R. (19 de Julio de 2022). <https://www.redhat.com>. Obtenido de <https://www.redhat.com>: <https://www.redhat.com/es/devops/what-is-agile-methodology>
- IAT. (s.f.). <https://iat.es>. Obtenido de <https://iat.es/tecnologias/realidad-aumentada/arquitectura/>
- IAT. (s.f.). <https://iat.es/tecnologias/>. Obtenido de <https://iat.es/tecnologias/realidad-aumentada/educacion/>
- Kanbanize. (28 de Agosto de 2022). <https://kanbanize.com>. Obtenido de <https://kanbanize.com: https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-kanban>
- Layar. (s.f.). <https://www.layar.com/>. Obtenido de <https://www.layar.com/>: <https://www.layar.com/>
- LFS, G. (s.f.). <https://git-lfs.github.com/>. Obtenido de <https://git-lfs.github.com/>: <https://git-lfs.github.com/>
- Li, Y. (2014). International Journal of STEM Education - a platform to promote STEM education and research worldwide. *International Journal of STEM Education*.

- Lidon, M. (2019). *Unity 3D*. Barcelona: Marcombo.
- Madridnyc. (s.f.). <https://madridnyc.es>. Obtenido de <https://madridnyc.es>:
<https://madridnyc.es/realidad-aumentada-en-apps/>
- Marie-FranceMorin, D. y. (Diciembre de 2015).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016794571530021X?via%3DiHub>. Obtenido de
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016794571530021X?via%3DiHub>:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016794571530021X?via%3DiHub>
- Marquez, R. (26 de Junio de 2019). <https://www.xataka.com>. Obtenido de
<https://www.xataka.com/videojuegos/harry-potter-wizards-unite-analisis-juego-que-pokemon-go-deberia-haber-sido-principio>
- Médica, R. (25 de Abril de 2019).
<https://www.redaccionmedica.com/secciones/neurologia/desarrollan-un-videojuego-que-ayuda-en-la-investigacion-sobre-el-alzheimer-2083>. Obtenido de
<https://www.redaccionmedica.com/secciones/neurologia/desarrollan-un-videojuego-que-ayuda-en-la-investigacion-sobre-el-alzheimer-2083>:
<https://www.redaccionmedica.com/secciones/neurologia/desarrollan-un-videojuego-que-ayuda-en-la-investigacion-sobre-el-alzheimer-2083>
- Mendoza, M. L. (18 de Septiembre de 2020). <https://openwebinars.net>. Obtenido de
<https://openwebinars.net>: <https://openwebinars.net/blog/extreme-programming-que-es-y-como-aplicarlo/>
- Mendoza, M. L. (19 de Abril de 2021). <https://openwebinars.net>. Obtenido de
<https://openwebinars.net>: <https://openwebinars.net/blog/agile-inception-que-es-y-como-ejecutarlo/>
- Mercurial. (s.f.). <https://www.mercurial-scm.org/>. Obtenido de <https://www.mercurial-scm.org/>: <https://www.mercurial-scm.org/>
- Merge. (s.f.). <https://mergeedu.com>. Obtenido de
<https://mergeedu.com/cube?cr=1710https://mergeedu.com/cube?cr=1710>
- Norman, J. M. (21 de Octubre de 2014). <https://www.historyofinformation.com>. Obtenido de
<https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=4231>
- Norman, J. M. (21 de Octubre de 2014).
<https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=4231>. Obtenido de
<https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=4231>:
<https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=4231>
- Reina, A. (17 de Agosto de 2021). <https://www.droiders.com/tablet-en-educacion-primaria/>.
Obtenido de <https://www.droiders.com/tablet-en-educacion-primaria/>:
<https://www.droiders.com/tablet-en-educacion-primaria/>

Rodríguez, G. (5 de Junio de 2019). <https://www.america-retail.com>. Obtenido de <https://www.america-retail.com>: <https://www.america-retail.com/omnicanalidad/omnicanalidad-la-realidad-aumentada-en-cinco-cifras/>

School, T. (10 de Junio de 2020). <https://www.tokioschool.com/noticias/realidad-virtual-educacion/>. Obtenido de <https://www.tokioschool.com/noticias/realidad-virtual-educacion/>: <https://www.tokioschool.com/noticias/realidad-virtual-educacion/>

SCM, G. (s.f.). <https://git-scm.com/>. Obtenido de <https://git-scm.com/>: <https://git-scm.com/>

Sinclair, F. (20 de Agosto de 2016). <https://store.steampowered.com/>. Obtenido de https://store.steampowered.com/app/515020/The_VR_Museum_of_Fine_Art/

Smyth, N. (2020). *Android Studio 4.0 Development Essentials Java Edition*. Payload Media, Inc.

Soriano, M. (s.f.). <https://igniteonline.la/7630/>. Obtenido de <https://igniteonline.la/7630/>: <https://igniteonline.la/7630/>

Subversion. (s.f.). <https://subversion.apache.org/>. Obtenido de <https://subversion.apache.org/>: <https://subversion.apache.org/>

Tomás, J. (2018). *El gran libro de Android*. Marcombo.

Tool, K. (28 de Agosto de 2022). Recuperado el 28 de Agosto de 2022, de <https://kanbantool.com/es/scrumban-scrum-y-kanban>

Unir. (27 de Enero de 2021). <https://www.unir.net>. Obtenido de <https://www.unir.net>: <https://www.unir.net/educacion/revista/pensamiento-computacional/>

Virtual, S. (s.f.). <https://www.snapavr.com/>. Obtenido de <https://www.snapavr.com/sectors/health-and-medical/>

Vuforia. (s.f.). <https://developer.vuforia.com/>. Obtenido de <https://developer.vuforia.com/>: <https://developer.vuforia.com/>

Wanna. (s.f.). <https://play.google.com>. Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=by.wanna.apps.wsneakers>

Zap. (s.f.). <https://zap.works/>. Obtenido de <https://zap.works/>: <https://zap.works/>

Zappar. (s.f.). <https://www.zappar.com/>. Obtenido de <https://www.zappar.com/>: <https://www.zappar.com/>