



Creación de un videojuego de Realidad Aumentada multisensorial para niños de entre 3 y 11 años

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Informática

Curso académico 2015/2016

Realizado por: Oliver Moll, Alejandro

Tutor: Mollá Vayá, Ramón Pascual



Resumen

Desarrollo y comercialización de una aplicación educativa para dispositivos móviles y tabletas (que tengan cámara en la parte posterior), con Realidad Aumentada que complete la experiencia sensorial del juego físico mediante una experiencia digital. Durante el proyecto se ha analizado el juego físico, consistente en unos cubiletes con los que el usuario interactúa para descubrir olores, texturas, pesos y longitudes, así como otros diferentes motivos sensoriales que están en fase de desarrollo. A partir de este análisis previo, se realiza una propuesta de la lógica del juego que complete la experiencia del usuario, refuerce el aprendizaje y potencie el interés del usuario por el producto físico. También se desarrolla el juego sobre un mockup (representación visual de la navegación del juego) para conseguir una usabilidad adecuada para el público objetivo.

Se realiza el desarrollo de la aplicación y se elige como herramienta de desarrollo el entorno de Unity por su adecuación en el desarrollo de videojuegos, su comodidad para exportar a multi-plataforma y facilidad para integrarse con Vuforia, librería de análisis de imagen utilizada para detección y seguimiento de objetos.

Tras su desarrollo, la aplicación móvil juega un papel importante en el activo de la empresa Kibi Toys, que ha conseguido mejorar la valoración de la empresa de cara a la búsqueda de inversores para su producto.



Abstract

Development and commercialization of educational application for mobile devices and tablets (which have a camera on back), with Augmented Reality to complete the sensory experience of physical games through a digital experience. During the project it analyzed the physical game, consisting of some goblets with which the user interacts to discover scents, textures, sounds and weights, and other different sensory reasons that are under development. From this preliminary analysis, is realized a proposal of logic game to complete the user experience, reinforce learning and enhance the user's interest for the physical product. Otherwise is develop a game on a mockup (visual representation of the navigation of the game) to achieve adequate usability for the target audience.

The development of the application is made and is chosen as a development Unity tool environment for their suitability in game development, convenience for export to multi-platform and easy to integrate with Vuforia, library of image analysis used for screening and object tracking.

After its development, mobile application plays an important role in the company asset Kibi Toys, which has improved the valuation of the company for investors to search for your product.



Agradecimientos

A mis padres por apoyarme a sacarme la carrera y su paciencia durante mis fallos anuales.

A mi hermano Javier, por su apoyo y su ayuda durante toda la carrera, sin su ayuda no habría acabado el proyecto.

A la empresa Tyris-software por ayudarme a encontrar soluciones a los problemas iniciales cuando comencé el desarrollo de la aplicación.

A mi tutor Ramón por ayudarme a focalizar el proyecto y su documentación.

Y sobretodo a mi pareja actual Sara María Pastrana, por sus ánimos y el apoyo moral diario, por compartir sus opiniones a todas mis problemas, ayuda desinteresada desde que entré en la carrera, paciencia incommensurable cuando caía y tenía ganas de dejar todo, “beta tester” oficial de todos mis proyectos; en resumen, gracias por todo.



Tabla de contenidos

1.	Motivación.....
2.	Objetivos.....
3.	Empresa KiBi y producto el cual va destinada la aplicación desarrollada.....
3.1.	Estudio del producto físico.....
4.	Estado del Arte.....
4.1.	Análisis de competencias.....
4.2.	Análisis de alcance y requisitos para el desarrollo de la App.....
4.3.	Herramientas de trabajo y su elección.....
4.4.	Estudio de viabilidad.....
5.	Estructura y diseño.....
5.1.	Fases de desarrollo.....
5.2.	Casos de uso.....
5.3.	Diseño interfaces de la aplicación.....
5.3.1.	Diseño inicial.....
5.3.2.	Diseño final.....
5.4.	Implementación.....
5.5.	Mecánicas del juego.....
6.	Pruebas realizadas.....
7.	Conclusiones.....
8.	Trabajos futuros.....
9.	Relación del proyecto con los estudios cursados.....
10.	Bibliografía.....
11.	Glosario.....
12.	Apéndice.....

1. Motivación

En 2014 realicé un curso básico de videojuegos con la plataforma Unreal Engine 3¹, tras finalizar el curso intenté realizar un par de juegos en primera persona y 2D. Siempre he tenido especial interés en el desarrollo de aplicaciones y juegos con realidad aumentada y realidad virtual² pero no había tenido la posibilidad de desarrollar nada con una finalidad en concreto.

Gustándome la programación de videojuegos, la tecnología y la innovación, tras hablar con la empresa vi la oportunidad de aportar mis conocimientos y capacidades a su proyecto. La idea surgió tras conocer y empatizar con la startup³ tecnológica Kibi Toys S.L. que desarrolla juegos interactivos clásicos enfocados a la infancia, con proyecto empresarial dedicado a la creación de juegos de mesa infantiles enfocados al desarrollo sensorial, como forma de aprender y jugar mediante el desarrollo del máximo número de sentidos posibles.

El proyecto se inició al comenzar a trabajar con esta empresa, al recibir una beca de trabajo del banco Santander durante 3 meses en Junio de 2015; la empresa no cuenta con ningún departamento de tecnología ni ningún técnico que haya planteado o iniciado este proyecto. Durante los tres meses que duró la beca, fue todo un reto a superar la realización de la aplicación acorde a los gustos de la empresa, debido a tener que comparar, escoger y aprender nuevas tecnologías no conocidas, con las cuales desarrollar una aplicación optimizada y eficiente para la mayor posibilidad de dispositivos móviles; por la gran cantidad de aplicaciones que existen hoy en día en el mercado; por el periodo de tiempo relativamente corto que tenía para su desarrollo y por el hecho de trabajar en una empresa sin técnicos que respalden o debatan las decisiones a tomar. Una vez finalizada la beca, la empresa solicitó continuar el desarrollo; el proyecto cuenta con más de 9 meses de trabajo.

También me gustó el público al cual va dirigido, el reto que suponía crear una aplicación de estas características con realidad aumentada que interactuara con el producto físico, que pudiera ser utilizada por un público tan joven y el cual está en constante crecimiento en el uso de nuevas tecnologías. Siendo el producto físico de la empresa también joven, la aplicación desarrollada innovadora y no teniendo una gran competencia en este sector de juegos, me dio especial interés y motivación para desarrollar y crear esta aplicación.

2. Objetivos

Los objetivos personales, han sido, aprender todo el ciclo de desarrollo de un producto, su evolución, maduración, así como el trabajar conjuntamente con otros departamentos, validar el trabajo con el jefe de departamento y aprender la plataforma de desarrollo de la aplicación (Unity3D), que en su inicio fue totalmente desconocido. Los objetivos finales desarrollados en la empresa, respecto a la aplicación han sido:

Desarrollo de una aplicación móvil que interactúe con los juegos clásicos de KiBi Toys, para maximizar el aprendizaje de los niños y también crear unos juegos de memoria. Estos juegos tratan de unos cubiletes cerrados excepto en la parte superior que tiene un orificio pequeño pero lo suficientemente grande como para poder comprobar y tocar lo que hay en su interior; ese orificio está tapado con una tela para que el usuario que va a jugar no pueda mirar en su interior.

¹ [Unreal Engine](#) está definido en el glosario

² [Realidad virtual](#) está definido en el Glosario

³ [Startup](#) está definido en el glosario



La aplicación está diseñada en un principio para funciona solo, en dispositivos móviles y tabletas, así como para diferentes sistemas operativos móviles (Android e iOS). Existe la posibilidad en un futuro de hacer la aplicación para otros sistemas operativos y otros dispositivos electrónicos, siempre y cuando el rendimiento de la aplicación en estos sistemas operativos no se vea afectado respecto las otras versiones funcionales.

Integración de realidad aumentada de una forma natural, fácil de usar por los usuarios de la aplicación y de forma eficiente para conseguir llegar al mayor número de dispositivos móviles del mercado. Estos dispositivos móviles deben tener en la parte trasera de la pantalla, una cámara con una resolución aceptable, para que la visualización de los cubiletes y la detección de estos códigos impresos en la parte superior de los cubiletes sea correcta y no repercuta en la experiencia del usuario. La realidad aumentada sólo se podrá utilizar con los juegos clásicos que vende la empresa de forma separada a la aplicación.

Integración de unos juegos secundarios, el cual el usuario jugará a realizar parejas con unas cartas virtuales, en estos juegos deberá experimentar con la vista o el oído para finalizar los juegos. Estos juegos tendrán una complejidad variable y se podrá jugar en pareja para mejorar la competitividad.

Integración de unas pantallas de ayuda e información de la empresa, que faciliten al usuario información de cómo jugar además de cómo poder adquirir nuevos juegos clásicos a los que poder jugar con realidad aumentada.

Los objetivos previstos a realizar durante el proceso de desarrollo de la aplicación son:

- Desarrollo de aplicación complementaria al juego físico
- Diseño de interfaces atractivas al público infantil, divertidas y sencillas
- Desarrollo de juego digital de cartas visuales
- Desarrollo de juego digital de cartas auditivas
- Reconocimiento de patrones para un posterior visualizado en Realidad Aumentada (RA)
- Colocar aplicación en tiendas de venta de los diferentes sistemas operativos móviles

3. Empresa KiBi y producto el cual va destinada la aplicación desarrollada

La startup KiBi Toys S.L. con la cual se ha realizado la aplicación para dispositivos móviles se fundó a mediados de 2014, es una empresa joven con 2 integrantes trabajando y siendo los fundadores de la empresa: Isaac Saneleuterio y Maya Callejo.

La idea inicial en la empresa era de crear juegos clásicos educativos sensoriales, que fueran accesibles a todo tipo de público, en especial al público más joven, comprendido a partir de los 2 años y para centros educativos o de rehabilitación. Estos juegos clásicos sensoriales están destinados a un público entre los 3 y 8 años; viendo la evolución actual del público infantil, donde cada vez utilizan con mayor asiduidad los dispositivos electrónicos para jugar y aprender, donde las tabletas sólo ofrecen estimulación auditiva y visual, se plantearon crear un juego digital que complemente sus juegos tangibles. Como dato de interés, durante el año actual 2016, la empresa está abriendo fronteras y está comercializando el producto en Reino Unido, Alemania y Francia.

A mediados de 2015 la empresa contó con 3 becarios para el desarrollo de los juegos clásicos donde entra el proyecto de crear una aplicación complementaria a los juegos físicos.

Los premios, datos de prensa e hitos más importantes conseguidos por la empresa son:

- El 17 de diciembre de 2014, el Instituto Ideas entrega el tercer premio en la Categoría “CREA”.⁴
- El 30 de enero de 2015 KIBI TOYS recibe el Premio del Consejo Social en la sección “Cátedra de Cultura Directiva y Empresarial” UPV.⁵
- El 24 de noviembre de 2015 KiBi es ganador del Primer Premio Experiencias Emprendedoras en CEEI Valencia.
- El martes 19 de enero de 2016, KiBi recibe el Primer Premio en la categoría “Empresa”, concedido por Bankia - Levante EMV.⁶
- El 23 de enero de 2016 KIBI TOYS viaja a Fitur junto con el Hotel del Juguete y presenta un Stand Taller.
- El 3 de marzo de 2015 KIBI TOYS es seleccionada para el programa YUZZ. Quedando finalista entre los proyectos de la Universidad Politécnica de Valencia y por ello acudiendo a la Gala decisoria en Madrid.
- Los días 7 y 8 de mayo se celebra el IMPERIAL FESTIVAL en Londres. KIBI forma parte de un stand de juegos que promueven STEM skills en los niños. KIBI recibe una mención especial por el jurado de los Science Toys Awards.⁷

⁴ <http://www.ideas.upv.es/premios/>

⁵ <https://www.upv.es/noticias-upv/noticia-7188-xiv-premios-del-es.html?tl=a> y <http://vlnoticias.com/el-consejo-social-de-la-upv-premia-dulcesol-torrecid-y-dkv-seguros/>

⁶ <http://www.levante-emv.com/economia/2016/01/20/talento-joven-fabricado-valencia/1368026.html>

⁷ <https://sciencetoyaward.org/toy-entries-science-toy-award-2016/>

- El 7 de junio de 2016 se celebra la Expo Day de CEEI Valencia, en la cual 8 empresas innovadoras seleccionadas exponen sus productos. KIBI TOYS cuenta con un Stand.⁸

Para conocer todos datos de prensa e hitos conseguidos por la empresa ir al [Apéndice](#).

3.1. Estudio del producto físico

La empresa KiBi Toys S.L. tiene cuatro productos clásicos a la venta (Texturas, Aromas, Sonidos y Gradientes) y cuatro más en desarrollo. Son juegos de mesa que están compuestos de un tablero de madera con diez huecos no profundos para fijar los cubiletes y evitar que se deslicen; también cuenta el tablero con un zócalo en la parte inferior, para poder insertar la tableta en posición oblicua para poder jugar con el producto sin tener que sostener el dispositivo electrónico.



Imagen 0, izquierda juego Texturas KiBi y a la derecha juego texturas con cartas

Estos cubiletes son ahora de plástico (durante el desarrollo del proyecto y la aplicación los cubiletes fueron de madera) y son diferentes en su interior dependiendo del juego al que pertenecen; de los diez cubiletes existentes en cada producto, solo cinco de ellos son diferentes y los otros cinco son sus parejas.

Los cubiletes están completamente cerrados, exceptuando en algunos juegos donde el cubilete tiene en la parte superior, un orificio pequeño, tapado con una tela, en el cual se puede insertar un dedo de la mano para poder experimentar con el sentido del tacto.

En otro juego, existen en la parte superior del cubilete más de un orificio pero más pequeños que en el anterior juego, en los cuales sólo se pueden experimentar con el olfato o el sonido.

Cada pareja de cubiletes tiene una posición fija encima del tablero, la cual debe corresponder con la imagen que existe en la parte inferior del tablero.

Las imágenes existentes en el tablero intentan reflejar lo que el usuario experimenta al utilizar sus sentidos y jugar con los cubiletes.

⁸ <http://webtv.tvmediterraneo.es/channel/?channelId=23-al-dia-comunitat-valenciana.html>
http://canal7televalencia.es/7aldia/?dzsvg_starBtem_vg1=0



Imagen 1 izquierda, imagen 2 derecha

La imagen 1 pertenece al juego de mesa de Texturas, mientras que la imagen 2 pertenece al juego de mesa de Aromas. Las imágenes están tomadas de la página oficial de compra de la empresa KiBi: [Selector de productos KiBi](#)



Imagen 3 izquierda, imagen 4 derecha

La imagen 3 pertenece al juego de mesa de Formas, mientras que la imagen 4 pertenece al juego de mesa de Sonidos. Las imágenes están tomadas de la página oficial de compra de la empresa KiBi: [Selector de productos KiBi](#)

Respecto a los juegos de mesa a la venta de la empresa, los cubiletes tienen una superficie lisa en la parte superior y en esta parte contiene solo el logo de la empresa únicamente.

Inicialmente la empresa quería implementar un sistema NFC⁹ dentro de los cubiletes para detectar las parejas de los cubiletes; para maximizar la interacción de los usuarios con el juego, se planteó cambiar la forma de detectar los cubiletes insertando códigos parecidos a los códigos Bidi¹⁰ alrededor de la superficie superior, así los usuarios no deberían acercarse los objetos y con enfocar con la cámara del dispositivo electrónico al cubilete sería suficiente.

Además del tablero y los cubiletes, dentro de la caja en cada producto, cuenta con un conjunto de cartas asociadas a cada temática del juego. Constan de 20 cartas, divididas en 10 cartas referentes a animales, 5 cartas referentes a objetos y 5 cartas referentes a feria.

⁹ NFC está definido en el Glosario

¹⁰ Bidi está definido en el Glosario

4. Estado del arte

4.1. Análisis de competencias

Al acordar utilizar la cámara como método de detección de los cubiletes con códigos parecidos al BiDi, se buscó juegos interactivos que tuvieran parecido a nuestro juego a implementar, el cual está constituido por un juego físico y otro digital; además estos juegos deberían ser educativos para un público joven. Durante las primeras semanas de análisis del proyecto, se encontraron 7 empresas de las cuales 3 de ellas utilizan juegos digitales para que los menores aprendan. Las empresas descritas a continuación son las que tienen un juego clásico y una aplicación que sirve de guía al juego físico y que tanto el juego clásico como el digital se complementan pero no son obligatorios la adquisición de los 2 a la vez:

La primera empresa llamada **Osmo** (PlayOsmo), es americana (California) creada a mediados de 2014 con [página web](#). Sus productos suelen ser de material plástico y colores vivos. Cuenta con 6 juegos que interactúan con la cámara delantera. Todos los juegos sólo se pueden jugar en dispositivos Apple, restringiendo dispositivos Android y Windows Phone. Los juegos sólo funcionan en los iPad (tabletas) y no con los iPhone (móviles); el iPad hay que insertarlo en una base propia de Osmo, que se vende conjunto al juego o por separado, además la tableta puede transmitir información por comunicaciones inalámbricas dependiendo del juego utilizado. El iPad al insertarlo en la base, está en posición inclinada, los juegos utilizan la cámara delantera y hay que añadirle un conector delante de la cámara para que enfoque la imagen hacia abajo y delante de la tableta. Los juegos de Osmo son:

- **Tangram** es un juego digital que detecta las piezas de Osmo con sus respectivos colores a través de la cámara. Estas piezas tienen unas formas concretas y unos colores distintos al resto. El juego consiste en realizar con las piezas, las figuras representadas en la pantalla del iPad; la cámara detecta las posiciones y colores. Requiere de producto físico y de aplicación móvil, sin una de las dos el juego está incompleto y no tiene sentido.



Imagen 5, perteneciente a juego de Tangram de Osmo

- **Words**, es un juego digital que trae con la compra del producto, unas piezas cuadradas y planas que tienen impresas en una de las caras las letras del abecedario, el juego consiste en realizar mediante las piezas físicas una palabra clave que está representada en la pantalla del iPad. El juego tiene cierta similitud con el juego “Ahorcado”, en el caso de fallar las letras de la imagen mostrada en pantalla, el sistema añade en la parte superior de la pantalla las letras falladas. Existe una puntuación por tiempo y por letras acertadas, que se indica en la parte izquierda de la pantalla del iPad. Como en el juego anterior, este juego carece de sentido si se juega por separado con la aplicación del iPad o sólo con las piezas.



Imagen 6, perteneciente a juego Words de Osmo

- **Newton** es un juego digital que muestra en pantalla un par de puntos a los cuales hay que llevar unas pelotas pequeñas que caen desde arriba hacia abajo de la pantalla, se usa la cámara para detectar los trazos que se pueden pintar con un boli de punta gorda en un papel en blanco, también la cámara detecta los objetos físicos que se detectan en el papel. El objetivo es que tanto los trazos como los objetos que detecta la cámara hagan colisionar las pelotas que caen en la pantalla y desviarlas hacia los puntos concretos u objetivos. Como los otros dos juegos comentados, este juego carece de sentido si no se juega con la aplicación y con un objeto físico (en este caso con un bloc de papel A4 y un bolígrafo o rotulador serían suficientes), en cualquier caso sí se podría jugar con la aplicación exclusivamente sin necesidad de un objeto físico pero no al contrario.



Imágenes 7 y 8, pertenecientes a juego Newton de Osmo

- **Masterpiece** es un juego digital que utiliza la cámara delantera para guiar al usuario a dibujar imágenes prediseñadas lineales o incluso admite realizar fotos para luego dibujarlas sobre un papel blanco a mano. Tiene opción de grabar toda el tiempo que se ha dibujado, para posteriormente a cámara rápida, poder compartir el video. En este juego, no se requiere de compra del producto digital y físico, la aplicación no requiere un producto físico en concreto y se puede conseguir a partir de un bloc de hojas de papel A4.



Imágenes 9 y 10, pertenecientes a juego Masterpiece de Osmo

Otra imagen del servicio que ofrece Masterpiece es la de dibujar imágenes prediseñadas y guardadas ya en la misma aplicación.



Imagen 11, perteneciente a juego Masterpiece de Osmo

- **Numbers** es un juego digital que trata de ayudar a los niños a repasar las matemáticas, en la pantalla del iPad se muestran el total de varias sumas, el usuario juega con unos cuadrados que tienen grabados los números enteros del 1 al 9, estos cuadrados pueden ser por dígitos o por la composición de puntos que suman el valor numérico. Para finalizar el juego, el usuario tiene que juntar los cuadrados correctos haciendo sumas que tengan el valor correcto que se muestra en la pantalla; no hay un orden ni un patrón concreto a seguir, tan solo tienen que conseguir hacer todas las sumas visualizadas en pantalla. Como los otros juegos vistos de Osmo, esta aplicación se complementa con el juego físico, la no existencia de una de las dos partes, pierde el sentido al no poderse utilizar por separado el juego físico del digital.



Imagen 12, perteneciente a juego Numbers de Osmo

- **Coding** es un juego digital el cual aparece en pantalla un objeto animado y hay que moverlo a través de un camino correcto; para que funciona hay que utilizar unas piezas rectangulares que se conectan entre sí, estas piezas hay que indicarle la acción y el número de veces a realizar, al final de estas piezas y acciones que queremos que haga el objeto animado hay que conectar otra pieza rectangular con un pulsador; este pulsador debe estar conectado con el iPad para enviar por comunicación inalámbrica las ordenes que tiene que realizar el objeto animado. Sin el objeto físico la aplicación carece de sentido y viceversa.



Imágenes 13 y 14, pertenecientes a juego Coding de Osmo

Respecto esta marca, podemos decir que todos los juegos de Osmo salvo “Masterpiece” requieren de producto físico y digital para funcionar. La aplicación actúa como modo de guía para ofrecer más formas de juego, sin ella, la jugabilidad de la parte física es muy reducida. La página web es sencilla e intuitiva y transmite a primera vista facilidad para comprar productos.

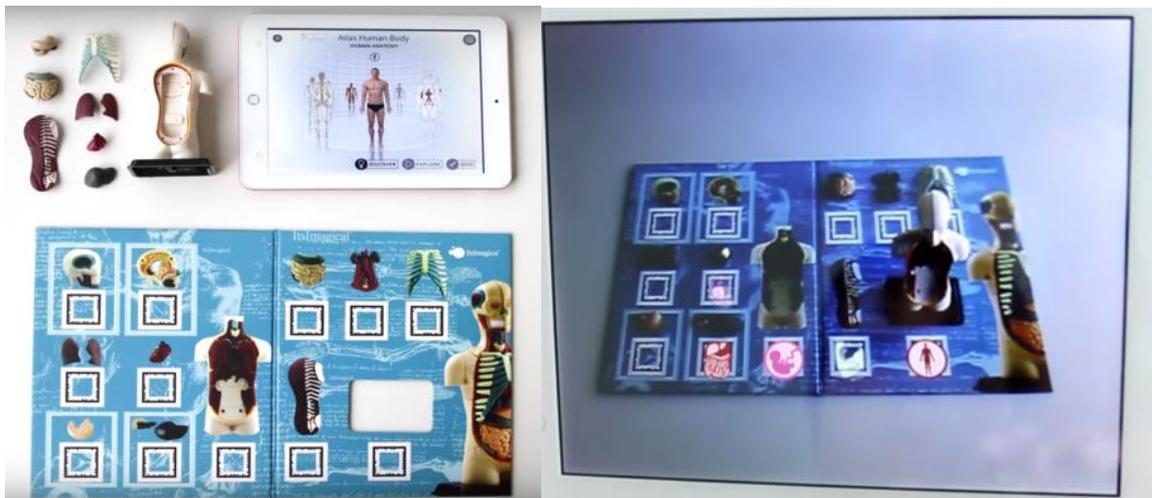
La segunda marca analizada es **i-Wow**, realmente es una submarca es de la marca Imaginarium; empresa española con sede en Zaragoza. En la página web oficial <http://www.imaginarium.es/> en la sección de juguetes multimedia, se pueden encontrar diferentes juegos que hacen uso de las tabletas más accesorios, para que los niños/as aprendan e interactúen con las nuevas tecnologías. La compañía tiene bastantes juegos que hacen uso de accesorios, algunos son bastante antiguos y/o ya no están la venta. Las aplicaciones usadas en estos juguetes están disponibles para los sistemas móviles Android e iOS. Se ha realizado el estudio de los juegos más característicos y con más ventas, que son:

- **I-Wow: Blocks 3.0** es un juego físico que utiliza la tableta como pantalla de los accesorios que se venden con el juego. El juego consiste en colocar unos cubos que contiene en todas sus caras información en una plataforma rectangular; al colocar los cubos encima de cualquier hueco del accesorio, la aplicación detecta el objeto seleccionado y muestra la información en pantalla. En estos juegos el usuario puede aprender números, el abecedario, letras, formas y figuras en el idioma inglés. Otro accesorio contenido en el juego es la plataforma para posicionar y sostener la tableta. El juego físico sin la aplicación, carece de sentido ya que la aplicación digital realiza las funciones de guía. [Link de la página](#)



Imágenes 15 y 16, pertenecientes a juego i-Wow: Blocks de Imaginarium

- **i-Wow: Atlas Human Body 3.0** es un juego físico que incluye un muñeco 3D desmontable del cuerpo humano y un libro, utiliza la tableta como guía y pantalla para visualizar los objetos en Realidad Aumentada. El juego consiste en enfocar con la tableta a las páginas del libro incluido con el juego y observar en realidad aumentada las diferentes partes del cuerpo humano para qué sirven, donde están, que funciones tienen, etc. El juego además de poder observar en realidad aumentada, contiene el muñeco 3D el cual se le puede extraer los diferentes órganos para conocer mejor el cuerpo humano y tiene cierto valor educativo. El juego digital también tiene un juego de preguntas para afianzar los conceptos aprendidos del juego. El producto físico como la aplicación se pueden utilizar de forma separada o conjunta, cada producto añade más información. [Link de la página](#)



Imágenes 17 y 18, del juego i-Wow: Atlas Human Body 3.0 de Imaginarium

- i-Wow también tiene varios juegos, uno es para aprender sonidos y otro para formas y figuras, ambos como único idioma el inglés (**i-Wow Orchestra** e **i-Wow Puzzle** respectivamente). Los dos juegos se venden por separado y utilizan accesorios. Para jugar a estos juegos el usuario debe acercarse a la pantalla los accesorios de cada juego y la tableta muestra en pantalla el objeto seleccionado; el usuario aprende a reconocer los accesorios utilizados al asociar el objeto físico con el digital. [Link del juego de música](#) y [link del juego de puzles \(video\)](#). Estos dos productos deben ir acompañados de la aplicación, por separado el producto físico no tienen ningún valor y/o utilidad.



Imagen izquierda 19, juego i-Wow Orchestra, imagen derecha 20, juego i-Wow Puzzle, de Imaginarium

Respecto a esta marca, podemos decir que la submarca **i-Wow** de la marca Imaginarium tiene unos productos muy educativos pero la oferta temática no es muy grande; sí que incluye productos como el cuerpo humano, figuras identificativas de formas y objetos, civilizaciones, dibujo, etc. Uno de los principales problemas es la página web, la cual está sobrecargada y es difícil de encontrar y comprar los productos. Uno de los problemas visibles es que hay ciertos productos que no tienen sentido sin la aplicación.

La tercera marca analizada es **Arloon** una compañía que desarrolla aplicaciones diseñadas exclusivamente para colegios, la aplicación es de pago, no gratuita, está en todas las tiendas de los sistemas operativos móviles más importantes, el acceso a la aplicación es libre y cualquier persona puede descargar la aplicación y el patrón de detección (desde la misma página web), para imprimirlo y utilizar la Realidad Aumentada. Sólo utilizan un patrón ya que no necesitan más de un código u objeto para mostrar en pantalla. Las aplicaciones están divididas entre dos edades distintas, que son primaria y secundaria. Tienen una [página web](#) para conocer sus aplicaciones y descargar el [marcador para detectar las figuras](#). Las aplicaciones de primaria son:

- **Arloon Mental Math** es una aplicación que intenta enseñar cálculo mediante ejercicios, además incluye juegos multijugador con los que competir con otras personas y forzar al usuario a ejercitar la memoria. Esta aplicación no necesita de realidad aumentada ni de producto físico, solo de la aplicación digital.

- **Arloon Plants** es una aplicació que intenta ensenar a los usuarios más jóvenes de la botánica y qué efecto tienen los insectos en la naturaleza, incluye ejercicios para aprender a cultivar, temas interactivos sobre como se reproducen las plantas, como se alimentan, etc. Esta aplicación utiliza la realidad aumentada para conocer como se desarrollan (entre otras cosas) las plantas y conocer su evolución.



Imagen 21, del juego Arloon Plants de Arloon

- **Arloon Solar System** es una aplicació que ensenar a los usuarios a conocer mejor muchos aspectos del sistema solar, con animaciones, videos que muestran el sistema solar y juegos interactivos. Se utiliza la realidad aumentada para poder observar cualquier planeta que tiene interacción con los otros planetas o con el Sol.

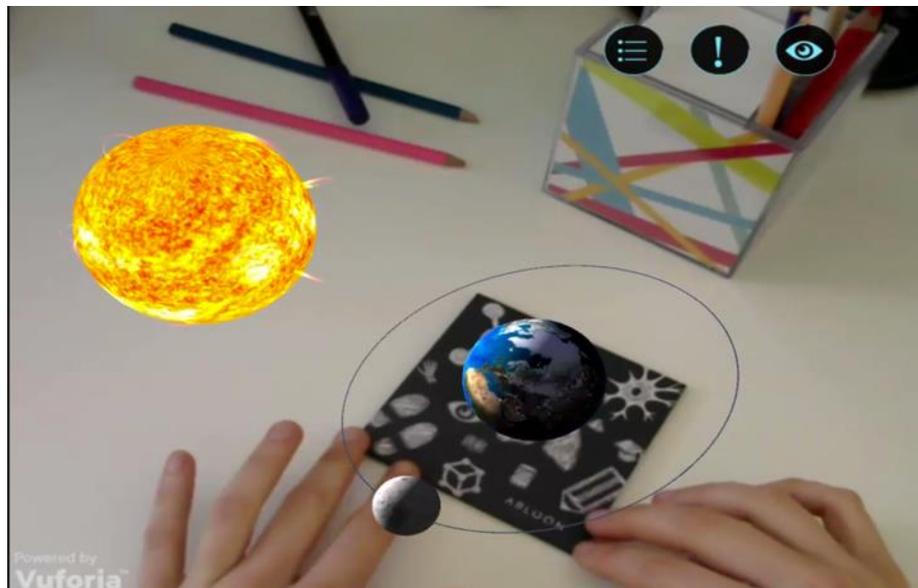


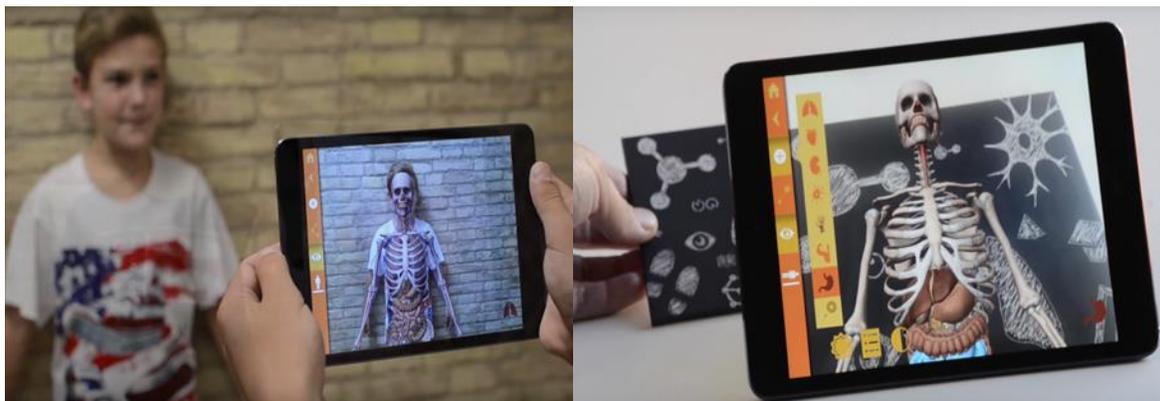
Imagen 22, del juego Arloon Solar System de Arloon

- **Arloon Geometry** es una aplicació que intenta ensenar las formas trigonométricas, su composición y las fórmulas trigonométricas. Además con el código de detección, se pueden ver en Realidad Aumentada, la descomposición de los objetos y se pueden observar. La realidad aumentada solo sirve como apoyo para afianzar lo aprendido en la aplicación.



Imágenes 23 y 24, del juego Arlon Geometry, de Arloon

- **Arloon Anatomy** es una aplicación que intenta enseñar la constitución del cuerpo humano, su composición y qué funcionalidades tiene cada parte del cuerpo. Además con el código de detección, se pueden ver en Realidad Aumentada, los huesos, músculos y donde están situadas las partes del cuerpo que forman el cuerpo humano en su interior, existe otra forma de utilizar la Realidad Aumentada, mediante la captura inicial de un patrón, que posteriormente se utilizará como base para mostrar la Realidad Aumentada; el uso de la cámara solo sirve para afianzar los conceptos aprendidos del usuario en los ejercicios previos.



Imágenes 25 y 26, del juego Arlon Anatomy, de Arloon

- **Arloon Chemistry** es una aplicación que intenta enseñar al usuario la asignatura de Química, donde se explican composiciones, elaboración de elementos, la tabla periódica, etc. Además con el código de detección, se pueden ver en Realidad Aumentada, los elementos de la tabla periódica y sus composiciones; el uso de la cámara solo sirve para afianzar los conceptos aprendidos del usuario en los ejercicios previos.



Imagen 27, del juego Arloon Chemistry, de Arloon

Respecto a esta marca, podemos observar que las aplicaciones de Arloon están destinadas a los colegios, exclusivamente para enseñar ciertas materias o asignaturas y de uso en algunos casos, más científico, las interfaces son todas las mismas y no van a un público general sino a un público muy concreto, en este caso a un público estudiantil que cursa primaria y/o secundaria. La página web es simple, fácil de entender y moverse, está estructurada a la venta de las aplicaciones, sin embargo cada vez que se selecciona un juego para observar de qué trata, se puede observar que actualiza toda la página web y cada enlace que define a un juego tiene incrustado varios videos que ralentizan la visualización de la página.

En conclusión, se evalúan los puntos fuertes a tener frente los juegos comentados anteriormente, que contienen una aplicación y un juego clásico o en el caso de los juegos de Arloon, contengan realidad aumentada. En todas las empresas evaluadas, los juegos digitales van unidos al juego físico van unidas, pero no crean juegos para cada parte por separado, esto provoca que el juego tenga muy poca utilidad o ninguna cuando al separar la aplicación del juego físico, sea imposible jugar por separado ya que van unidos. Un ejemplo es que el juego de Osmo Tangram, sin la tableta, el usuario no puede jugar porque no sabe que imagen ha de realizar o al contrario, sin las piezas la tableta no tiene ninguna utilidad de juego.

Producto	Tecnología	Multi Sensorial	Para colegios	Válido Juguete sin App	Válido App sin juguete	Aplicación gratuita	Sistemas operativos	PVP Juguetes
Osmo	Detección de patrones	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	iOS	38-39€
i-Wow	Realidad aumentada	NO	NO	NO	NO	NO	Android e iOS	3-15€
Arloon	Realidad aumentada	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	Android e iOS	No juego físico
KiBi	Realidad aumentada	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	Android e iOS	29-49€

4.2. Análisis de alcance y requisitos para el desarrollo de la App

Durante los estudios del producto y el análisis de competencias, se observó que el producto de la empresa, tanto físico como el producto digital a desarrollar, debía tener un público infantil; a partir de saber el público al cual iba destinado, se escogieron los juegos o escenas principales a desarrollar y qué debía contener comparando los productos físicos parecidos de la competencia y que tuvieran un público similar; debido a que el contrato con la empresa iba a ser de 3 meses, la aplicación no debía ser muy extensa, ni con muchos juegos diferentes o con gran contenido el cual desarrollar, ya que se quería ver al finalizar el contrato un producto si no finalizado, con pequeños retoques para acabar.

La idea inicial fue de crear una aplicación lo más sencilla posible, interactiva y atractiva para que los padres, madres o tutores de los menores viesen la aplicación como una ayuda para el aprendizaje de sus hijos/as y sobretodo, que fuera agradable al público infantil al cual iba destinado, sin sobrecargar el entorno y contenido visual. Inicialmente se planteó desarrollar solo el juego de realidad aumentada y en el caso de que se finalizara o tuviera más tiempo para desarrollar, se incluyera un juego de cartas visuales de parejas.

Los requisitos para el desarrollo de la aplicación que se especificaron, tras analizar los anteriores apartados fueron de crear una aplicación sencilla y vistosa, rápida al cambiar de escenas o juegos dentro de la misma aplicación. Además se indicó que una escena o juego de la aplicación debía detectar los cubiletes del producto y mostrar en pantalla los objetos 3D a los que hacían referencia, que la detección de los cubiletes debía ser rápida y que la probabilidad de equivocación en la detección de los cubiletes fuera menor del 10%, umbral establecido por los directores del proyecto para evitar producir que los usuarios dejaran de utilizar el producto digital por estos fallos.

En el caso de desarrollar un juego de cartas, debía ser un juego de parejas, donde se mostraran un número aún por determinar de cartas, donde los usuarios debían seleccionar las cartas existentes con la información cara hacia abajo y al seleccionar cualquier carta, esta debía girar; la finalidad del juego era que el usuario debía conseguir hacer parejas antes de que el tiempo finalizase; también se indicó que si existía la posibilidad, se crearan diferentes dificultades, donde se aumentara el número de cartas y se redujera el tiempo por juego.

Se comentó también la posibilidad de desarrollar un juego paralelo al juego de cartas visual por parejas, donde la única diferencia fuese que en vez de observar las cartas, el usuario debería escuchar los sonidos que emitan las cartas al seleccionarlas, en el caso de seleccionar dos cartas con el mismo sonido, estas giraran y mostraran la imagen acorde al sonido escuchado.

Estos juegos de cartas no debían estar sobrecargados con imágenes ni botones, además debían ser juegos para jugar unas partidas rápidas, donde el tiempo es un factor importante.



Se pueden sintetizar los requisitos de los juegos tanto físicos como digital en estos puntos:

- Juego gratuito accesible en tiendas iOS y Android
- Juego digital sencillo y sin mucha complejidad, interactivo, colorido, atractivo a la vista
- Juego digital con contenido educativo
- Para público infantil a partir de 2 años
- Separar juego digital de juego físico, poder jugar sin la necesidad del otro componente
- Juego de realidad aumentada para visualizar los objetos 3D de cada cubilete
- Juego de realidad aumentada detecte 2 cubiletes a la vez sean o no del mismo tipo, pero del mismo juego de tablero
- Juego digital de cartas visual por parejas en caso de no tener juego físico
- Juego digital de cartas auditivo por parejas en caso de no tener juego físico
- Diferentes dificultades y jugadores para el juego digital de cartas

4.3. Herramientas de trabajo y su elección

En la actualidad existen muchas herramientas de trabajo para crear una aplicación móvil. Existen motores de juego con características únicas, con ventajas y desventajas; también existen Kits de Desarrollo de Software llamados en inglés SDK o Software Development Kit; estos kits normalmente son nativos de un sistema operativo específico, para la creación de software y juegos. Los motores de juego en algunos casos son más completos que otros, algunos son gratuitos o con cuotas, y en el caso de pagar las cuotas, estos motores habilitadas mejores características que las versiones gratuitas.

Entre las plataformas y motores de juego más conocidos, se han tenido en cuenta las que se centran en el desarrollo de videojuegos para dispositivos móviles, pero sobretodo, las plataformas que utilizan widgets o addons ¹¹con soporte a Realidad Aumentada (RA) y posibilidad a Realidad Virtual (RV) y con facilidad de exportación de proyectos a dispositivos móviles con diferentes sistemas operativos.

Entre las herramientas vistas, se destacan:

- **Android Studio y XCode**, Estas herramientas de trabajo, permite el desarrollo exclusivo para el sistema operativo móvil Android e iOS (respectivamente), permiten acceder a cualquier componente de hardware del móvil y programarlo a gusto del usuario. Existen librerías para facilitar y simplificar la programación al usuario, contiene proyectos ejemplo para enseñar al usuario a empezar con nuevos proyectos y foros especializados para ayudar a conocer el software necesitado acorde al proyecto y al hardware. Los lenguajes de programación de Android más conocidos y utilizados son: Java, C, C++, C#, .NET o VisualBasic; existen algunos lenguajes para desarrollar Android. Los lenguajes de la herramienta XCode para desarrollar en iOS son Objective-C y Swift.
Una ventaja frente a los motores de juego, es que en el caso de querer acceder a un hardware actual e innovador, es factible programarlo con tan solo actualizar la herramienta de trabajo, ya que estas herramientas están dedicadas exclusivamente para hacer funcionar su software con todo el hardware actual y también con el antiguo. El uso de estas herramientas para el desarrollo de aplicaciones mejora la fiabilidad y el rendimiento frente a otras herramientas en el hardware a utilizar.

Uno de los principales inconvenientes que nos encontramos con estas herramientas es el uso de la cámara, más concreto con la detección de códigos o patrones para visualización de objetos 3D; existen librerías de código cerrado que facilitan su uso pero tienen limitaciones y obligan en algunos casos a dejar marcas de agua ¹²en la pantalla del dispositivo al utilizar su software, además el uso de objetos 3D se necesitan de librerías externas tipo OpenGL (en el caso de Android) para poder visualizarlas en la aplicación, ya que de forma nativa no existen. Otro inconveniente de utilizar una herramienta de trabajo específica, es la exportación a otros sistemas operativos móviles o de sobremesa, en la mayoría de casos estas herramientas utilizan un lenguaje de programación exclusivo, con diferente arquitectura y jerarquía, exportar los proyectos a otras plataformas se hace tedioso y en la gran mayoría de casos es recomendable crear unos proyectos en estas plataformas y reutilizar el código necesario con el lenguaje de programación exclusivo de esa herramienta.

¹¹ [Widgets, addons o plugins](#) está definido en el Glosario

¹² [marca de agua](#) está definido en el Glosario



Unreal Development Kit 4 (UDK4), es un kit de desarrollo de videojuegos que a mediados 2015 se hizo gratuito para la creación de juegos y aplicaciones, cuenta con interfaz intuitiva, es de fácil aprendizaje ya que cuenta con proyectos de ejemplo y guías, existen foros especializados y cuenta con tutoriales para comenzar a introducirse en el mundo de la programación tanto en 2D como en 3D. Además la interfaz no ha cambiado mucho para aquellas personas que en un pasado han utilizado antiguas plataformas de UDK y han actualizado al nuevo motor, también existen mensualmente actualizaciones que mejoran el rendimiento y añaden mejoras a la plataforma. UDK acepta solo la importación de objetos 3D con formato fbx y obj.

Este motor de juego utiliza dos tipos de programación, programación con C++/UnrealScript y BluePrint¹³, con la programación en C++ se puede exportar el código y ejecutarlo en otras plataformas compatibles; la programación con BluePrint facilita a aquellas personas que no saben programar en un lenguaje de programación como C++, Java o C# a utilizar unas herramientas que convierten las acciones, conexiones o cualquier tipo de función visual en código escrito programado; además se pueden combinar las funcionalidades de BluePrint con C++ sin que conlleve a problemas de ejecución o compilación.

Ventajas frente a las herramientas nativas son: el motor de juego tiene mejores gráficos frente a un kit de desarrollo exclusivo de un sistema operativo, además permite el desarrollo para diferentes plataformas, ya sea Xbox, PlayStation, Nintendo, sistemas operativos como Windows, Android, iOS y Windows Phone, con tan solo un único proyecto. Este motor de juego cuenta con la opción de añadir realidad aumentada o realidad virtual al proyecto, unas opciones adicionales que hoy en día van cogiendo más fuerza en el mundo de los juegos y aplicaciones. Si se busca trabajar con objetos 3D, la misma plataforma tiene una tienda para adquirir los objetos por separado y utilizarlos tantas veces como se quiera.

En este kit de desarrollo se puede programar para cualquier tipo de dispositivos y luego con pequeños cambios en el código, exportar estos proyectos a otras plataformas como móviles y sobremesa (pequeños cambios se refieren en el rendimiento de un dispositivo móvil no es igual al rendimiento de un equipo de sobremesa y hay que adecuar el proyecto para el cual va destinado).

¹³ [Blueprint](#) está definido en el Glosario

Unity3D versió 5, es un kit de desarrollo de juegos gratuito para desarrollo de aplicaciones, con interfaz intuitiva; existe una versión profesional la cual se debe pagar unas licencias, estos pagos pueden ser mensuales o un pago único, con esta versión profesional se desbloquea todo el contenido del motor de juegos que inicialmente está bloqueado. Este motor de juegos ha cambiado pequeños matices de la interfaz a lo largo de los años, sobretodo para evitar problemas con los clientes¹⁴, sin embargo mensualmente recibe actualizaciones y parches de mejoras de todas las secciones en las que se puede programar con este motor. En cuanto a la programación, Unity3d acepta varios tipos de lenguajes de programación (C#, JavaScript y Boo), siendo el lenguaje predominante a día de hoy C#. Unity3d cuenta con tutoriales gratuitos en su página oficial, los cuales se pueden seguir y aprender para crear juegos y aplicaciones tanto en 2D como en 3D, también cuenta con un foro oficial donde resolver dudas y aportar ideas; Unity también acepta la importación de objetos 3D siendo los formatos o extensiones aceptados mucho más diversos que otros motores (fbx, dae, 3ds, dxf, obj). Este motor de juego frente a las herramientas nativas tiene mejores gráficos, se puede construir juegos 2D y 3D con facilidad, se pueden utilizar plugins o paquetes ya creados de terceros que facilitan el desarrollo de cualquier aplicación o juego; también la facilidad de exportación para múltiples sistemas operativos tanto de sobremesa, móviles y consolas, aunque con ello no iguale el rendimiento de una herramienta de desarrollo exclusiva del sistema operativo concreto.

Para más información del motor de juegos Unity y conocer el funcionamiento interno, existe una guía del flujo de control en el [Apéndice](#).

CryEngine, es un kit de desarrollo de juegos muy potente, en Marzo de 2016 se liberó la plataforma para que cualquier persona pudiera desarrollar, antes tenía cuotas mensuales para seguir trabajando ahora solo admiten donaciones y pagar lo que quieras. Este motor de juegos además también se ha utilizado para crear y desarrollar aplicaciones en dispositivos móviles, aunque hoy en día estas versiones están capadas y no se pueden programar en ellas; CryEngine es más potente que Unity3d o UDK4 en cuanto a calidad gráfica, la plataforma es mejor para crear juegos con una calidad muy alta para equipos de sobremesa y para consolas. Usa como lenguajes de programación C++, Lua y C#; también acepta la importación de archivos 3D, con extensión fbx, dae, obj.

Debido a que no se puede generar aplicaciones hoy en día con CryEngine para plataformas móviles, se descartó este motor de juegos para la generación de la aplicación en Android e iOS.

La plataforma objetivo ha sido implementar la aplicación para el máximo número posible de dispositivos móviles y tabletas con sistema operativo Android e iOS, aunque se espera que en un futuro se pueda desarrollar en Windows Phone, en equipos de sobremesa y en portátiles con Windows y Mac OS, actualmente la plataforma desarrollada es Android y existe otra versión ciertos fallos gráficos para iOS, pero la funcionalidad es correcta.

Debido a la necesidad de licencias como desarrollador de pago para dispositivos de Apple y Windows Phone, se comenzó el desarrollo en Android y ha sido continuado hasta que no se finalice el testeado en esta plataforma.

Tampoco se desarrolla en paralelo para otros sistemas operativos porque al exportar el proyecto de Android a iOS, existen funcionalidades que son exclusivas en cada uno y también por la existencia de ciertos fallos en algunos sistemas operativos móviles concretos que aún no se han solucionado.

¹⁴ [Cliente](#) está definido en el Glosario

Un factor también importante por el cual no se desarrolló antes en otros sistema operativo, es debido a la posesión de varios equipos Android (tableta y móvil) y porque la compilación en un equipo que no fuera Android como es el caso del sistema operativo iOS, implica generar un proyecto en XCode para luego compilar el proyecto en el ejecutable de los iPad y iPhone, y el programa XCode es exclusivo de equipos Apple e inicialmente no se programó en el sistema operativo Apple.

Una vez conocidas todas las plataformas más importantes del mercado y hacia qué plataforma objetivo se quiere implementar, se realiza la selección de la plataforma idónea y se escoge Unity3D 5 como plataforma de desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, debido a su alta usabilidad, por la existencia de plugins o contenedores gratuitos con capacidad de importarlos y exportarlos, y posibilidad de utilizar la cámara de video en los dispositivos móviles de forma sencilla y rápida. También se escoge debido a que la gestión de los recursos en esta plataforma facilita su uso para un amplio abanico de dispositivos móviles que con otras plataformas de videojuegos no son soportados. Además, tiene una gran comunidad que da soporte a problemas que pueden aparecer durante el tiempo de programación; su lenguaje de programación (C#) muy parecido a Java o C++ facilita su uso y la existencia de documentación con proyectos gratuitos (o demos) para la comprobación del funcionamiento de plugins a usar; estos plugins en algunos casos no existen en otras plataformas con la incomodidad de tener que programarlos y su consecuente coste temporal.

Escogida el motor de juegos para el desarrollo de la aplicación (que en este caso es Unity3d), se escogió el lenguaje con el cual programar de las 3 posibilidades; no existe exclusivamente un solo lenguaje para programar; de igual manera se ha centrado todo el proyecto en el lenguaje C#, debido a su facilidad que mejora con respecto a sus antecesores (UnityScript y Boo), además de que tiene cierto parecido al lenguaje de programación Java.

C# es un lenguaje orientado a objetos al igual que Java, siendo Java el lenguaje predominante e inicial que se ha estudiado durante toda la carrera.

En los tutoriales de esta plataforma y en los foros oficiales del motor de juego, se advierte que el uso de varios lenguajes simultáneos puede provocar errores o fallos inesperados difíciles de resolver debido a que no tienen porqué ejecutarse en el mismo orden en la cola de prioridades.

Que se haya elegido el lenguaje de programación C#, se debe a que ciertos plugins o paquetes usados durante la implementación de la aplicación no funcionan en JavaScript y Boo, incluso algunos de estos plugins, están obsoletos y en algunos casos ya no existen o han sido eliminados de los repositorios para evitar que cualquier programador los utilice y le falle.

Las demos probadas y los tutoriales realizados han sido en su gran mayoría implementadas en C# y al leer en diferentes fuentes digitales, los scripts¹⁵ asociados a estas pruebas indicaban que es recomendable tratar con C# por su alta manejabilidad y estabilidad.

¹⁵ [Script](#) está definido en el Glosario

Como se ha explicado anteriormente, Unity3d acepta contenedores de terceros para agilizar el desarrollo de aplicaciones y juegos. Durante el estudio de viabilidad y el análisis de alcance, se estudiaron las diferentes posibilidades para la detección de los objetos con patrones y el visualizado de los objetos 3D. Se desestimó crear un método de reconocimiento desde cero, debido al alto coste temporal y económico que supondría; para reconocer patrones se buscó una alternativa que estuviera creada o al menos ya iniciada, mediante plugins o paquetes de terceros los cuales importar al motor de juego Unity3d.

Durante la búsqueda de aplicaciones de la competencia, se observó la pantalla de las tabletas de varias empresas, en ellas se observó que utilizaban un plugin llamado "Vuforia", en algunos videos se podía observar que tenían una marca de agua en la parte inferior izquierda, al investigar se encontró que este plugin, era viable en la plataforma Unity3d, Android e iOS; además no hacía falta de una cuota para su uso, aunque si que exista de una versión de pago para eliminar esta marca en la pantalla al utilizar la cámara del dispositivo.

Este plugin no es de código libre pero sí tiene la opción de poder modificar ciertas características y scripts de la cámara así como el visualizado de los objetos 3D.

El framework de Vuforia tiene un nivel de abstracción sobre los periféricos de los diferentes sistemas operativos móviles que ayuda a trabajar de una manera fácil y sencilla sin tener que programar expresamente para un sistema en concreto o una cámara.



(Nivel de abstracción de Vuforia, imagen 28)

En la imagen podemos observar que gracias al framework de Vuforia, el programador no ha de concretar las funcionalidades de la cámara así como el sistema operativo en el cual se ejecuta; además gracias a Vuforia, el programador puede generar y utilizar botones virtuales e imágenes para la detección de los patrones de una manera más ágil y no debe de preocuparse en programar estas funcionalidades.

El framework deja cierta libertad a poder modificar aspectos de la cámara, cuando detecta los patrones e incluso del renderizado de los objetos 3D, los cuales se mostrarán cuando el dispositivo detecte un patrón.

4.4. Estudio de viabilidad

La empresa KiBi inicialmente tenía en mente tener un juego clásico (tablero con cubiletes y cartas), para abarcar un mercado más amplio decidió crear una aplicación complementaria al juego clásico, pero el uso de esta aplicación no debía tener prioridad respecto al juego inicial y viceversa; la empresa creó diferentes formas de juego respecto si el usuario tiene en posesión una tableta o no.

CON TABLET	SIN TABLET
1- Juego de piezas + Aplicación	3- Juego de piezas + Cartas
2- Sólo Aplicación (Memory Visual o Auditivo)	4- Sólo juego de piezas

Respecto a crear una aplicación para dispositivos que detectara que cubilete se seleccionaba, la empresa inicialmente tenía la idea de utilizar códigos NFC dentro de los cubiletes, para así poder distinguir las piezas de cada juego, con ello tenía en mente que al acercar el cubilete al dispositivo electrónico apareciera en la pantalla el objeto que representa mediante los sentidos. Debido a los pocos dispositivos en el mercado actual que tienen NFC así como los sistemas operativos que lo usan son pocos, busqué una alternativa al sistema de detección NFC.

Encontré una alternativa al NFC utilizando la cámara trasera de los dispositivos electrónicos, accesorio que actualmente existente en todos los móviles y hoy en día comienzan a ver más en las tabletas. La detección de los cubiletes con el uso de la cámara es muy parecido al utilizado en los códigos Bidi. Además cualquier sistema operativo actual tiene acceso a la cámara del dispositivo, a diferencia del sistema NFC, que en dispositivos Apple y Windows Phone, durante este estudio ha estado bloqueado y no ha existido una implementación. La implementación de los códigos NFC pasivos en el interior de los cubiletes es más cara que unos códigos impresos y grabados sobre la superficie del cubilete.

En conclusión, la existencia de la cámara trasera en los dispositivos electrónicos es mayor frente al sistema NFC, además de que el sistema operativo predominante actual que daba acceso a programar con NFC es Android mientras que la cámara es utilizado en cualquier sistema operativo. El precio del sistema NFC es más caro que la impresión de un código parecido al BiDi. Otros factores a utilizar la cámara es la compatibilidad de detectar dos cubiletes al mismo tiempo mientras que con el NFC no es posible, además con la cámara al enfocar sobre el cubilete, podemos mostrar el objeto 3D y que este siga las posiciones en todo momento.

El tiempo estimado para la implementación de la detección de objetos con la cámara y de la creación de una aplicación, fue de 3 a 5 meses frente a la implementación del sistema NFC y la aplicación, que se estimó un tiempo de 9 a 12 meses.

5. Estructura y diseño

5.1. Fases de desarrollo

Al inicio del proyecto, se planificó un Diagrama de Gantt y se utilizó el método Kanban para separar las tareas en más simples, a partir de los meses que tenía el alumno la beca de trabajo con la empresa KiBi Toys S.L., se dividió las tareas del proyecto en 3 fases las cuales poder trabajar en paralelo y a la vez, (como por ejemplo aprender e implementar o revisar con el jefe de departamento las pruebas y diseñar nuevas escenas no previstas en el inicio). Las 3 fases que dividen el proyecto son:

Primera fase con nombre “Análisis”, que viene dado por los análisis de competencias, alcance y requisitos, flujo de trabajo y el diseño de interfaces. En esta fase inicial se documentó las ideas del proyecto a realizar y el alcance del proyecto.

En la segunda fase con nombre “Implementación”, se desarrollan todas las ideas que en la fase inicial se han validado, se aprende el entorno de desarrollo, se realizan pruebas que testean la aplicación en dispositivos móviles y se prueban los códigos de realidad aumentada que en la fase de Análisis se generaron. Se estimaron nueve semanas de trabajo, además de planificar los encuentros con el jefe de departamento a mitad y final de cada mes, donde revisar las novedades, reorganizar el proyecto y avanzar con el diseño y la lógica del juego. Esto evitaría rehacer las escenas una vez terminadas y sobretodo finalizarlas en el menor tiempo posible.

En la tercera y última fase con nombre “Revisión cliente”, se realizan las pruebas oportunas con el jefe de departamento e inversores, se validan las pruebas que están correctas y se añaden nuevos errores o bugs encontrados.

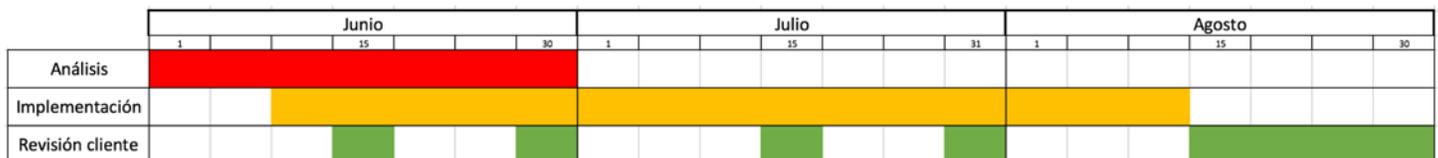


Imagen 29 del diagrama de Gantt inicial de 3 meses de trabajo

Durante el desarrollo de la aplicación se utilizó herramientas de versionado Git¹⁶ para el código escrito, utilizando la plataforma web Bitbucket¹⁷ como servicio de alojamiento y con el jefe de departamento con interfaz gráfica de usuario para el control de las versiones llamada SourceTree¹⁸. También se utilizó la aplicación Trello¹⁹ como herramienta para organizar el trabajo y tener una idea global de la evolución del proyecto como de los integrantes del grupo, y Dropbox²⁰ como almacenamiento del material necesario que no está en formato código(binarios, imágenes o vídeos).

Las tareas desarrolladas en el proyecto fueron, en resumen:

- Creación de escenas²¹ en Unity
- Creación de un selector por cada juego
- Creación de parámetros para el selector de dificultad y número de jugadores
- Asignación de imágenes del juego de cartas visuales en posiciones aleatorias a través de script e informar al script principal de su ubicación y posicionamiento
- Bloqueo de imágenes cuando se han conseguido parejas
- Asignación de los sonidos en los juegos de cartas auditivas de la aplicación así como el sonido en general y ambiental
- Asignación del plugin Vuforia como medio para la detección de patrones
- Enlazado de los patrones de reconocimiento con los objetos 3D y su visualización
- Enfoque de la cámara al detectar una pulsación en la pantalla en el juego de realidad aumentada
- Incorporación de animaciones en algunas escenas
- Incorporación de videos en dispositivos móviles
- Incorporación de una pantalla introductoria o “Splash²²”
- Creación de escena informativa, de ayuda con deslizamiento vertical
- Creación de un enlace que abra un navegador a la página web para la compra de otros productos físicos

¹⁶ [Git](#) está definido en el Glosario

¹⁷ [Bitbucket](#) está definido en el glosario

¹⁸ [SourceTree](#) está definido en el glosario

¹⁹ [Trello](#) está definido en el glosario

²⁰ [Dropbox](#) está definido en el glosario

²¹ [Escena](#) está definido en el glosario

²² [Splash](#) está definido en el glosario

5.2. Casos de uso

Algunos de los casos de uso de esta aplicación más importantes, representados en alto nivel respecto a la interacción del usuario con la aplicación móvil son: el enfoque de la cámara y el emparejamiento del juego de cartas visuales y auditivas con los objetos (GameObject²³) que están representados en la interfaz (visual y auditivo).

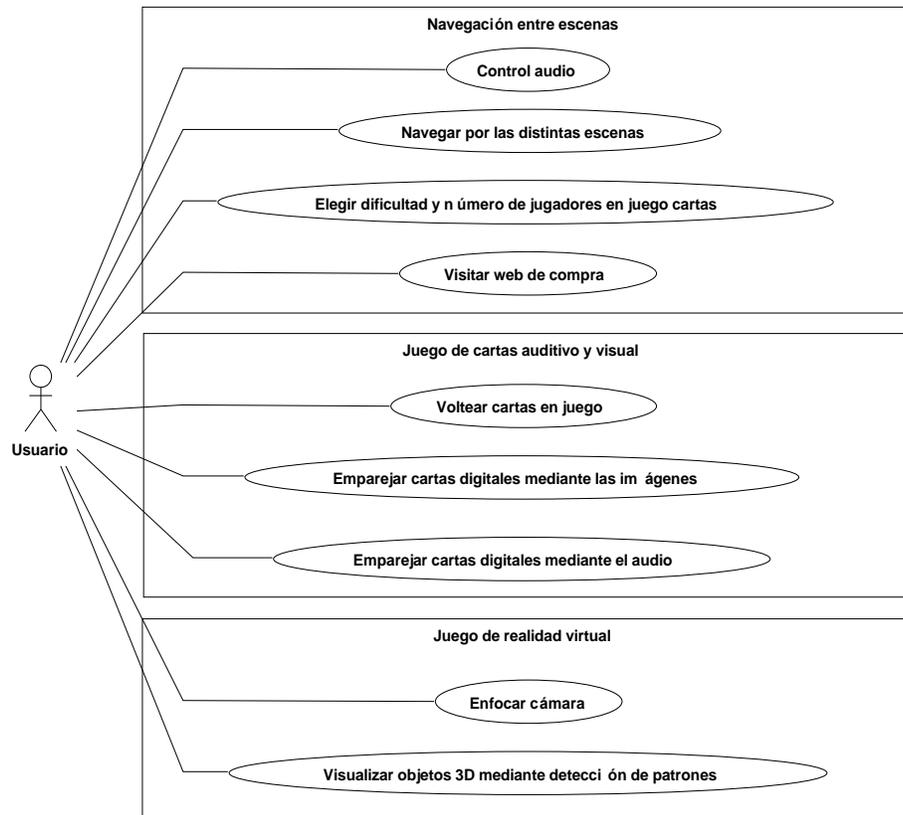


Imagen 30 de los casos de uso de la aplicación

De los casos de uso existentes, se explican solo aquellos que han implicado un esfuerzo mayor que el resto o un problema/reto durante la implementación, para que la interacción del usuario con la aplicación haya sido gratificante y entretenida.

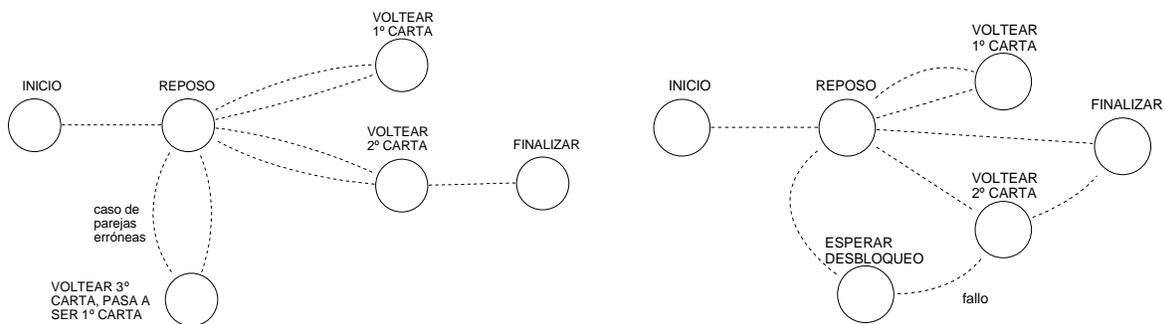
²³ [GameObject](#) está definido en el Glosario

De los casos de uso existentes, definimos como más importantes 3: el emparejar cartas visuales en juego de cartas; el emparejar cartas auditivas en juego de cartas y el enfoque de la cámara para la detección de los patrones. Este último se explica debido a que los patrones de reconocimiento son muy pequeños y las cámaras actuales de las tabletas no son de gran calidad.

En el primer caso de uso, se explica como emparejar cartas visuales y se aborda como acabar el juego consiguiendo hacer parejas. En este juego, se puede interaccionar con las cartas tantas veces como quieras y tiempo tengas, al seleccionar cualquier carta de forma individual, gira para mostrar el contenido existente en la parte trasera de la carta. Si se voltean dos cartas, el juego comprueba que las imágenes en la parte trasera de las cartas tengan la misma imagen, en caso de acertar, el juego bloquea estas cartas para no volver a interaccionar con ellas, en caso de fallar, las cartas se voltean automáticamente pasados unos segundos.

Nombre	Emparejamiento del juego de cartas visuales
Descripción	El usuario selecciona y voltea dos cartas distintas y las visualiza, en el caso de ser iguales y acertar, las cartas se bloquean; en caso contrario se voltean indicando que se ha fallado
Actor	Usuario
Precondición	Haber seleccionado cualquier juego visual en el juego de memoria de las cartas y jugar dentro del tiempo establecido
Comentarios	En el caso de dificultad menor, las cartas no se voltean hasta seleccionar una tercera carta y voltearla

Caso de uso 1, emparejamiento del juego de cartas visuales



Imágenes 31 y 32, del diagrama de flujo del caso de uso 1, emparejamiento del juego de cartas visuales

En el segundo caso de uso, se explica como emparejar cartas auditivas, se explica la precondition de que el usuario debe tener el volumen del dispositivo alto para tener una experiencia fluida y divertida y se aborda como finalizar el juego consiguiendo hacer parejas. En este juego, se puede interaccionar con las cartas tantas veces como quieras y tiempo tengas, al seleccionar cualquier carta de forma individual, gira para reproducir el contenido existente en la parte trasera de la carta. Si se voltean dos cartas, el juego comprueba que los sonidos en la parte trasera de las cartas sean el mismo, en caso de acertar, el juego bloquea estas cartas para no volver a interaccionar con ellas y muestra la imagen que representa, en caso de fallar, las cartas se voltean automáticamente pasados unos segundos.

Nombre	Emparejamiento del juego de cartas auditivas
Descripción	El usuario selecciona y voltea dos cartas distintas y las escucha, en el caso de reproducirse iguales las dos cartas, significa haber acertado, las cartas se voltean y muestran el aspecto visual de qué las reproduce; en caso contrario se voltean al mismo estado inicial
Actor	Usuario
Precondición	Haber seleccionado cualquier juego auditivo en el juego de memoria de las cartas y jugar dentro del tiempo establecido
Comentarios	

Caso de uso 2, emparejamiento del juego de cartas auditivas

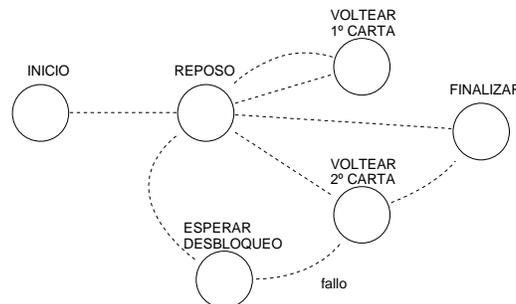


Imagen 33, del diagrama de flujo del caso de uso 2, emparejamiento del juego de cartas auditivas

En el tercer y último caso de uso, se explica el problema que representa el no usar un enfoque de la cámara del dispositivo, se aborda la gran ayuda que favorece a la detección de los patrones para su posterior visualizado en 3D. Sin el enfoque de la cámara, el juego no funciona correctamente, hasta el punto de no detectar ningún patrón de reconocimiento en algunas situaciones o mostrar objetos 3D erróneos por no tener nitidez en el enfoque y no detectar correctamente el patrón.

Nombre	Enfoque de la cámara trasera del dispositivo electrónico
Descripción	El usuario enfoca la imagen superior del cubilete o juego físico a visualizar, con unas condiciones de iluminación óptimas. En caso de no aparecer el objeto 3D, el usuario puede tocar la pantalla para que enfoque el objeto que tenga más cerca y así pueda detectar el patrón para visualizar el objeto 3D.
Actor	Usuario
Precondición	Estar en cualquier juego de realidad aumentada
Comentarios	La distancia de enfoque en los patrones tiene un rango diferente en cada dispositivo

Caso de uso 3, enfoque de la cámara en el juego de realidad aumentada

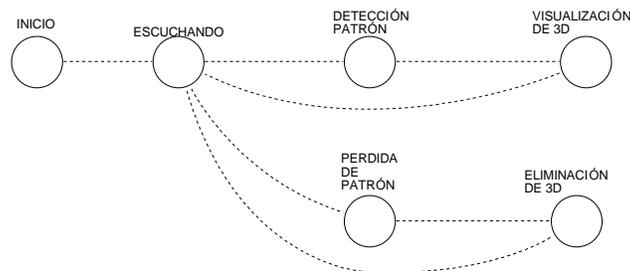


Imagen 34, del diagrama de flujo del caso de uso 3, enfoque de la cámara

5.3. Diseño interfaces de la aplicación

5.3.1. Diseño inicial

Al tratarse de una aplicación complementaria al juego físico, diseñada y enfocada a los menores de edad, se tomó la decisión de implementar una interfaz gráfica colorida y atractiva a la vista (en los menús iniciales no existían imágenes pero en el apartado de juegos, el juego de cartas como el juego Vuforia sí); sobretodo se buscó la sencillez en cuanto al número de botones con los cuales interactuar, para que el público infantil no se cansara de navegar por la aplicación y nada más entrar, pudieran comenzar a experimentar con los juegos existentes. La aplicación se decidió diseñar en horizontal para obtener un mayor uso del tamaño de la pantalla, insertando todos los botones de la aplicación en horizontal y no dando mayor prioridad a ningún juego en concreto, ya que como se explica en el análisis de competidores, esta aplicación es complementaria pero también puede jugarse sin el juego físico, no tiene exclusiva dependencia.

Inicialmente en la interfaz principal, se insertaron 2 botones grandes que separan el juego de cartas y el juego complementario al juego físico con RA. Se pensó en colocar un botón opcional en la parte superior derecha, donde llevara al usuario a una escena de preferencias del juego, con la información, la modificación del audio, etc. esta escena no se contempló inicialmente con lo que no aparece en el diseño inicial.

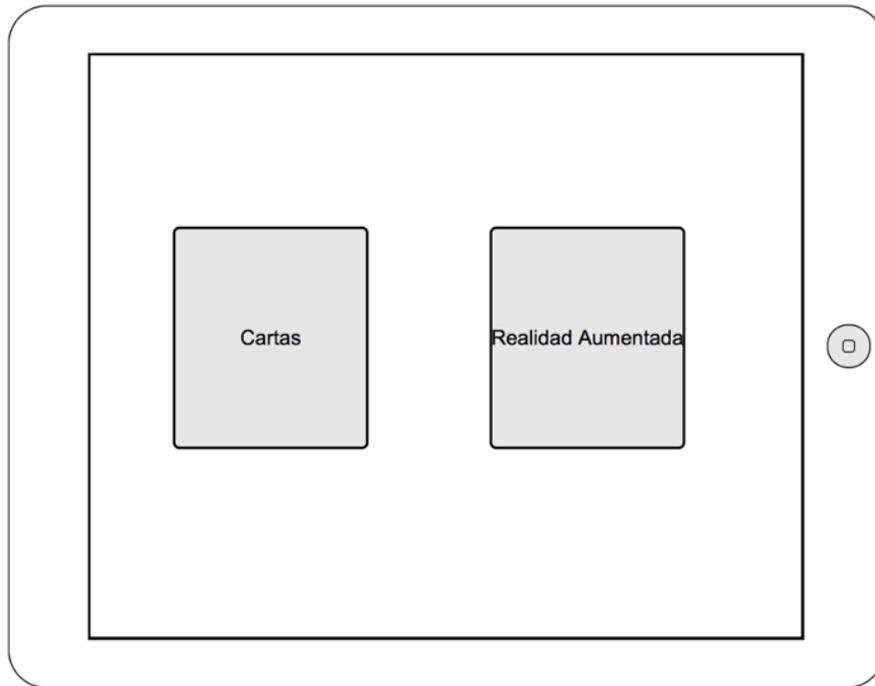


Imagen 35, del menú principal del juego

Al seleccionar el botón izquierdo con nombre “Cartas” del menú principal de la aplicación, se tomó la decisión de crear una nueva escena con los diferentes tipos de juegos asociados a las cartas; en esta escena el usuario debía seleccionar la dificultad y el número de jugadores mediante botones antes de seleccionar un juego de cartas, para que al seleccionar el juego ya tuviera las características asociadas; en caso de no seleccionar ninguna característica, el juego por defecto debía seleccionar como dificultad la más baja y un solo jugador.

Hay que indicar que inicialmente no se contempló crear un juego de cartas con audio, sino todos los juegos eran visuales.

El botón “Atrás” al seleccionarlo debía volver a la escena principal comentada en la imagen 35.

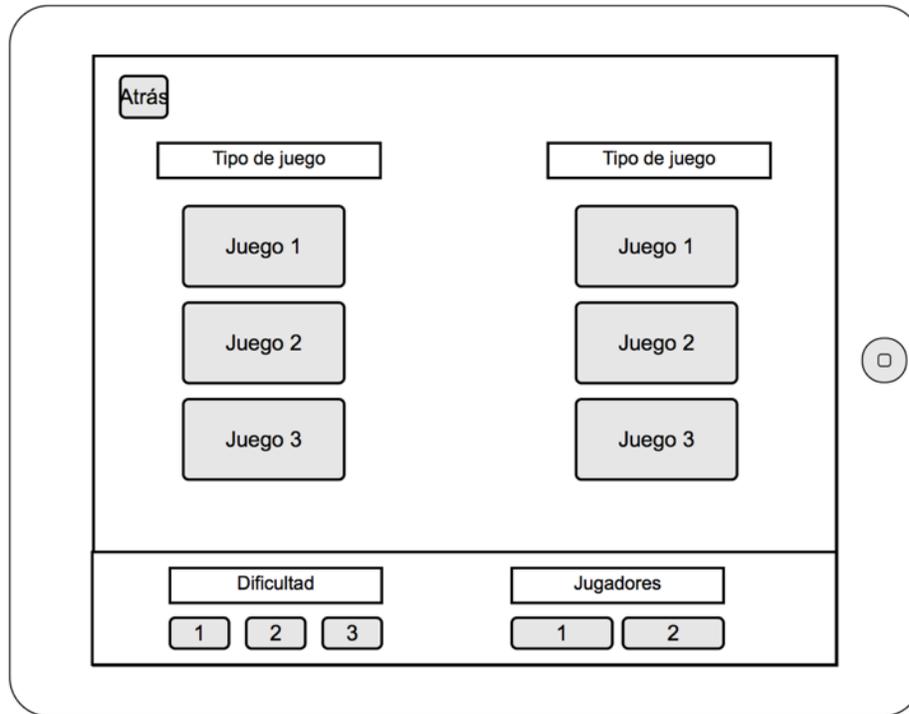


Imagen 36, selector juego de cartas

Después de seleccionar el botón con nombre “Cartas” en el menú principal y haber seleccionado cualquiera juego específico en la escena anterior, comenzaba el juego de cartas y decisión que se tomó fue crear una nueva escena que fuera común a todos los juegos de cartas, el cual aparecieran las distintas parejas ocultas boca abajo en el tablero repartidas en columnas por toda la pantalla.

El juego consiste en conseguir en el menor tiempo posible hacer parejas con la cartas existentes en el tablero, había que seleccionar una carta cualquiera y esta debería mostrar la imagen que esta en la cara escondida, si se seleccionaba otra carta, esta debería hacer exactamente lo mismo, en el caso de ser las dos cartas iguales, deberían bloquearse indicando que el usuario ha encontrado una pareja de cartas iguales, en caso contrario, las dos cartas se voltearían al estado inicial del juego. Existía la posibilidad de que el usuario al seleccionar una carta y voltearla, esta la pudiera voltear otra vez al estado inicial en caso de que se hubiera equivocado.

Debía existir un tiempo restante, que dependía de la dificultad, si el tiempo llegaba a cero, el usuario perdía la partida iniciada; esta característica no debía ser incluida hasta realizar una primera fase de desarrollo y comprobar si era necesaria o no.

Esta escena debía ser común a todos los juegos de cartas, solo debía cambiar las imágenes a visualizar, el número de cartas a repartir y los paneles de los jugadores que se deben visualizar en caso de marcar 2 jugadores (y el tiempo existente dependiendo de la dificultad). En un principio se expusieron ideas como el de un sistema de puntuación el cual mostrara los aciertos y fallos al finalizar cada partida, una base de datos online con las puntuaciones y los tiempos de las personas que habían jugado y se habían pasado el juego... Todas estas ideas se desecharon debido a que se quería simplificar el juego siendo para un usuario infantil; además de que uno de los principales problemas era que debía iniciar sesión el usuario para poder tener una base de datos online.

Otros aspectos de diseño fue el botón “atrás” existente en todas las escenas, en este caso debía enviar al usuario al menú selector de cartas, explicado en la imagen 35.

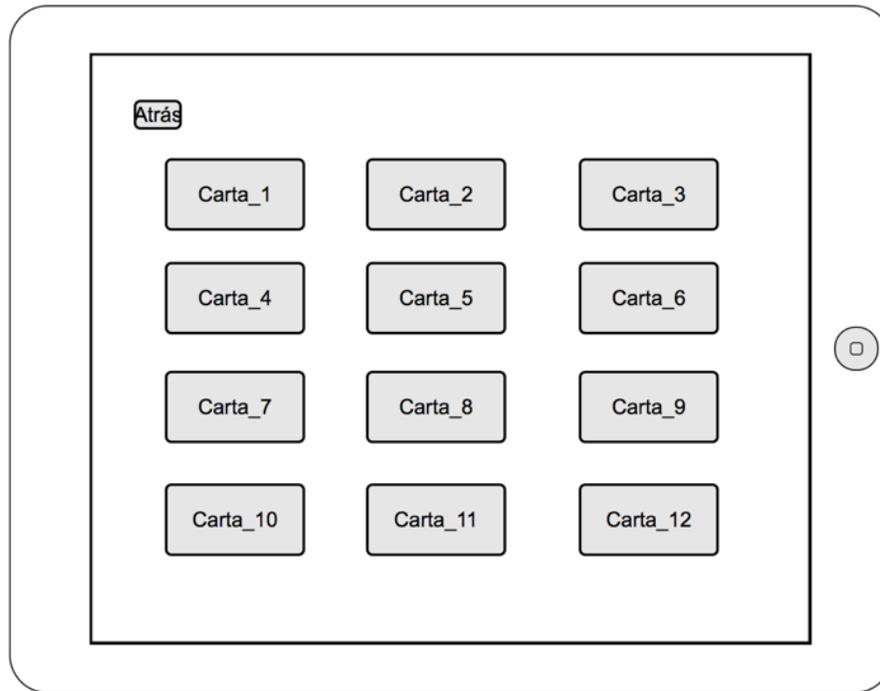


Imagen 37, juego de cartas

Volviendo al menú principal, explicado en la primera imagen número 35, si seleccionamos el botón de realidad aumentada, se llega a una nueva escena con otro selector de juego, parecido al selector de cartas. En esta nueva escena tiene un número de juegos acorde al número de juegos físicos existentes a la venta por la empresa. En esta escena a diferencia del selector de cartas, no existe una dificultad ni se puede jugar por parejas; solo existen los botones de los juegos clásicos que tendrán una imagen identificativa del juego físico y el botón “atrás” que lleva al menú principal de la aplicación.

Durante el diseño inicial se planteó la posibilidad de poner un botón en la parte inferior de la pantalla, que fuera de extremo a extremo y que llevara a la página web de la empresa, para comprar más productos físicos, debido a no estar claro si se quería o no, se dejó para futuras implementaciones.

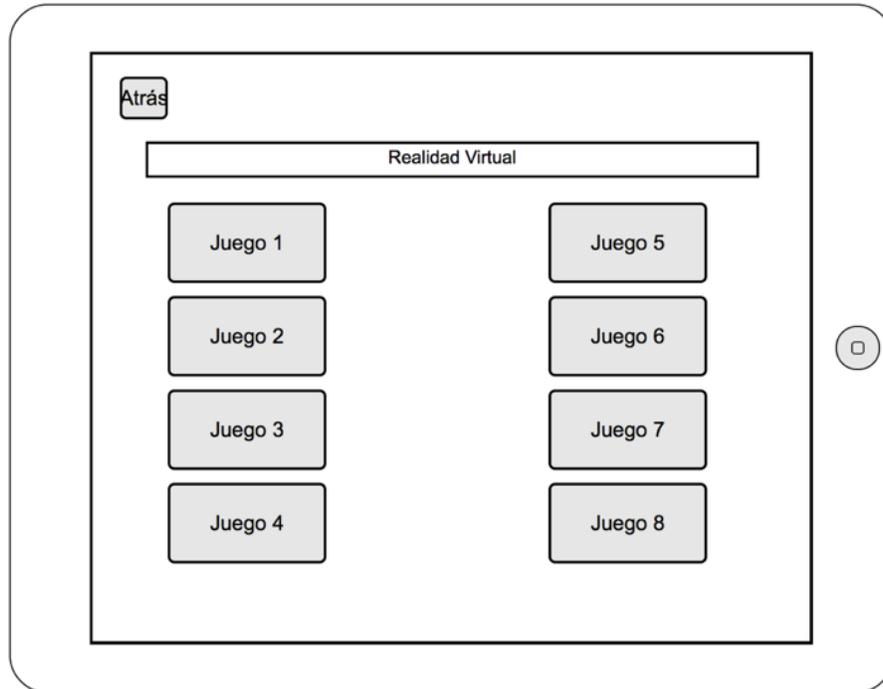


Imagen 38, selector juego de Vuforia

Después de seleccionar cualquier juego de realidad aumentada desde el selector de juegos de Vuforia, visto en la imagen 38, se llegó a la conclusión de crear una nueva escena que activara la cámara trasera del dispositivo electrónico y comenzara la detección de patrones para mostrar los objetos 3D asociados. En la escena, al detectar dos cubiletes con la imagen 3D igual, debía aparecer un mensaje en la pantalla, en la zona central, parte inferior, de acierto o en caso negativo, debía mostrar un mensaje de fallo; además si el usuario acertaba las parejas de cubiletes, se planteó de animar los objetos 3D, que se movieran y si existía la posibilidad que sonara algún tipo de sonido.

Si se mostraba un cubilete y se detectaba el código, debía aparecer también el objeto 3D encima de este código detectado, pero sin ningún tipo de animación ni sonido.

También en esta escena debía existir un botón “atrás” que llevara al selector de Vuforia, de la imagen 38, explicado en el párrafo anterior.

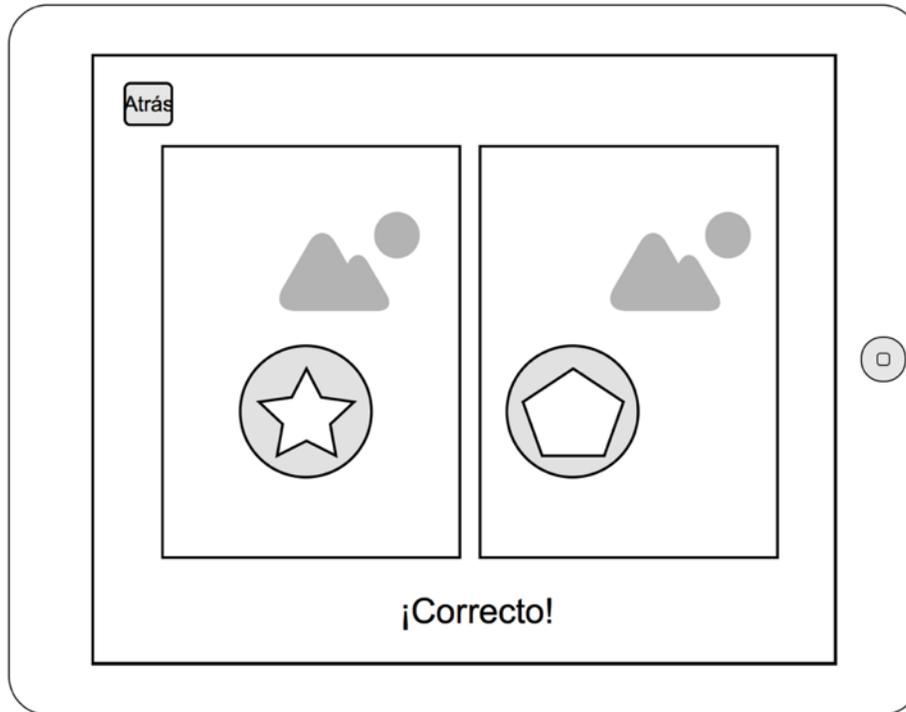


Imagen 39, selector juego de Vuforia

Se define mejor que se muestra en esta imagen para evitar desconocimiento:

Los círculos son los objetos físicos “cubiletos” a la venta de la empresa y las figuras como la estrella o pentágono son el código de detección, cada uno diferente, las imágenes superiores a cada círculo son los objetos 3D mostrados referentes a cada código en cuestión, en esta imagen se hace referencia al acierto de dos códigos con el mismo componente interior del “cubilete”.

Como última escena a desarrollar, se decidió crear un panel informativo de la compañía, esta información debía ser de los juegos existentes físicos e incluso información de cómo jugar a los juegos de la aplicación. Debía tener deslizamiento vertical para poder leer toda la información de esta escena. Durante la fase inicial de diseño, no se concretó dónde insertar esta escena, qué información mostraría o a qué escena volver, con lo que su diseño fue el menos importante y el último a desarrollar.

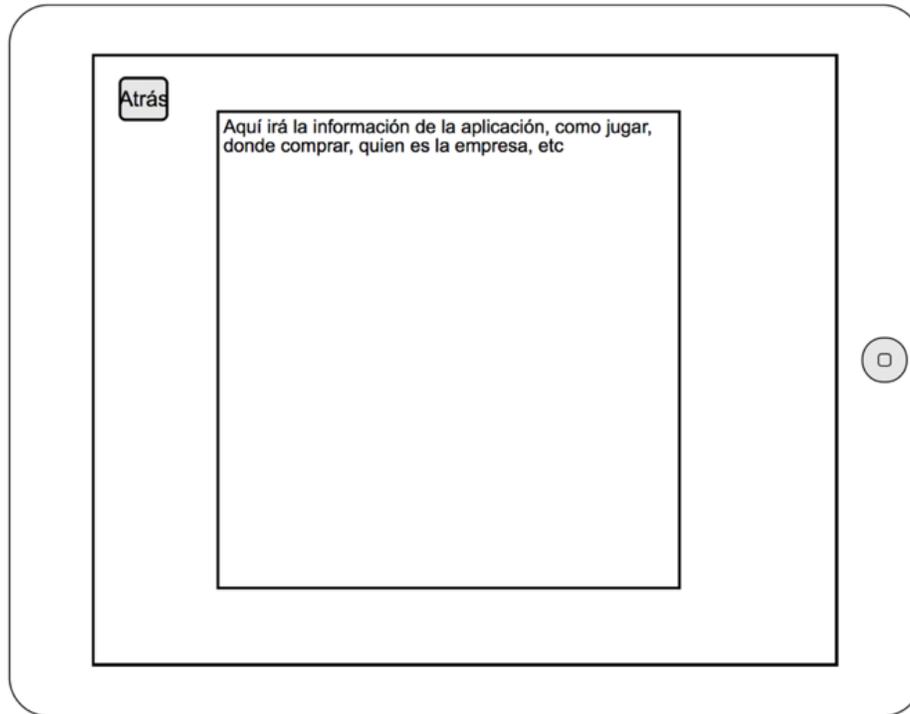


Imagen 40, panel informativo de los juegos y la empresa

5.3.2. Diseño final

Una vez hablado con el jefe de departamento y maquetados los diseños con el diseñador gráfico y los 3D con la diseñadora 3D, las diferentes escenas quedan tal que así:

El menú principal tiene varios botones más, tres de ellos son “información”, “ayuda” y “juguetes” los cuales respectivamente, van a dos escenas que se comentan al final y el tercer botón va a la página web para comprar y/u observar que juguetes físicos vende de la compañía. Existen dos botones más “Español” y “English” que cambia el juego de lenguaje dependiendo del seleccionado. También aparecen el botón de atrás (esquina superior izquierda), para poder salir de la aplicación y en todas las escenas aparece el botón de música (esquina superior derecha) que es para silenciar el sonido de la aplicación.



Imagen 63 que representa la escena principal de la aplicación

Al presionar en el botón de “Memory”, se cambia a la escena selector de los juegos de cartas visuales y auditivas; en medio de la escena está el selector de dificultad y número de jugadores que sin pulsar ninguno viene predeterminado uno de dificultad y un jugador, en caso de que se haya seleccionado una opción y se haya jugado una partida, al volver al selector de juegos de cartas, te selecciona la última configuración escogida. En esta escena sigue existiendo un botón de “ayuda”, que más adelante se comentará que muestra.



Imagen 64 que representa la escena del selector de cartas en la aplicación

Como se puede observar en las escenas siguientes donde está activo el juego de cartas (visual como auditivo) si el usuario elige multijugador al comenzar una partida, aparece un panel de información en la parte inferior de la pantalla, donde muestra información de cada jugador y los aciertos de parejas de cartas, añadiendo a su panel una estrella.

Al seleccionar como ejemplo un juego de la columna “vista”, la escena cambia y pasa a mostrar las cartas ordenadas de forma aleatoria. Dependiendo de la dificultad seleccionada, mostrará un temporizador en la parte inferior de la escena, en caso de que el tiempo se acabe, mostrará un mensaje de haber fallado o en caso contrario mostrará un mensaje de haber acertado las parejas y haber finalizado con éxito el juego seleccionado.



Imágenes 65 y 66, que representa la escena del juego de cartas visuales

Si por el contrario seleccionamos cualquiera de los juegos auditivos, aparecerá la misma escena que el juego visual, pero cuando giremos una carta, esta no mostrará la solución sino un signo de volumen indicando que se está reproduciendo, en caso de acertar las parejas musicales, estas girarán y mostrarán la imagen que representaba al reproducirse.



Imagen 67 y 68 que representa la escena del juego de cartas auditivas

Partiendo desde el menú principal y seleccionando el botón de “Realidad Aumentada”, podemos observar otra vez la existencia en el panel inferior de la escena, los mismos tres botones de “Información”, “Ayuda” y “Juguetes” que se comentan más adelante. Existe un botón oculto tras el texto del logo principal de la empresa, que al seleccionarlo envía al usuario directamente a la página web para comprar nuevos productos.



Imagen 68 que representa la escena del selector de juegos con realidad aumentada

Al seleccionar cualquier juego de realidad aumentada, se inicia de nuevo otra escena y se activa la cámara trasera del dispositivo electrónico, en esta escena existe un botón más a diferencia del diseño inicial, el botón “?” existente en la parte inferior derecha de la pantalla, que al presionarlo muestra el logo de la empresa con un mensaje en su parte superior que es seleccionable, al tocar este mensaje se activa un video de cómo juega al juego físico con la realidad aumentada.

Si se juega con el juego físico y la cámara detecta los patrones de reconocimiento correctos del reto mostrado en la parte inferior de la pantalla, en la pantalla mostrará un mensaje de “acierto”, en caso contrario se mostrará un mensaje de “fallo”.

El botón de “Ayuda” muestra en una descripción, qué ofrece la aplicación, qué apartados tiene, a qué y cómo se puede jugar y qué funcionalidad tiene esta aplicación respecto al juego físico.



Imagen 72 que representa la escena de ayuda

5.4. Implementación

En la fase de análisis inicial, se estableció la creación de las escenas como debían quedar y sus interacciones con el usuario, para no perder tiempo una vez comenzada la implementación, alterando diseños y escenas (diagrama de Gantt, imagen 29). También en la fase de análisis se pidió generar las imágenes de los patrones de detección, unos 5 o 10 códigos posibles, comprobar que dichos patrones eran únicos y que no había problemas entre ellos; con ello se quiso obtener una mayor probabilidad de éxito y un rendimiento mayor en el programador a la hora de implementar el juego.

El temor de que no conociera la plataforma de desarrollo y embarcarme en este tipo de proyectos a tan corto plazo, la empresa decidió dedicar un tiempo mayor del necesitado al estudio de las tecnologías, reducir las escenas al máximo y reducir también las implementaciones que tenía que realizar por prevención a no finalizar ninguna escena en el tiempo estimado.

La realidad fue, que durante la primera semana se generó lo necesario para comenzar la implementación, se realizaron todos los estudios necesarios y se generó las pruebas de detección de patrones, testeadas desde la pantalla de un ordenador y monitor, obteniendo resultados satisfactorios.

La primera batería de pruebas para los patrones de detección que se debían insertar en la parte superior del cubilete solo añadían en cada lateral una serie igual como máximo de 8 puntos en cada lado de una línea.

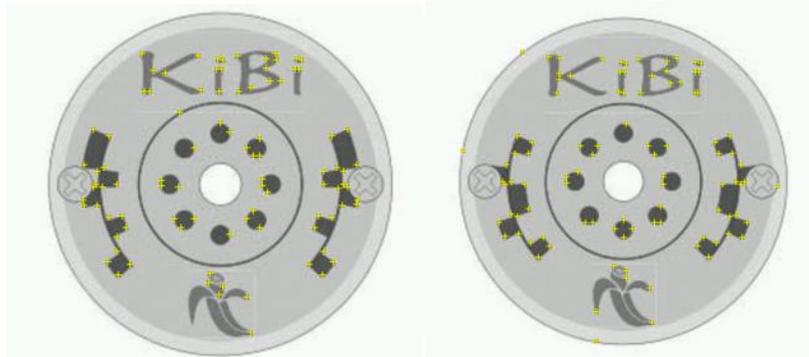


Las 3 imágenes (41, 42, 43)son los primeros códigos para la detección de patrones con Vuforia

Otros cambios e imprevistos que surgieron, fueron en el diseño que se había implementado en la fase inicial, no estaba claro y en la empresa no se decidieron durante el primer mes, esto implicó cambios: añadiendo, eliminando y cambiando la lógica del juego, así como objetos de las escenas o incluso las mismas escenas en sí.

Los patrones de detección utilizados en la fase inicial y testeados desde el monitor del equipo que se programaba, provocó que al pasar los códigos a la madera (inicialmente iban a ser grabados a laser en la madera) fallaran debido a no haber tenido en cuenta la nube de puntos errónea que se generaba, las vetas de la madera también producían puntos falsos, los contrastes entre el grabado laser y el logo/nombre de la empresa creaba puntos falsos en muchas ocasiones, el tipo de madera no siempre tenía el mismo color y la luz de enfoque.

El plugin Vuforia detecta cambios de contraste en las imágenes y genera una nube de puntos con unas coordenadas y posiciones en la imagen, pero solo genera una nube de puntos a las figuras que acaban en esquinas o si son redondas pero son lo suficientemente pequeñas para considerarlas como punto, estos contrastes inicialmente no se tuvieron en cuenta y no se observaron la nube de punto que se generaba. Tiempo después, tras la tercera revisión de códigos, ya en la fase de implementación se observó que el logo, el nombre de la empresa y los agujeros centrales generaban una nube falsa de puntos, ya que esta nube de puntos se repite en cada imagen y no añade distinción entre los cubiletes de un juego, además las vetas de la madera de los cubiletes tampoco estaban contemplados, esto generaba fallos en la detección de patrones. Más adelante, también en fase de implementación se comprobó que Vuforia aplica una ecuación de probabilidad cuando no detecta la nube de puntos de los códigos en su totalidad, mostrando los códigos más parecidos y más utilizados.



Imágenes 44 y 45, son los mismos códigos de la imagen superior con la nube de puntos detectada por Vuforia

A todo esto hay que añadir que la validación de los patrones de detección fueron muy lentos, ya que la empresa pedía en ciertas ocasiones, cambiar el desarrollo del juego que estaba activo y la existencia de una prioridad (existen 2 partes desarrolladas, el juego de cartas y realidad aumentada) en estos juegos no se hacía útil.

La falta de sesiones con el jefe de departamento desde el primer mes hasta mitad del segundo mes (se puede observar en la imagen 46), ocasionó retrabajo en un aproximado 40% de la aplicación y un coste temporal mayor al estimado.

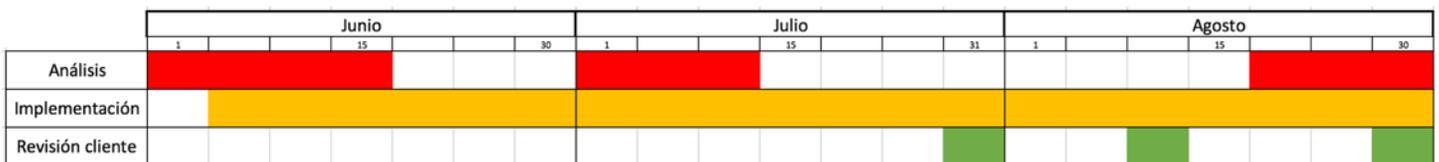
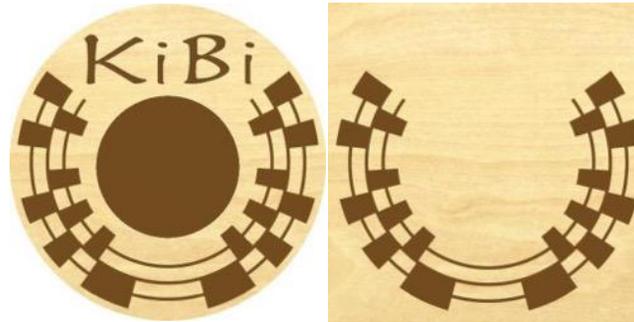


Imagen 46, diagrama de Gantt real durante los meses de trabajo

En la fase de implementación, durante varias semanas se estuvo desarrollando una serie de patrones viables, para que el plugin Vuforia funcionara correctamente y para que al utilizarlo impreso o grabado en los cubiletes estos funcionaran por igual; además, algunos de los patrones utilizados no le gustaban a la empresa con lo que había que modificarlo lo justo para que continuaran siendo funcionales.

Las primeras pruebas fueron para comprobar que sin el logo y el nombre de la empresa, la detección funcionaba mejor, no obstante, las vetas de madera seguían siendo difíciles de emular en los patrones debido a que en la madera realidad no tienen ningún patrón. Durante las pruebas, se obviaron las vetas y se imprimieron a color los diseños a escala real.



Imágenes 47 y 48, son los mismos códigos pero sin nombre y marca central

Las pruebas mejoraron, pero seguía ocurriendo cierto errores de solapamientos con varios patrones. A partir de aquí se fue buscando un tipo de patrón que ocupara casi todo la tapa superior del cubilete y que la empresa le gustara, para no perder tiempo creando patrones que no le interesaran, se pidió al jefe de departamento que eligiera el tipo de patrón, para poder desarrollarlo y testearlo.



Imagen 76, patrón de reconocimiento el cual representaba un caracol



Imágenes 77 y 78, visualización de un oso de peluche(imagen izquierda) debido al parecido con el patron de reconocimiento del caracol (imagen derecha)

Durante dos meses, se estuvieron probando diferentes tipos de patrones, se estuvo testeando con el aumento de cuadrados dibujados para generar más puntos por número de esquinas con diferentes contrastes y crear diferentes tonalidades para comprobar su visualización.

Durante las primeras revisiones, se utilizó para la detección de Vuforia, un patrón de puntos que se repetía al comienzo una vez en cada lado de la superficie (imágenes 44 y 45), luego se aumentó a 4 repeticiones el patrón y finalmente se redujo el tamaño de los cuadrados para que cupieran más en cada repetición. Durante estas pruebas se llegó a la conclusión que al replicar el patrón varias veces, se podían generar más posibles combinaciones que fueran completamente diferentes y más sencillo comprobar que no hubiera similitudes entre los demás patrones. Sin embargo la cámara tiene un límite en cuanto a calidad de imagen y la reducción de los patrones no mejoraba la detección, sino que empeoraba, sí que generaba mayor nube de puntos pero había una mayor posibilidad de que la cámara detectara falsas distancias y por tanto errores.

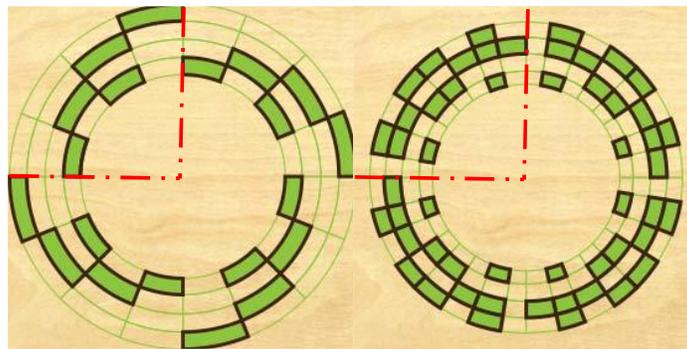


Imagen izquierda 49 con 4 repeticiones, imagen derecha 50 con reducción de cuadrados

Tras comprobar que no funcionaban, se cambió el patrón, ahora emulando el centro vacío del cubilete, y se propuso utilizar unas pegatinas con brillo mate para cambiar el color de la madera (principal problema con las vetas), esto solucionó por completo las vetas de ciertas maderas que producían marcas aleatorias y creaban errores en la detección. Por contrario se redujo los cuadros y se comprobó que al utilizar unos patrones tan pequeños, empeoraba el reconocimiento otra vez. Aunque los patrones ya no tenían repeticiones y eran únicos cada uno, sí que habían muchas similitudes cuando se observaban las nubes de puntos, ya que las distancias entre puntos era la misma en unos que otros.

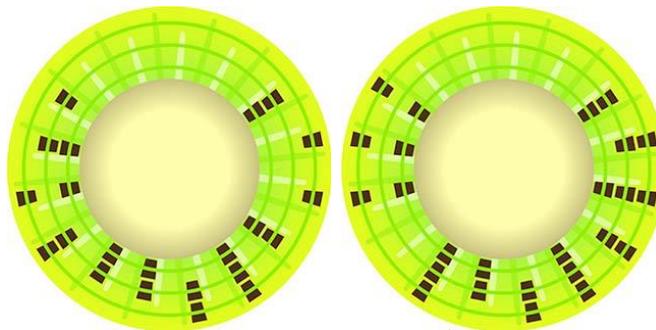


Imagen izquierda 51 e imagen derecha 52 con patrones nuevos

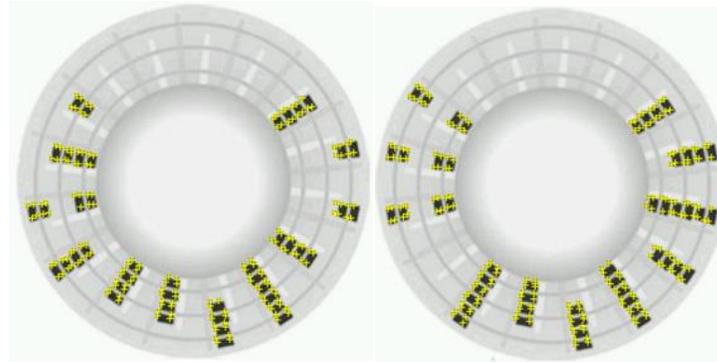


Imagen izquierda 53 e imagen derecha 54 nube de puntos

Una de las últimas pruebas realizadas, tuvieron bastante éxito, ya que se solucionaron todos los problemas detectados y la detección de estos patrones tenía un error muy pequeño o nulo. En estos patrones, se utilizó un fondo de colores muy similares, con ello se intenta engañar al usuario para que no vea los patrones de forma tan clara y rápida, además hay ciertos patrones que se repiten 3 veces y otros que se repiten 2, con esto se consigue dar mayor distancia a las nubes de puntos y dar menor sobrecarga en la imagen de detección, ya que tiene que detectar menos puntos.

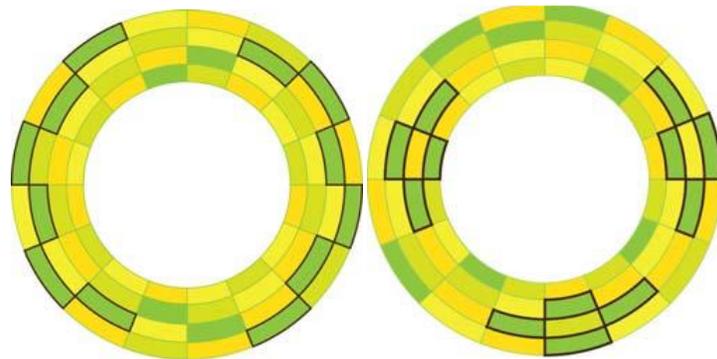


Imagen izquierda 55 e imagen derecha 56 nube de puntos

En estas imágenes se puede observar que Vuforia tiene que detectar figuras completamente diferentes con disposición de nube de puntos diferente.

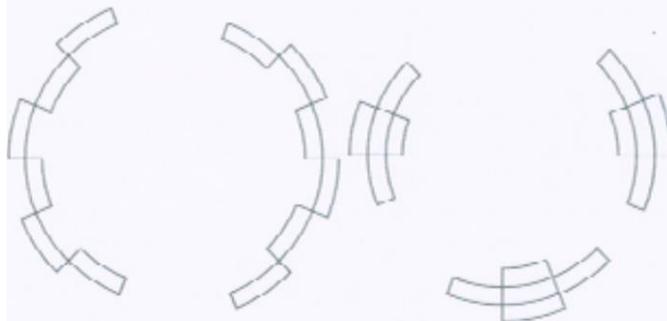


Imagen izquierda 57 e imagen derecha 58 nube de puntos

Como pruebas finales la empresa quiso insertar en las imágenes unas figuras redondeadas (parecidas a unas semillas) que supuestamente mejorarían la detección de los patrones y que se asemejarían más al logo de la empresa (KiBi) ya que es un plátano que contiene en su interior los colores de un kiwi. En estas imágenes ya se puede ver el nombre de la empresa y el interior del cubilete como fase final del juego con realidad aumentada.

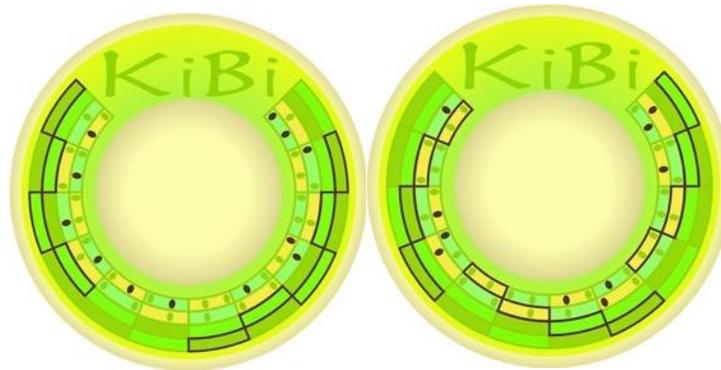


Imagen izquierda 59 e imagen derecha 60 con las nuevas figuras redondeadas tipo semilla

En el desarrollo de los juegos de cartas, se tuvo varios problemas por la escasa experiencia y la poca ayuda existente. Durante el juego de parejas tanto el juego visual como auditivo, el usuario debía seleccionar las cartas y estas debían girarse, las pruebas que se hicieron desde el equipo portátil funcionaban correctamente pero al pasar la aplicación al dispositivo móvil, este dejaba de reconocer los patrones de interacción y no hacía absolutamente nada.

Estas interacciones con los **gameobject** son diferentes dependiendo de qué plataforma se haya seleccionado, al utilizar las interacciones pertenecientes a sistemas operativos con ratón y exportar la aplicación a dispositivos Android, dejó de funcionar y no reconocía ninguna pulsación una vez entraba en el juego de cartas.

Existen **scripts** y funciones que permiten adaptar las pulsaciones de ratón o pantalla dependiendo del sistema operativo al cual vaya destinado; las funcionalidades en Unity son “collider”, “button”, “touch”, “eventTrigger”...

Una vez la interacción se producía, se utilizó las funciones de notificación para indicar cuales cartas habían sido giradas, cuales debían estar bloqueadas y cuales debían sonar.

Otro problema a resolver fue conseguir realizar un código aleatorio que utilizara las imágenes existentes, las copiara en la parte posterior de las cartas (reverso) y que enviara al script principal la numeración de las parejas existentes en las cartas utilizadas. Inicialmente se utilizó las mismas funciones que en el lenguaje Java pero en el lenguaje C# se crea un nuevo script y no se conecta a los scripts activos y existentes. Se tuvo que investigar el envío de datos entre métodos de diferentes scripts activos en tiempo de ejecución.

Durante la fase de implementación las necesidades principales del proyecto han sido que el producto fuera **multiplataforma**, **multijugador**, existencia de **realidad aumentada** y uso de la **memoria** en los usuarios.

Para el uso de esta aplicación en los dispositivos electrónicos ha sido necesario que sea multiplataforma. La aplicación es más adecuada en tabletas que en móviles, debido a su mayor pantalla y por consecuencia, mejor visualización; no obstante no en todos los hogares existen tabletas que tengan cámara trasera de alta calidad; siendo multiplataforma, se abarca un mayor número de dispositivos y por tanto de usuarios.

Otro objetivo en el proyecto es que fuera multijugador (no online), ya que puede existir la posibilidad de que se quiera interactuar varios jugadores por turnos²⁴, factor importante que despierta la competitividad y consigue reforzar la memoria de los usuarios.

Uno de necesidad muy importante en la aplicación, es la interacción con el juego físico y el uso de la realidad aumentada, mejorando el aprendizaje de los usuarios más jóvenes en el juego, que pueden vincular lo que ven en la realidad aumentada con los otros sentidos sensoriales.

En los juegos de hacer parejas con las cartas virtuales, el objetivo es que los usuarios desarrollen su memoria y recuerden posiciones, siluetas, sonidos y/o colores de manera más ágil, mejorando la capacidad cognitiva.

²⁴ [Turnos](#) está definido en el Glosario

5.5. Mecánicas del juego

Para explicar las mecánicas, se diseñó dos sistemas de clases diferentes. Se dividió en dos debido que funcionan por separado las diferentes partes de la aplicación y no tienen concordancia.

-El primer sistema de juego, trata sobre RA y gira entorno a la clase “JuegoVuforia”, quien tiene el control del juego activo, los retos de cada juego de mesa y actualiza los datos mostrados por pantalla. La clase “Notificador” indica a la clase principal que código se ha detectado o por contrario se ha dejado de detectar. La última clase “AnimacionesYDiseño” anima al personaje principal y activa el video de cómo jugar (en un futuro se quiere animar los objetos 3D que son detectados con movimiento y/o sonidos).

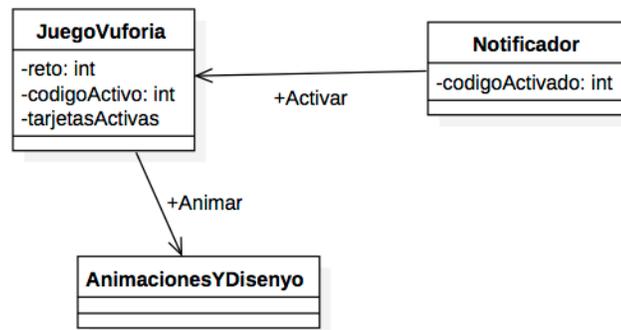


Imagen 61 que representa las clases para que funcione el sistema o juego de Vuforia

El framework de Vuforia tiene una clase llamada “Trackable” que hereda de la clase “Tracker” la cual se ha modificado insertándole un método “Notificador”. De la clase “Tracker” derivan todas las demás clases existentes para la detección de patrones en Vuforia. Como se muestra en la imagen (~~XXX~~ **Vuforia**) existen diferentes clases para detectar el patrón o código para visualizar después su imagen 3D, pero en este caso la usada en esta aplicación es un “Image Target”, una imagen creada externamente de Vuforia, que luego es subida a su página web para generar la nube de puntos y que después se importa al motor de juegos.

La clase “Trackable” tiene un **GameObject** que en este caso tiene una animación o un objeto 3D, esta clase se ejecuta en multithread y desde el momento que se activa la cámara, está activo en escucha silenciosa, actualizando en cada frame de la aplicación las peticiones de detección de algún patrón.

-El otro sistema de juego existente, se basa en el juego de cartas, la clase principal gira entorno a “PrincipalCartas”, quien tiene el control del juego activo y del número de cartas (activas o bloqueadas), el tiempo restante y actualizar los datos mostrados por pantalla. La clase “NotificadorCartas” indica a la clase principal que cartas se han rotado y si el usuario ha acertado o ha fallado, indica a las cartas activadas su movimiento y la acción de giro; también cuando jugamos al juego auditivo, indica qué carta hay que reproducir y con qué sonido. La clase “RotarCartas” es única en cada carta en juego y tiene un identificador único, tiene como función exclusiva rotar aquellas cartas que no han sido bloqueadas o desactivadas. La clase “ReproducirSonido” exclusivamente reproduce el sonido en el juego auditivo de la carta seleccionada accediendo a la biblioteca de sonidos; la clase “PintarCartas” tiene acceso a la biblioteca de imágenes y pinta ambas partes de las cartas (anverso y reverso); por último, la clase “AnimacionesYDiseno” anima el juego con las puntuaciones y el cambio de usuarios.

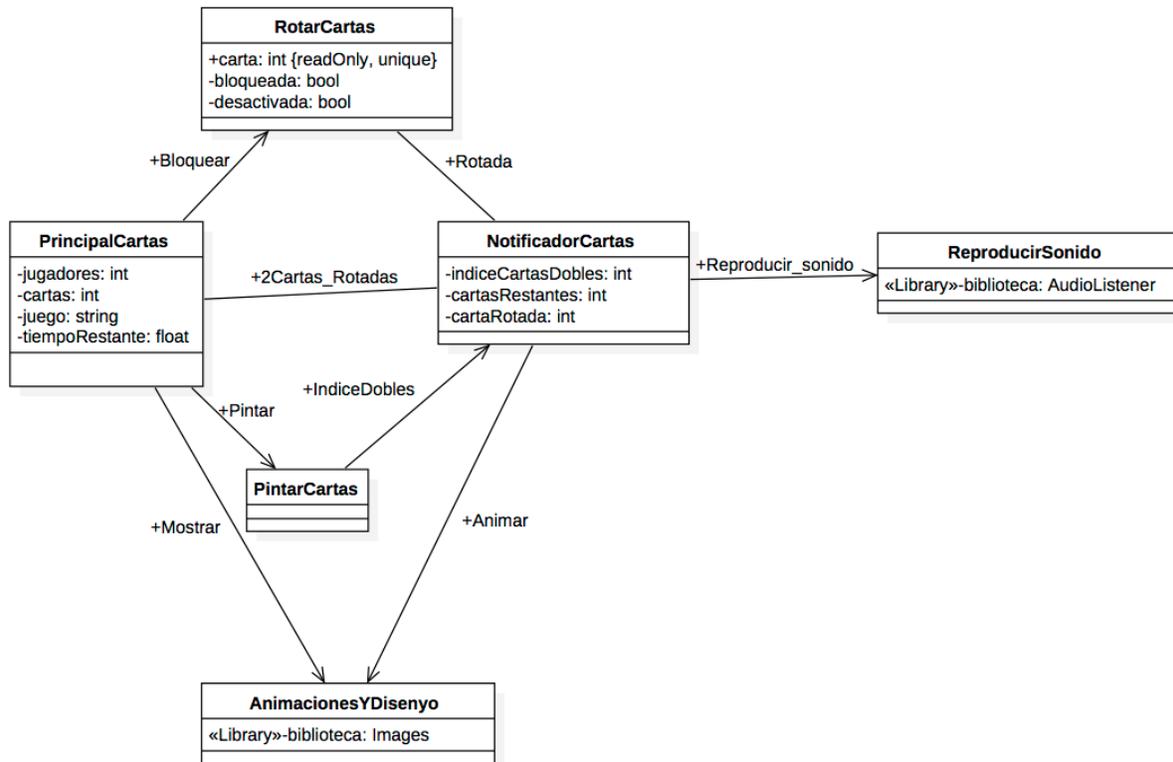


Imagen 62 que representa las clases para que funcione el sistema de cartas

6. Pruebas realizadas

Durante los meses trabajados con la aplicación, se desarrolló, comprobó y testeó en dos equipos informáticos diferentes, móviles Android, una tableta Android y un iPad Air 2.

Los ordenadores en los cuales se han testeado son:

- Macbook Pro, procesador i7 a 2,8GHz, con 16GB de RAM DDR3 y gráfica integrada Intel Iris Pro con 1536MB, con sistemas operativos Windows 10 y Capitán, ambos de 64 bits.
- Ordenador de sobremesa, procesador i7 a 3,3GHz, 8GB de RAM DDR4 y una gráfica GTX 970, con sistema operativo Windows 10 de 64 bits.
- Ordenador portátil, procesador Core2Duo a 1,8GHz, 3GB de RAM DDR3 y una gráfica ATI Mobility Radeon HD 3650 con sistema operativo Windows 7 de 64 bits.

Los dispositivos electrónicos utilizados son:

- Móvil Samsung Galaxy Note 3
- Motorola Moto G del año 2012
- Samsung Galaxy S2
- tableta Asus XXXXX
- iPad Air 2

En todos los dispositivos probados, la aplicación funciona correctamente, aunque hay que solucionar pequeños bugs en los dispositivos Apple. Estos problemas no son existentes en el comportamiento de la aplicación, son problemas de resoluciones, como el reescalado de las escenas o en algunos casos, la mala visualización de algunas imágenes, que no corresponden con la aplicación desarrollada en Android o PC.

El uso continuado de los juegos de realidad aumentada en los dispositivos portables genera calentamiento en el procesador y en algunos dispositivos, la gráfica, que se debe al refresco constante de la aplicación y de la cámara para la detección de los posibles patrones. Es posible que en un futuro se reduzca el refresco de imagen, para reducir el calentamiento que se produce.

Además la aplicación en las diferentes fases de desarrollo ha sido testeada por menores de edad para observar fallos en el diseño e implementación, anotando todos los particularidades que ellos se enfocaban o encontraban. Se ha ido por diferentes colegios y centros especializados con terapeutas y psicólogos, tratando con los responsables del centro y presentando la aplicación y juego físico a un total de 1000 personas entre público infantil (entre 3 y 8 años) y de mediana edad. También familiares menores de edad se les ha enseñado la aplicación para comprobar como se desenvuelven en ella y su interacción en ella. Mi presencia no ha sido posible en todas las pruebas pero sí en su gran mayoría.



- El 90% del público no pasa el video introductorio durante las 3 primeras interacciones.
- En el menú principal, todos los menores van directamente a los botones más vistosos, grandes y con contenido visual infantil, inicialmente van a los juegos de cartas, ya que no conocen los términos “3D y realidad aumentada”.
- En los juegos de cartas, el 85% de los menores ya han jugado anteriormente en formato físico a algún juego de cartas o piezas por parejas
- El otro 15% de los menores aprenden solos en los 30 segundos posteriores a interactuar con el juego
- El 15% de los menores, mayores de 5 años, utilizan más de una pulsación en la pantalla, para realizar el juego por parejas más rápido provocando estados no visualizados.
- En los juegos de realidad aumentada, el 80% del público infantil necesita de una guía básica para entender cómo funciona el juego y cuando se visualizan los cubiletes y objetos 3D con la tableta, se queda observando la pantalla e intentan cogerlos con la mano
- Una vez aprenden a visualizar los objetos 3D con la tableta en la primera toma de contacto, el 95% de los menores tienen la necesidad de recorrer todos los cubiletes en búsqueda de nuevas figuras, no hacen caso a la pantalla que les indica los retos existentes, aún habiendo indicado que deben visualizar la pantalla.
- El 50% de los menores en la escena de realidad aumentada una vez han aprendido que al enfocar en los cubiletes aparecen los objetos 3D, enfocan a su entorno en busca de objetos 3D ocultos en su entorno.
- El 95% de los menores, en la escena de realidad aumentada, no se interesan por los botones que existen alrededor, como es el botón de “?” que contiene ayuda de cómo jugar al juego.
- El 5% del público (en este caso mayores de edad) entra en las escenas de información y ayuda.
- El 87% de los menores que seleccionan el botón de “Juguetes” dentro del selector de juegos de realidad aumentada, no saben volver al juego, ya que al seleccionar este botón la aplicación abre un navegador y abre la página web de compra de nuevos productos de la empresa.

7. Conclusiones

El desarrollo de la aplicación como juego complementario al juego físico cumple con los objetivos iniciales y las expectativas de la empresa, además de que están satisfechos y están usando la aplicación ya en fase final de manera comercial para atraer clientes y demostrar el funcionamiento respecto el juego físico. La empresa tras finalizar la beca decidió continuar en el desarrollo hasta día de hoy, con más de 9 meses de trabajo pero descontinuados debido a clases y exámenes de las últimas asignaturas. Se sigue en desarrollo para los otros sistemas operativos, aunque no actualmente hasta finalizar por completo la aplicación en el sistema operativo inicial, el cual es Android.

El desarrollo de la aplicación ha supuesto:

- Aprender a estar constantemente en contacto con otros departamentos y con mi superior
- Realizar una aplicación entretenida, divertida y atractiva al público
- Realizar modificaciones periódicas acordes a las ideas de los superiores
- Realizar aportaciones personales, debatiendo y desarrollando ideas
- Aprender del testeo con el público infantil y mejorar los errores encontrados
- Aprender la plataforma de desarrollo Unity3d sin haberla utilizado nunca
- Aprender a modificar, retocar y colocar objetos 3D y para su visualización en realidad aumentada desde Unity3d
- Aprender a usar plugins o contenedores como Vuforia, a programar y modificarlos
- Aprender de animación, visualización y reproducción de sonidos
- Aprender el lenguaje de programación C# y JavaScript en Unity3d
- Gestionar la aplicación con un sistema de versiones debido al constante cambio de los códigos de realidad aumentada, escenas y sus implementaciones
- Aprender a compilar una aplicación para Android e iOS y utilizar las herramientas de gestión de desarrollador

8. Trabajos futuros

Una vez se realizó la aplicación con la empresa, se vio la necesidad de optimizar ciertas escenas, código o incluso reducir el número de imágenes para mejorar la fluidez y también mejorar los tiempos de carga e incluso en ciertos dispositivos, el calentamiento que se puede producir.

Estas optimizaciones están a la espera de acordarse con la empresa y uno de los principales problemas que es necesario optimizar es que en la gran mayoría de escenas, existen imágenes con texto con una alta resolución y ralentizan bastante su visualización; además el diseñador de la empresa es el propietario de ciertos estilos de letra que no se tiene acceso, y por tanto no es factible el cambio de imagen a texto. Otra mejora de optimización que acompaña el eliminar las imágenes con textos, es que al querer cambiar de idioma el juego, la aplicación ahora debe tener 2 imágenes por cada botón con texto o escena, cada imagen debe estar en un idioma distinto, inglés y español, duplicando el espacio en memoria necesario para la aplicación.

Las imágenes 74 y 75 que están en la siguiente página son las imágenes que existen para las escenas de Información y Ayuda, en las imágenes se puede ver que el texto es una imagen que tiene un estilo de letra que no es normal al utilizado en Unity, además en el caso de que se cambiara el idioma del juego mediante imágenes y no por texto, se debe cambiar las imágenes de la escena completa.

Se ha propuesto expansiones de la aplicación viables utilizando partes de la aplicación ya actuales.

Se ha planteado añadir otras funcionalidades como realidad virtual viables a través del motor de juegos Unity3d

Una optimización usada para que los dispositivos se calienten menos es utilizar menos el procesador, inhabilitando los GameObject y 3D sin interacción en las escenas activas, como es por ejemplo con las escenas de realidad aumentada, la cual tiene todas los objetos 3D de todos los juegos (ocho juegos con diez objetos 3D por cada uno), además para optimizar el uso del procesador, también se carga en memoria o libera cualquier rutina necesaria o no utilizada. Aún así, hay algunos objetos 3D que tienen demasiados polígonos y hay que reducirlos para que al dispositivo no le cuesta mucho tiempo de renderizado.

Para una futura modificación en los juegos de realidad aumentada se quiere comprobar que en el caso de la no existencia de suficiente luz para la detección de patrones, si el dispositivo contiene linterna o flash se active para una detección mejor. Por ahora no se cree importante debido a que la gran mayoría de tabletas del mercado no contienen flash en la cámara trasera no es el caso de los móviles.

Una optimización que está pendiente de hablar con la empresa, es la existencia de la tecnología multitáctil en la gran mayoría de dispositivos móviles, la existencia de esta tecnología no está contemplada en el desarrollo, con lo que el utilizar esta tecnología en la aplicación implica la posibilidad de ir a una transición no programada y por tanto no deseada.

En la aplicación, el juego de realidad aumentada contiene un video que no está correcto y que hay que actualizarlo para que concuerde con la funcionalidad del juego seleccionado.

UN TOUR RÁPIDO POR LA APP DE KIBI

LA APP ESTÁ ORGANIZADA EN DOS PARTES:

POR UN LADO LOS **JUEGOS MEMORY** OFRECEN VARIAS OPCIONES:

- ✓ UNO O DOS JUGADORES
- ✓ HASTA 3 NIVELES DE DIFICULTAD
- ✓ 2 MODALIDADES DE JUEGO:
 - MEMORY VISUAL UTILIZANDO LA VISIÓN
 - MEMORY AUDITIVO UTILIZANDO EL OÍDO

LAS REGLAS DE MEMORY SON MUY SENCILLAS:

DESTAPAR CARTAS DE DOS EN DOS PARA ENCONTRAR PAREJAS DE IGUALES. CADA PAREJA ENCONTRADA GANARÁ UN PUNTO A FAVOR DEL JUGADOR. EN CASO DE MULTIJUGADOR, GANARÁ QUIEN MÁS PAREJAS HAYA ENCONTRADO.



LA OTRA PARTE DE LA APP ES **'REALIDAD AUMENTADA'** UN CONCEPTO NOVEDOSO QUE KIBI LLEVA AL ÁMBITO EDUCATIVO Y QUE PERMITE SACAR EL MÁXIMO PARTIDO AL MUNDO REAL Y EL VIRTUAL.

EN ESTA MODALIDAD DE JUEGO SE NECESITA:

- ✓ AL MENOS UN JUEGO KIBI PARA INTERACTUAR
- ✓ UNA CÁMARA INTEGRADA EN TU DISPOSITIVO



EXISTIRÁ CON COLOCAR LAS PIEZAS KIBI DELANTE DE LA CÁMARA PARA DESCUBRIR EN TU PANTALLA QUE ESCONDEN LAS PIEZAS EN SU INTERIOR.



RECUERDA:

- ✓ EL JUEGO DE 'REALIDAD AUMENTADA' TE AYUDARÁ A AVERIGUAR SI HAS COLOCADO LAS PIEZAS CORRECTAMENTE
- ✓ LAS PIEZAS SE COLOCAN DE DOS EN DOS
- ✓ EXISTEN UN MONTÓN DE RETOS PARA INTERACTUAR CON LOS JUEGOS KIBI

**SENCILLO Y SORPRENDENTE
NO TE LO PIERDAS!!**

POR QUÉ ELEGIR JUEGOS SENSORIALES

LOS SERES HUMANOS COMO SERES SENSORIALES DESDE ANTES DE NACER. ESCUCHAMOS, OLEMOS Y LLEGAMOS A PERCIBIR SABORES DESDE EL VIENTRE MATERNO.



DURANTE LOS PRIMEROS AÑOS DE VIDA, COMO ESPONJAS ABSORBENTES DE INFORMACIÓN QUE SERÁ CONVERTIDA EN UN NUEVO APRENDIZAJE A TRAVÉS DE NUESTROS SENTIDOS.



ES POR ELLO QUE, ESPECIALMENTE EN EDADES TEMPRANAS, ES IMPRESCINDIBLE UNA CORRECTA ESTIMULACIÓN SENSORIAL, YA QUE UNOS SENTIDOS DESPIERTOS GARANTIZARÁN MEJORES

HERRAMIENTAS PARA DESENVOLVERSE EN EL MUNDO DURANTE LA ETAPA ADULTA.

LA LLEGADA A NUESTRAS VIDAS DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS NOS HA ABIERTO LA POSIBILIDAD DE DESCUBRIR MUNDOS FASCINANTES, ESPECIALMENTE EN EL ÁMBITO DEL APRENDIZAJE DE LOS MÁS PEQUEÑOS.

PERO NO DEBEMOS OLVIDAR QUE ESTOS ÚNICAMENTE ESTIMULAN LA VISTA Y EL OÍDO, POR LO QUE UNA ESTIMULACIÓN SENSORIAL PARALELA, SERÁ IMPRESCINDIBLE PARA UN DESARROLLO SENSORIAL CORRECTO.



CON LOS JUEGOS KIBI, TUS HIJOS APRENDERÁN, DESCUBRIRÁN Y EXPERIMENTARÁN A LA VEZ QUE SE DIVIERTEN. Y TÚ TENDRÁS LA TRANQUILIDAD DE QUE RECIBEN UNA EDUCACIÓN SENSORIAL MÁS COMPLETA.

KIBI SC

Ciudad Politécnica de la Innovación - Edificio 98
46022 VALENCIA (VALENCIA) ESPAÑA

INFO@KIBITOYS.COM
0034 606 478 896



Imágenes 74 y 75 de los paneles utilizados en la aplicación en las escenas de "Ayuda" (imagen izquierda) e "Información" (imagen derecha)



9. Relación del proyecto con los estudios cursados

Los estudios realizados en la carrera han sido de utilidad durante el desarrollo completo del proyecto, algunas de las asignaturas las cuales he basado la experiencia en el proyecto son:

Dos asignaturas de Programación: Introducción a la Informática y la Programación, y Programación, con la experiencia de estas asignaturas las cuales enseñan a programar en Java, creación de métodos, clases, estructuras y conocer los costes temporales de los procesos implementados, muy parecido al lenguaje C# del cual se desarrolla la aplicación.

Concurrencia y Sistemas Distribuidos, Tecnologías de Sistemas de Información en la Red, Computación Paralela, a grosso modo son asignaturas que enseñan a trabajar en multithread, conocer los problemas que puede causar una mala implementación y las virtudes/ventajas de su uso frente a procesos iterativos. También estas asignaturas han servido para aprender control de versiones en proyectos y el trabajar junto a otras personas, para comparar y volver a puntos de trabajo que en la empresa han necesitado, sin estas versiones tendría que haberlas programado otra vez o haber realizado copias de seguridad diarias, con el problema del tamaño que ocupa cada una.

La experiencia obtenida en la asignatura Ingeniería del Software y Diseño De Software, ha sido muy útil al aprender modularidad, estructuración, organización y reutilización de clases y métodos, dependiendo de su funcionalidad; con ello las modificaciones se hacen más sencillas y rápidas.

La asignatura de Interfaces Persona Computador ha servido para implementar y crear escenas, separarlas por módulos y trabajar de una manera más eficiente y simple.

Proceso de Software, Proyecto de Ingeniería de Software y Gestión de Proyectos han servido para conocer las fases de un proyecto y gestionarlas e implementarlas dependiendo de su grado de importancia.

Por último, una asignatura optativa como Introducción a la Programación de Videojuegos ha servido para, conocer los pasos de generar y diseñar una aplicación o juego.

10. Bibliografía

Toda la información buscada diariamente, se puede resumir en los link que están a continuación, no existe un link en concreto, ya que de todos las páginas buscadas, he cogido información para luego crear mis scripts apoyándome en las pruebas y teorías de los demás. No he creado ninguna discusión o hilo para debatir o pedir ayudar, siempre he buscado información la cual contrastar y usar.

Sí que existe un script que no he creado inicialmente yo, pero sí que ha sido modificado y usado, conseguido a través de la empresa Tyris-Software y no a través de internet, este script es el "NotificationCenter". Este script usaba funciones básicas, pero ha sido modificado para dar un uso completo a la aplicación desarrollada. Después de conseguir el script, indagué en internet y encontré una página web que tiene un código similar pero no exacto al visualizado: <http://wiki.unity3d.com/index.php?title=CSharpNotificationCenter>

Las páginas webs utilizadas.

-Los foros de Unity, para conocer el correcto uso de las interfaces, los gameobjects y el uso de scripts: forum.unity3d.com/

-Los foros de Vuforia, para aprender de la realidad aumentada y que utilidades existen para la cámara: developer.vuforia.com/forum

-La comunidad de Stack Overflow en el uso y creación de hilos de trabajo en C#: stackoverflow.com/

-La comunidad de Microsoft, tiene ejemplos de código en C# desarrollados para Unity: msdn.microsoft.com/es-es

-La API de Unity, donde existe toda la información de sus funciones y manuales: <http://docs.unity3d.com/es/current/Manual/index.html>.

-La Wikipedia, para definir el motor gráfico Unity: [https://es.wikipedia.org/wiki/Unity_\(software\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Unity_(software)), conocer también aspectos del motor gráfico CryEngine: <https://es.wikipedia.org/wiki/CryEngine>, definir términos del motor gráfico Unreal Engine: https://es.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine, definir término de Realidad Virtual en el glosario: https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual definir término de NFC: https://es.wikipedia.org/wiki/Near_field_communication

-Los foros de Unreal Engine para conocer la utilización de plugins o componentes que utilicen la realidad aumentada: https://wiki.unrealengine.com/Main_Page

-Página web que se ha usado como guía para definir Mockup: <http://blog.tednologia.com/que-es-un-mockup-o-wireframe/>

-Los foros de Unreal Engine para conocer la utilización de plugins o componentes que utilicen la realidad aumentada así como si existe compilador para dispositivos móviles: <http://docs.cryengine.com/display/SDKDOC1/Home>

-He utilizado de guía diferentes memorias de otros alumnos procedentes de la página: <https://riunet.upv.es/> con palabras clave: Realidad Aumentada, Vuforia y Unity. He utilizado y leído de los antiguos alumnos: Adrián Ciborro Montes, Javier Belenguer Faguás, Sergio Sánchez Ortiz, Javier Garrigues Tudela y Guillermo Monfort Pardo.

-Los objetos 3D utilizados en los juegos de realidad aumentada, son propiedad de la empresa KiBi Toys S.L. creados y modificados por la diseñadora gráfica Mariia Mosunova.

-Los diseños, imágenes y patrones de reconocimiento han sido creados y son propiedad de la empresa KiBi Toys S.L.

11. Glosario

Definiciones de varios conceptos claves necesarios en los siguientes apartados desarrollados:

Bidi es una tecnología visual que mediante una combinación de cuadrados negros y blancos sobre una superficie, y con la ayuda de la cámara de un dispositivo móvil se reconoce un patrón y genera un enlace para visualizar.

Bitbucket es un servicio de alojamiento basado en web, para los proyectos que utilizan el sistema de control de revisiones Mercurial y Git. <https://es.wikipedia.org/wiki/Bitbucket>

Blueprint es un complemento que permite definir comportamientos de los objetos y generar funcionalidades de la plataforma Unreal Engine.

Cientes personas que buscan invertir o comprar productos de la empresa

Detección de patrones uso de la cámara para que una vez encuentre una imagen en concreto, muestre en este caso, un objeto 3D en la pantalla del dispositivo móvil

Dropbox es un servicio de alojamiento en la nube, el cual permite almacenar y sincronizar ficheros de cualquier tamaño en línea entre distintos equipos informáticos, también permite compartir archivos entre diferentes usuarios. <https://es.wikipedia.org/wiki/Dropbox>

Escena o escenas es la división de la aplicación en objetos y/o niveles, para no sobrecargar la aplicación si los objetos no son necesarios y contiene los objetos del juego a crear o ya creado. Pueden ser usado para crear un menú principal, niveles individuales o cualquier otra cosa. En las escenas, el programador coloca los gameobject, la decoración, la ambientación, etc. para poder después interactuar con estas.

GameObject es una de las características más importantes en el motor de juegos Unity, son contenedores que en sí no tienen ninguna propiedad ni características. Todos los objetos existentes en la plataforma son contenedores y se les puede añadir funcionalidades, volver como personajes o luz ambiental, sonido...

Git es una herramienta de versionado, pensado para tener una eficiencia y confiabilidad del mantenimiento de versiones de aplicaciones cuando éstas tienen un gran número de archivos de código fuente. <https://es.wikipedia.org/wiki/Git>.

Marcas de agua es la representación gráfica de un producto de una empresa en forma de firma, muchas veces son poco visibles o están en un lateral para no perjudicar la experiencia del usuario pero lo suficientemente grande y visible para dar a conocer el uso de este producto.

Mockup es la representación gráfica del producto para mostrar al cliente como quedaría mediante bocetos, interacciones, escenas, etc.

NFC (Near Field Communication) es una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos

Realidad Aumentada visualización del entorno real que nos rodea y además visualizar objetos 3D dentro del entorno real mediante un cristal o pantalla.



Realidad Virtual visualización de entornos con apariencia real mediante tecnología informática para hacer creer al usuario/a la sensación de estar inmerso en él.

Script es un archivo que contiene datos, funciones y/o métodos que se utilizan para dar ordenes a los dispositivos electrónicos y estos tienen que interpretarlos para lograr el objetivo indicado.

SourceTree es un cliente con interfaz gráfica de usuario que facilita el uso de herramientas de versionado y de los servicios utilizables web. <https://www.sourcetreeapp.com/>

Splash es una imagen que puede ser a color o en blanco y negro que se inserta al iniciar cualquier aplicación, siendo lo primero que visualiza el usuario

Startup emprendedor del mundo empresarial que está comenzando montar su negocio y está en proceso de construcción.

Trello es una herramienta de gestión de proyectos que facilita la comunicación y colaboración entre los participantes. Con esta aplicación el usuario puede conocer en todo momento el estado actual de las tareas disponibles asignadas a cada uno de los otros participantes del proyecto. <https://trello.com/guide>

Turno: Periodo de tiempo en el que se cambian los jugadores para interactuar con la aplicación

Unreal Engine es un motor de desarrollo de juegos potente el cual mediante una interfaz y también con código escrito se pueden crear, animar y modificar objetos para desarrollar historias y jugarlas. Es posible exportar a diferentes plataformas y tiene posibilidad de uso con realidad aumentada y realidad virtual.

Usuario/a persona que interactúan con la aplicación y disfruta de los juegos existentes

Vuforia es una herramienta de desarrollo de software para la creación de aplicaciones basadas en realidad aumentada, las cuales pueden interactuar con el entorno mediante la cámara de los dispositivos móviles. <http://desarrollolibre.net/blog/tema/73/android/realidad-aumentada-con-vuforia>

Widgets/Addons/Plugins en términos informáticos es una librería o complemento que contiene varios componentes “scripts” preparada para añadir y poder utilizarse sin necesidad de saber programar.

12. Apèndice

Todos los hitos, premios y entrevistas que ha tenido KiBi Toys durante su trayecto

- 27 de noviembre de 2014, KiBi acude a Feria Valencia por el “Día de la Persona Emprendedora” con un Stand promocional - comercial.
- 28 de noviembre de 2014, entrevista para el diario digital Valencia Plaza, de la mano de la periodista Estefanía Pastor.²⁵
- El 10 de diciembre de 2014 se publica un artículo sobre KIBI TOYS en Valencia International.²⁶
- Jueves 19 de febrero, entrevista en directo en el programa Mundos, del canal local valenciano Canal 19, del grupo AMC latinos.
- El 3 de octubre de 2015 se inaugura un nuevo curso de la Cátedra de Cultura Directiva y empresarial. Convocan a KIBI TOYS para una entrevista en TV UPV y “El periódico de aquí”, para comentar sobre la importancia de la formación en el emprendimiento.
- El lunes 9 de noviembre KIBI TOYS visita el Hotel del Juguete (Ibi, Alicante) para establecer un acuerdo de colaboración.²⁷
- Lunes 30 de noviembre, entrevista a Maya Callejo en CEEI Valencia.²⁸
- El miércoles 2 de noviembre entrevistan a Maya Callejo en Aire Latino 88.5 FM, de la mano de Cesar Portilla.
- El miércoles 20 de enero de 2016, TV UPV entrevista a Maya Callejo e Isaac Saneleuterio.²⁹
- El 28 de enero de 2016 se publica una entrevista a Maya Callejo en la revista digital de SECOT.³⁰
- El 2 de febrero de 2016, se publica una noticia sobre el Premio Talento Joven en Gente de la Safor.³¹
- El 4 de febrero de 2016, entrevistan a Isaac Saneleuterio y Maya Callejo en Tele 7 Safor, del grupo Radio Gandía Televisió, de la mano de Puri Naya.
- El 18 de febrero publican una entrevista a KIBI TOYS en Red Tecnológica, un blog sobre

²⁵ <http://bit.ly/1tow395>

²⁶ <http://valencia-international.com/kibi-toys-stimulating-senses/>

²⁷ http://www.elperiodicodeaqui.com/noticias_completa/33979132/95447,
http://www.elperiodic.com/valencia/noticias/396367_varios-directivos-grandes-compaias-valencianas-conocen-iniciativas-emprendedoras.html y
<https://www.youtube.com/watch?v=qAuLwVEcM5Y>

²⁸ <http://ceeivalencia.emprenemjunts.es/index.php?op=8&n=11819>

²⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=7vYz6MWOpyE&feature=youtu.be>

³⁰ http://www.secot.org/senioronline_n_125_publico_blanca.htm

³¹ <http://gentedelasafor.com/not/30903/una-titulada-del-campus-de-gandia-premio-talento-joven-de-la-comunitat-valenciana>

innovación tecnológica con sede en Argentina.³²

- Se publica un artículo sobre KIBI TOYS en la revista Emprendedores del mes de marzo

Flujo de control en Unity:

Unity es una herramienta de software para el desarrollo de juegos y aplicaciones. Permite exportar para diferentes sistemas operativos y productos, así como acepta la creación de contenido con realidad aumentada y realidad virtual. Este motor de desarrollo esta compuesto principalmente por GameObject o contenedores los cuales se les puede dar cualquier funcionalidad. Con Unity3d se debe compilar inicialmente las ejecuciones y aplicaciones para que no haya problemas o errores en tiempo de ejecución.

Durante el desarrollo de la aplicación se utilizaron los siguientes métodos que se explicarán a continuación, existen métodos que no se tienen conocimiento, pero que no han sido imprescindibles.

Unity3d utiliza un flujo de control por frame, inicialmente cuando se ejecuta el editor de este motor, se resetean todos los scripts que no se hayan puesto valores por defecto los cuales están vinculados a la escena ejecutada; es decir, sólo se ejecutan los scripts que están adjuntos a los gameobject que están en la escena principal; aunque también existen métodos de scripts que pueden llamar a otros scripts no activos en la escena pero sí en el directorio de archivos del editor, aunque no es lo natural.

Después de ejecutar los scripts iniciales del editor exclusivamente una vez, entran 3 llamadas del sistema: la llamada del sistema o método "Awake", que se ejecuta en primera instancia antes que cualquier otro método, luego le sigue el método "OnEnable" y por último el método "Start", estos métodos se activan solo una vez por cada script.

Durante la ejecución, el editor está en constante bucle a partir del siguiente método y se repite en cada frame o refresco de pantalla.

En este momento entran los métodos que calculan las físicas de los objetos, sus movimientos, colisiones y si han sido accedidos por el usuario. Estos métodos pueden ser llamados varias veces en un segundo, dependiendo del equipo el cual se está desarrollando y su rendimiento.

Luego continúan los métodos de interacción usuario y máquina mediante los periféricos. Seguidamente se actualiza la lógica del juego y en caso de tener que hacer esperas, descargas o rutinas, aquí entran las llamadas al sistema. A continuación de actualizar la lógica del juego, se renderiza la escena con las nuevas interacciones y en cualquier caso nuevos objetos. Finalmente el editor tiene unas llamadas para conocer si existe algún método que se ha bloqueado en la ejecución. Acto seguido se vuelve a las físicas, comentado anteriormente.

Existen otras funciones que son la desactivación de objetos y sus scripts, la destrucción de estos objetos para que no existan remanencias en las escenas y por último el método que puede finalizar el editor.

Se adjunta una imagen del funcionamiento del editor, extraída de la página oficial de Unity3d: <http://docs.unity3d.com/460/Documentation/Manual/ExecutionOrder.html>

³² <http://www.redtecnologica.org/blog/2016/02/18/kibi-toys-juguetes-educativos-sensoriales-que-conjugan-lo-digital-y-lo-analogico/- .VvlsuRjuXM>

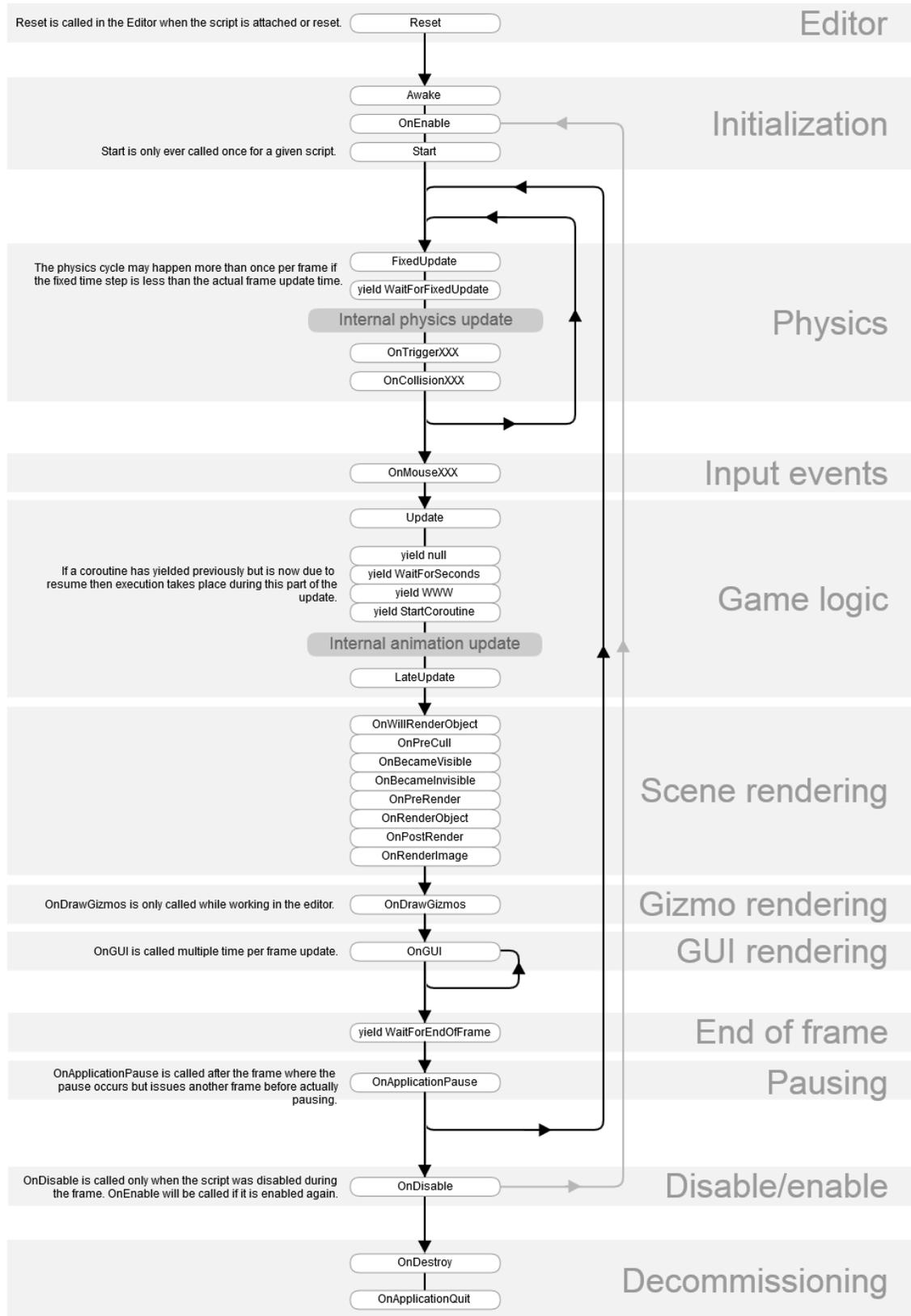


Imagen 73, ciclo de vida del editor de Unity3d