



Trabajo Fin de Grado

Literatura basada en técnicas de RA para niños de
7-9 años.

Autor/es

María Escriche Andrés

Director/es

Francisco José Serón Arbeloa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2013

Literatura basada en técnicas de RA para niños de 7 a 9 años.

Resumen.

En este Trabajo de Fin de Grado se han investigado las capacidades y potencialidades que ofrece la tecnología de la Realidad Aumentada y se han aplicado estos conocimientos a un libro infantil, enriqueciéndolo a través de esta tecnología y aumentando así su interactividad. En el desarrollo del mismo, se ha generado el Storyboard de la aplicación, se han realizado las aplicaciones de Realidad Aumentada, se han creado los modelos 3D y animaciones que podrían incluirse, y se ha realizado el diseño gráfico del prototipo del libro.

Índice.

1. Introducción, objetivo y estructura de la memoria.....	3
1.1 Introducción a la realidad aumentada.	3
1.2 Objetivo.....	4
1.3 Estructura de la memoria.....	5
2. Herramientas de desarrollo para la Realidad Aumentada.	6
2.1 Distintas filosofías para trabajar la Realidad Aumentada.....	6
2.2 Estudio y selección de plataformas para el desarrollo de la aplicación.....	9
3. Recursos posibles que puede controlar FLARManager.....	12
4. Desarrollo de la aplicación.....	14
4.1 Storyboard y Diseño gráfico.....	14
4.2 Esquema general del código realizado.....	25
4.3 Modelos 3D realizados para la aplicación.	28
5. Funcionamiento de la aplicación.....	30
6. Diagrama de Gantt.....	34
7. Conclusiones y trabajo futuro.....	35
8. Referencias.....	37
9. Apéndices.....	39

1. Introducción, objetivo y estructura de la memoria.

En este apartado se da una descripción general de qué es la Realidad Aumentada y de qué formas puede implementarse. También se enuncia el objetivo de este Trabajo de Fin de Grado y se describe la estructura de la memoria.

1.1 Introducción a la realidad aumentada. [1]

La Realidad Aumentada es una tecnología a través de la cual se mezcla el entorno físico con elementos virtuales en tiempo real. Unido a las técnicas de interacción se puede ampliar la información que proporciona el mundo físico, a la vez que se puede mejorar la interactividad del usuario. Ejemplos de su uso podrían ser la representación textual de datos superpuestos sobre escenas u objetos reales y escenas gráficas 3D interactivas integradas en otras reales. Esta realidad mixta se puede mostrar a través de distintos dispositivos (ordenador, móvil, tablet...).

Los elementos que intervienen en una aplicación de Realidad Aumentada son la cámara del dispositivo con el que se utiliza la aplicación, los modelos o elementos multimedia generados virtualmente, y los elementos de referencia. La Figura 1.1 muestra un ejemplo de un modelo virtual sobre el elemento de referencia, en este caso un marcador impreso.

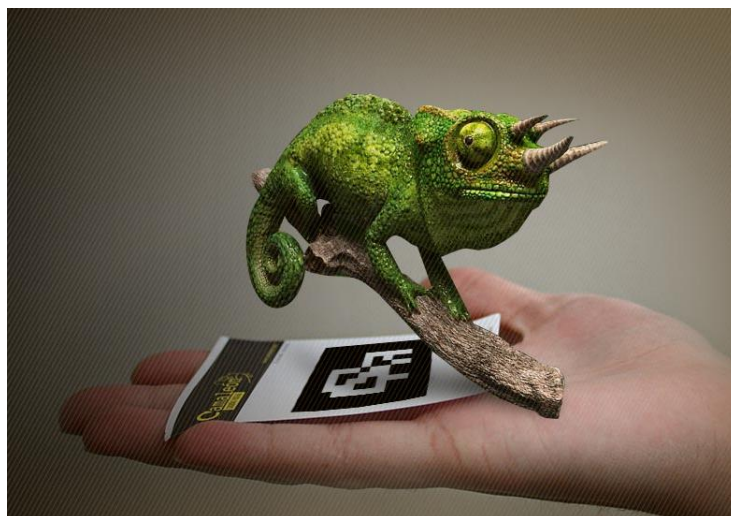


Figura 1.1. Modelo 3D sobre marcador impreso.

La interacción entre los componentes virtuales y el contenido real se puede lograr de diferentes formas. Las más utilizadas son:

- Las que recurren a marcadores o imágenes. [2]
- Las que se basan en creación de mapas. [3]
- Las que se basan en sensores. [4]

La descripción cada una de estas formas de interacción se encuentra en el apartado 2.1 de la memoria. Se puede encontrar más información sobre la Realidad Aumentada en el Apéndice1.

1.2 Objetivo.

El objetivo del PFG consiste en especificar y crear un prototipo de un proyecto de un libro basado en Realidad Aumentada para niños entre 7 y 9 años que, gracias a esta tecnología, se vuelve interactivo y utiliza la imagen de un modo más novedoso. Se quiere con ello demostrar el uso de las potencialidades de la RA, resolviendo los problemas tecnológicos que surgirían durante la implementación del prototipo del libro.

Durante el desarrollo del proyecto se busca integrar en el libro diversas posibilidades de uso de marcadores, y mostrar algunos ejemplos de modelos y animaciones que se podrían utilizar en un libro como el propuesto.

1.3 Estructura de la memoria.

La memoria se estructura de la siguiente manera:

- En el capítulo 2 se describen diferentes herramientas de desarrollo para la RA, mostrando las distintas filosofías que existen a la hora de trabajar con la Realidad Aumentada y las plataformas para llevarla a cabo. Se finaliza justificando la herramienta que va utilizarse en este Trabajo de Fin de Grado.
- En el capítulo 3 se indican los recursos posibles que FLARManager puede controlar y que son requeridos por la aplicación objeto de este TFG.
- En el capítulo 4 se explica cómo se ha desarrollado la aplicación en el ámbito de la Realidad Aumentada (estructura básica del código), en el del modelado 3D (resultados finales de los modelos y animaciones utilizados) y en el de la estructura y diseño gráfico del libro.
- En el capítulo 5 se muestra el funcionamiento básico de la aplicación a través de imágenes tomadas durante el uso de la misma.
- En el capítulo 6 se presenta el Diagrama de Gantt.
- Se finaliza con los capítulos 7 y 8, que corresponden a las referencias utilizadas y apéndices requeridos.

2. Herramientas de desarrollo para la Realidad Aumentada.

En este apartado se describen tres filosofías para trabajar con la Realidad Aumentada, se resume el estudio sobre las posibles plataformas que permiten desarrollar la aplicación y se finaliza justificando la selección de la herramienta que va utilizarse en este Trabajo de Fin de Grado.

2.1 Distintas filosofías para trabajar la Realidad Aumentada.

Las tres filosofías más comunes para trabajar con la realidad aumentada son:

- Las aplicaciones basadas en marcadores o imágenes.
- Las aplicaciones basadas en creación de mapas.
- Las aplicaciones basadas en sensores.

Aplicaciones basadas en marcadores o imágenes.

Las aplicaciones basadas en marcadores trabajan con recuadros en los que están impresas imágenes simples (marcadores) o complejas, que sirven para que el programa, a través del marcador, determine la posición y orientación del modelo asociado a éste.

Consideramos una situación como la que se muestra en la Figura 2.1, en la que una persona sujeta un marcador delante de una cámara conectada a un ordenador. En la pantalla del ordenador se ve la escena que graba la cámara y un modelo superpuesto sobre el marcador impreso.



Figura 2.1. Realidad Aumentada con marcadores.

El proceso informacional actúa de la siguiente manera: La cámara captura la imagen del mundo real y lo envía al computador. El software en el computador busca una forma de marcador que coincida que el marcador utilizado y, si lo encuentra, calcula la posición de la cámara relativa al marcador. Una vez reconocida la posición de la cámara, se renderiza un modelo gráfico desde esa posición, se superpone sobre la imagen capturada y se visualiza el conjunto final.

Todo el proceso anterior se realiza en tiempo real, de forma que el modelo siempre aparece sobre el marcador en la posición correcta. Un ejemplo de una librería que permite utilizar esta filosofía en ARToolKit.

Aplicaciones basadas en creación de mapas.

Las aplicaciones basadas en creación de mapas no utilizan marcadores o imágenes impresas para calcular la posición del modelo o elementos virtuales. Realizan el seguimiento de la cámara en una escena de la que no se tiene conocimiento previo, creando un mapa rudimentario del entorno (como se muestra en la figura 2.2). A partir de él, se insertan objetos virtuales en la escena, y estos se posicionan en relación con los objetos reales del entorno. Esta técnica está pensada para entornos estáticos. Un ejemplo de librería útil sería PTAM. [5]

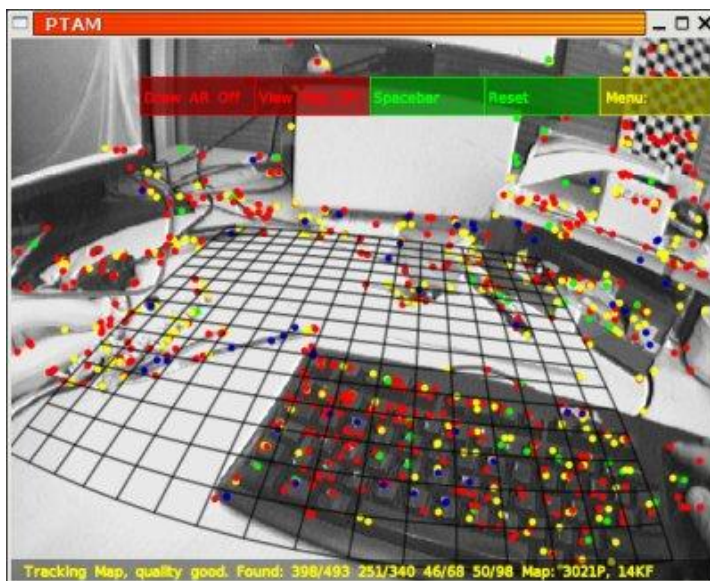


Figura 2.2. Seguimiento de la escena con PTAM.

Aplicaciones basadas en sensores.

Las aplicaciones basadas en sensores tampoco utilizan marcadores, sino que hacen uso de distintos sensores, como GPS, brújula, giroscopio y acelerómetro, para obtener la posición absoluta y la orientación del dispositivo. A partir de estos datos, se consigue ubicar ciertos puntos de referencia cercanos obtenidos de una base de datos y generar sobre ellos el contenido virtual que se añadirá en la pantalla del dispositivo. Estas aplicaciones están diseñadas generalmente para dispositivos móviles. Un ejemplo de herramienta para este tipo de aplicaciones es Layar. [6]



Figura 2.3. Aplicación del móvil a partir de Layar.

Dado que para el Trabajo de Fin de Grado se quiere trabajar con marcadores que se incluirán en el libro de Realidad Aumentada, se ha seleccionado la primera filosofía para el desarrollo del proyecto.

2.2 Estudio y selección de plataformas para el desarrollo de la aplicación.

Se han estudiado las siguiente plataformas que podrían utilizarse para el desarrollo de la aplicación: Processing, Unity, Vuforia, Metaio, FLARManager y Nyartoolkit. A continuación se describen sus características principales.

Processing. [7]

Processing es un entorno de programación de código abierto basado en Java. Es fácil de utilizar y permite realizar aplicaciones gráficas sofisticadas e interactivas, minimizando la dificultad de compilación y generación de software.

Processing tiene bibliotecas a su disposición para trabajar con Arduino, para implementar aplicaciones de RA y para Android, por lo que es muy bueno para empezar a trabajar. La descarga del programa es gratuita, y con él se han adquirido los conocimientos básicos para realizar aplicaciones de RA. Para obtener más información sobre Processing, tanto respecto a sus capacidades como respecto a los ejercicios realizados con el programa, ir al Apéndice 3.

Unity. [8]

Unity es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Se caracteriza por tener muy buena calidad en las animaciones (es fácil hacer gráficos de gama alta). Es sencillo de utilizar, intuitivo y permite la vista en tiempo real. Integra el 3D y la Realidad Aumentada en un mismo programa, y puede utilizarse para aplicaciones tanto para escritorio como para móviles. Contiene librerías propias con marcadores incorporados y se pueden encontrar tutoriales fácilmente. La versión más sencilla es gratuita.

Unity soporta la integración con 3ds Max, Maya, Softimage, Blender, Modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop. Los cambios realizados a los objetos creados con estos productos se actualizan automáticamente en todas las instancias de ese objeto durante todo el proyecto sin necesidad de volver a importar manualmente. Imágenes de aplicaciones realizadas con Unity aparecen descritas en el Apéndice 4.

Vuforia. [9]

Se trata de un SDK gratuito para desarrollar aplicaciones de realidad aumentada que funcionen en dispositivos Android e iOS (iPhone/iPad). Por lo tanto, está más orientado a aplicaciones para móviles. Permite la inclusión en sus aplicaciones de botones virtuales, trabaja en tiempo real, tanto con imágenes planas como con elementos en 3D. Se trata de una herramienta fácil de entender y rápida compilando. Es compatible con tipos de objeto 2D y 3D, incluidos aquellos que funcionan sin marcador y configuración de Multi-Target 3D. Es apropiada para trabajar con Unity, ya que posee un plug-in para este programa. Imágenes de aplicaciones realizadas con Vuforia aparecen en el Apéndice 4.

Metaio. [10]

Se trata de otro SDK para aplicaciones de realidad aumentada generado por una empresa privada de realidad aumentada. Provee software para PC, web, móviles e instalaciones offline. Tiene la capacidad para simular la gravedad, el reconocimiento de objetos 3D y las máscaras para ocultar objetos virtuales. Es capaz de trabajar con imágenes 2D y con modelos 3D y tiene un motor de renderizado en 3D poderoso. Puede hacer seguimiento sin necesidad de marcador.

El SDK para aplicaciones de realidad aumentada es gratuito, pero lleva marca de agua.

También tiene facilidad para trabajar con Unity, ya que posee un plug-in para este programa. Imágenes de aplicaciones realizadas con Metaio pueden encontrarse en el Apéndice 4.

FLARManager. [11]

FLARManager es una plataforma ligera para crear aplicaciones de realidad aumentada fácilmente con Flash. Está pensado especialmente para navegadores (no suele utilizarse con móvil) y es compatible con una variedad de librerías y espacios de trabajo en 3D. Provee un sistema muy robusto de bases de eventos para manejar la adición, movimiento y eliminación de marcadores. Soporta la detección y manejo de múltiples patrones, así como múltiples marcadores de un mismo patrón.

Las librerías que soporta son: flare*tracker, flare*NFT y FLARToolkit; y las plataformas de 3D que soporta son: Alternativa3D, Away3D, Away3D Lite, Papervision3D, Sandy3D. Flash Builder y Flash Develop son los entornos en los que suele utilizarse. Imágenes de aplicaciones realizadas con FLARManager y más información sobre el programa aparece en el Apéndice 4.

Nyartoolkit. [12]

NyARToolKit es una clase de librería visual de realidad aumentada de ARToolKit. Esta librería provee el API para la visualización de la realidad aumentada. NyARToolKit corre sobre diversas plataformas virtuales: Java, C#, Actionscript3; y además algunos proyectos derivados para flash, Silverlight, Processing y Android.

Está basada en seguimiento de marcadores, soporta un gran número de formatos de imagen y contiene una función de etiquetado rápida. Está preparada tanto para plataformas de escritorio como para móviles. Posee plug-ins para FLARManager y para Unity y puede operar en diferentes plataformas y sistemas operativos. Imágenes de aplicaciones realizadas con la librería Nyartoolkit pueden verse en el Apéndice 4.

Selección de la plataforma utilizada en este Trabajo de Fin de Grado:

FLARManager + Nyartoolkit.

La aplicación que se quiere realizar es un libro para niños enriquecido con Realidad Aumentada.

La plataforma seleccionada ha sido FLARManager, ya que es una herramienta sencilla de utilizar, capaz de trabajar con multimarcaador y con una amplia base de eventos, lo que la hace muy apropiada para este tipo de aplicación.

FLARManager junto al plugin de Nyartoolkit (FLARToolkit) forma una plataforma potente para el desarrollo de la aplicación. Además, existe mucha información sobre la misma y hay accesibles numerosos ejemplos que pueden facilitar el desarrollo del trabajo. Al no buscarse una aplicación para móvil, el que esta plataforma no esté bien preparada para este dispositivo no es un problema.

3. Recursos posibles que puede controlar FLARManager.

Los elementos necesarios para el desarrollo de la aplicación a través de la plataforma FLARManager son los siguientes (ver la Figura 3.1):

- Marcadores.
- Cámara y software de tratamiento de imagen.
- Modelos 3D.
- Elementos multimedia.
- Elementos de interacción.

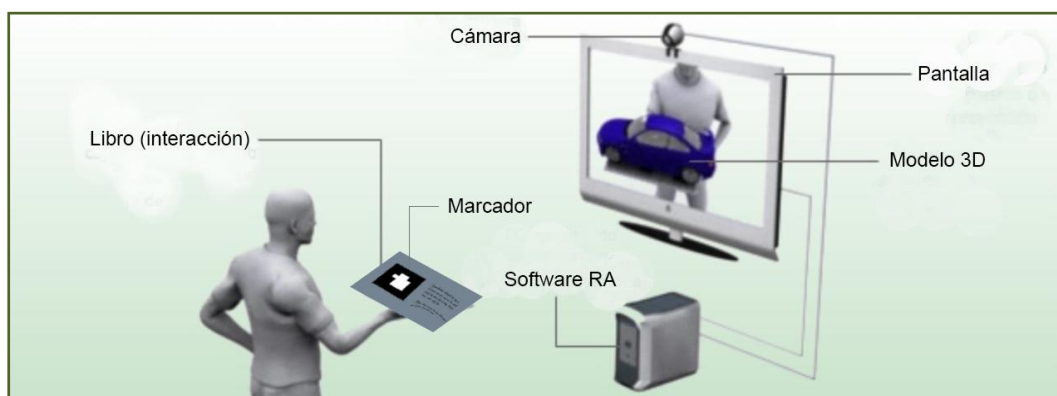


Figura 3.1. Esquema básico de los componentes para la aplicación.

En el libro se pretende que haya marcadores tanto fijos (impresos en las propias páginas del libro) como móviles (impresos aparte, que pueden moverse e interaccionan con los marcadores fijos).

La cámara permite que la librería FLARToolkit localice los marcadores y realice el seguimiento de los mismos.

Los modelos 3D están realizados con el programa 3ds Max, que permite el modelado, animación, renderización y composición en 3D. A través de formas básicas tridimensionales (cubos, esferas...), del modelado poligonal y de modificadores como “Symmetry” y “TurboSmooth” se han realizado los modelos tridimensionales, a los que

se ha aplicado materiales con el editor de materiales (mapas 2D). En algunas ocasiones se ha partido de splines o texto plano y se ha llegado al 3D a través de operaciones como “Extrude”. Las animaciones se han trabajado con el modo Auto Key, a partir de cuadros clave. También se ha creado un sistema de huesos y se ha aplicado a un modelo mediante el modificador “Skin” [13]. Para más información sobre el estudio realizado con el libro de 3dsMAX ver el Apéndice 2.

Los elementos multimedia están en el propio libro y en las aplicaciones. Se combina texto, imágenes, sonido, modelos 3D y animación. Para el tratamiento de imágenes se ha utilizado la herramienta Photoshop.

La interacción en la aplicación utiliza el propio libro. Cuando se pasan las páginas o se levantan pestañas, se activan distintos modelos o animaciones. También hay interacción a partir de marcadores móviles, que interaccionan con otros marcadores; y cuando se utiliza el ratón del ordenador, que permite controlar el movimiento de uno de los modelos.

4. Desarrollo de la aplicación.

En este capítulo se muestra el Storyboard de la aplicación, y se explica cómo se ha desarrollado la aplicación en el ámbito de la Realidad Aumentada (estructura básica del código), se presentan los modelos 3D utilizados (resultados finales de los modelos y animaciones utilizados) y se muestra el diseño gráfico del libro.

4.1 Storyboard y diseño gráfico.

La historia del libro cuenta la resolución de un misterio. A lo largo de la historia, el niño irá encontrando pistas y deberá realizar acciones sencillas para ver los modelos 3D, como levantar solapas del libro, mover marcadores, etc. Las escenas básicas de la aplicación son las siguientes.

- Introducción de la historia. En esta escena se presenta al personaje principal y se introduce el misterio.
- Búsqueda de las pistas. En esta escena se dan tres pistas para resolver el caso.
- Sospechoso 1: Asistente. En esta escena se investiga al primer sospechoso.
- Sospechoso 2: Vecina. En esta escena se investiga a la segunda sospechosa.
- Sospechoso3: Estudiante. En esta última escena se investiga sobre la tercera sospechosa y se resuelve el misterio.

Introducción de la historia. En esta escena hay dos solapas que ocultan dos marcadores. Al abrir la primera se muestra el modelo 3D de la protagonista de la historia sobre el marcador. Cuando se abre la segunda solapa se muestran tres planos 2D con textura. El conjunto de planos 2D rota verticalmente según el movimiento horizontal del ratón, creándose el efecto de una galería de imágenes. No hay interacción entre los marcadores de la escena (ver la Figura 4.1).

En la primera página se presenta a la protagonista y en la segunda comienza el caso a resolver: la protagonista, Sara, va a casa de un vecino y éste le cuenta que le ha desaparecido algo de dinero que guardaba en el salón. Ella le pregunta quiénes fueron los últimos que estuvieron en la casa y su vecino le habla de tres personas, que serán los sospechosos (fotos planos 2D).

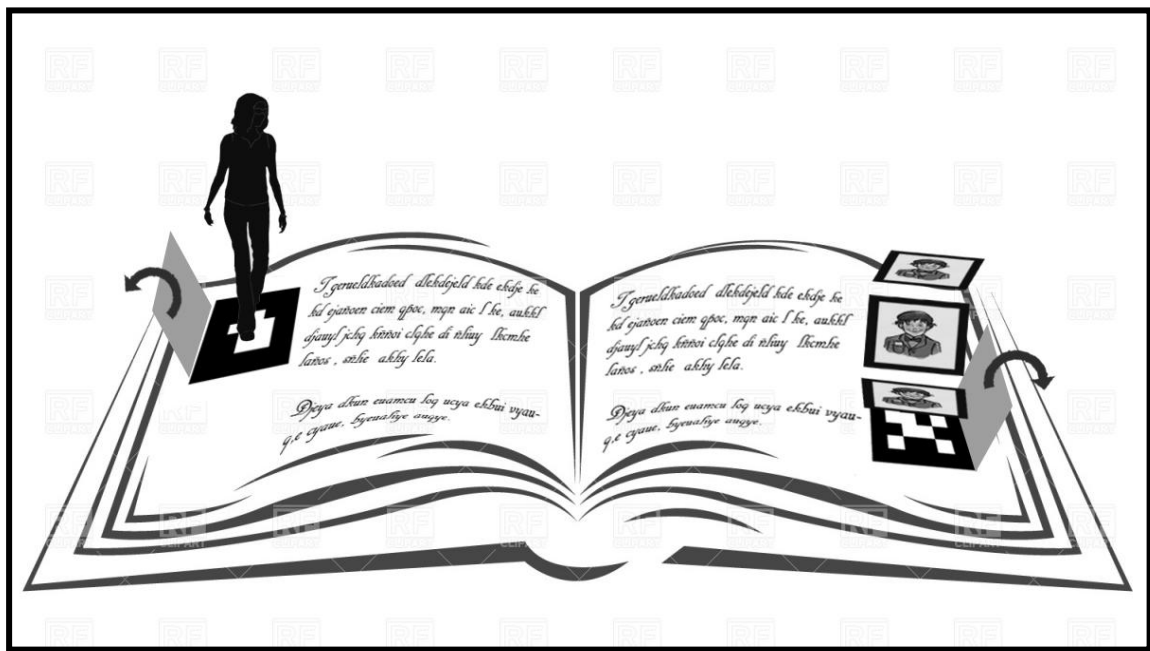


Figura 4.1. Primera escena del Storyboard.

En las Figuras 4.2 y 4.3 se muestra el diseño gráfico de la primera escena. La Figura 4.2 presenta las páginas con las solapas cerradas, tal y como las encontraría el niño cuando abriera el libro. En la Figura 4.3 se ven las páginas con las solapas levantadas. En este momento el niño podría ver en la pantalla del ordenador los dos modelos sobre los marcadores.



Figura 4.2. Diseño gráfico de la primera escena. Solapas cerradas..



Figura 4.3. Diseño gráfico de la primera escena. Solapas abiertas..

Búsqueda de pistas. En esta segunda escena hay una ilustración que ocupa ambas páginas. Hay también tres solapas que se integran en la imagen, completando la ilustración. Al levantar las solapas se muestran modelos 3D de muebles. No hay interacción entre los marcadores de la escena (ver la Figura 4.4).

Sara investiga el salón en busca de pistas, y encuentra tres (modelos 3D): 1. La estantería donde guardaba el dinero su vecino está muy desordenada, quien robó no tuvo mucho cuidado de dejarlo bien. 2. Hay una pulsera de colores olvidada junto a una silla. 3. Al lado del sofá hay una huella de barro de una zapatilla.

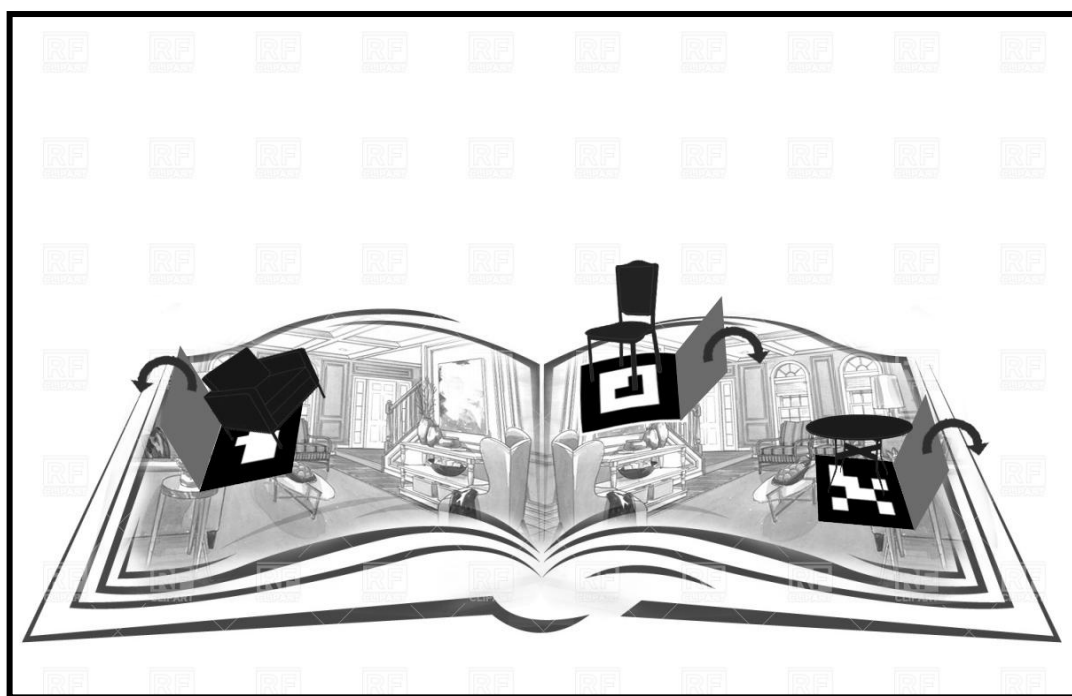


Figura 4.4. Segunda escena del Storyboard.

En las Figuras 4.5 y 4.6 se muestra el diseño gráfico de la segunda escena. La Figura 4.5 presenta las páginas con las solapas cerradas, tal y como las encontraría el niño cuando abriera el libro. En la Figura 4.6 se ven las páginas con las solapas levantadas. En este momento el niño podría ver en la pantalla del ordenador los tres modelos sobre los marcadores.



Figura 4.5. Diseño gráfico de la segunda escena. Solapas cerradas..

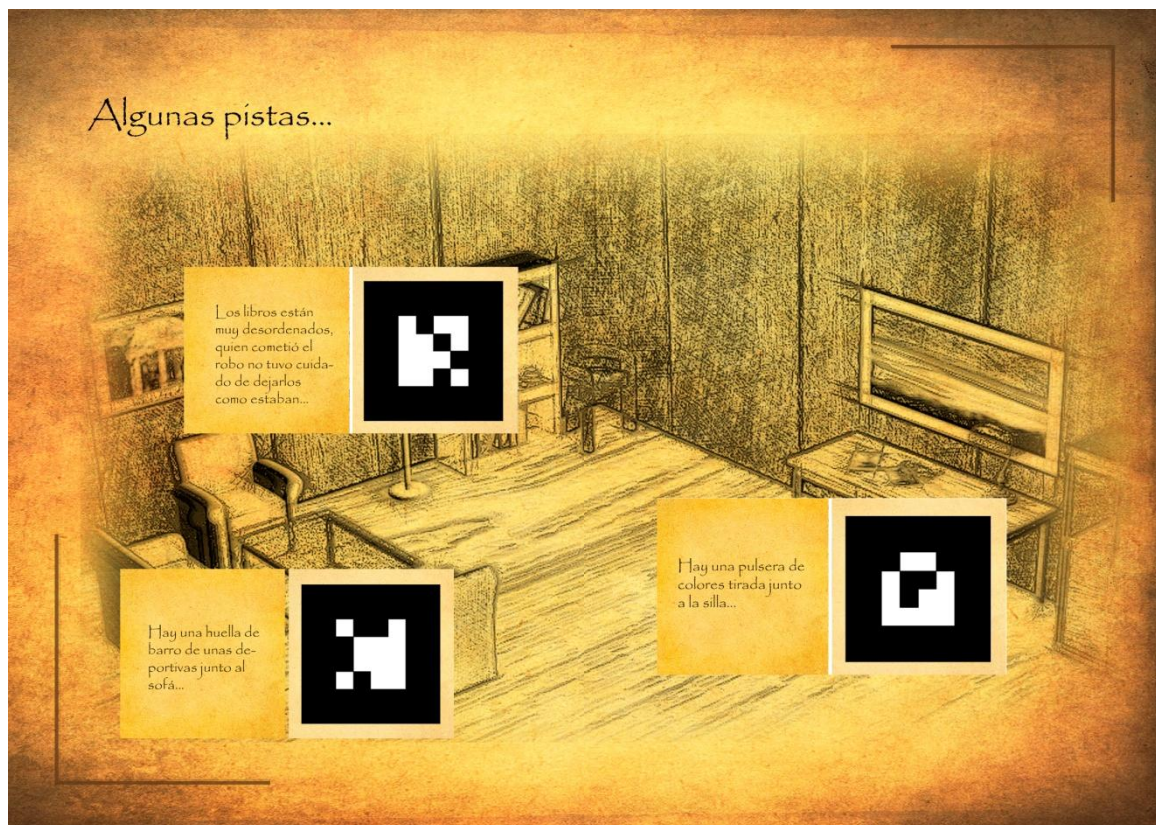


Figura 4.6. Diseño gráfico de la segunda escena. Solapas abiertas..

Sospechoso 1: Asistente. En esta escena hay una solapa bajo la que se encuentra un marcador y un sobre que guarda otro. Los dos marcadores interactúan entre sí. Cuando ambos son visibles (una vez que se ha levantado la solapa del primero y se ha sacado el segundo del sobre) se muestra un plano con textura y se reproduce un clip de sonido (ver la Figura 4.7).

El asistente llega esa misma tarde a la casa para realizar su trabajo y Sara aprovecha para investigar sus cosas. Encuentra su móvil y una vez da con el código para desbloquearlo (segundo marcador, sonido), encuentra un mensaje que da a entender que él no ha podido ser.

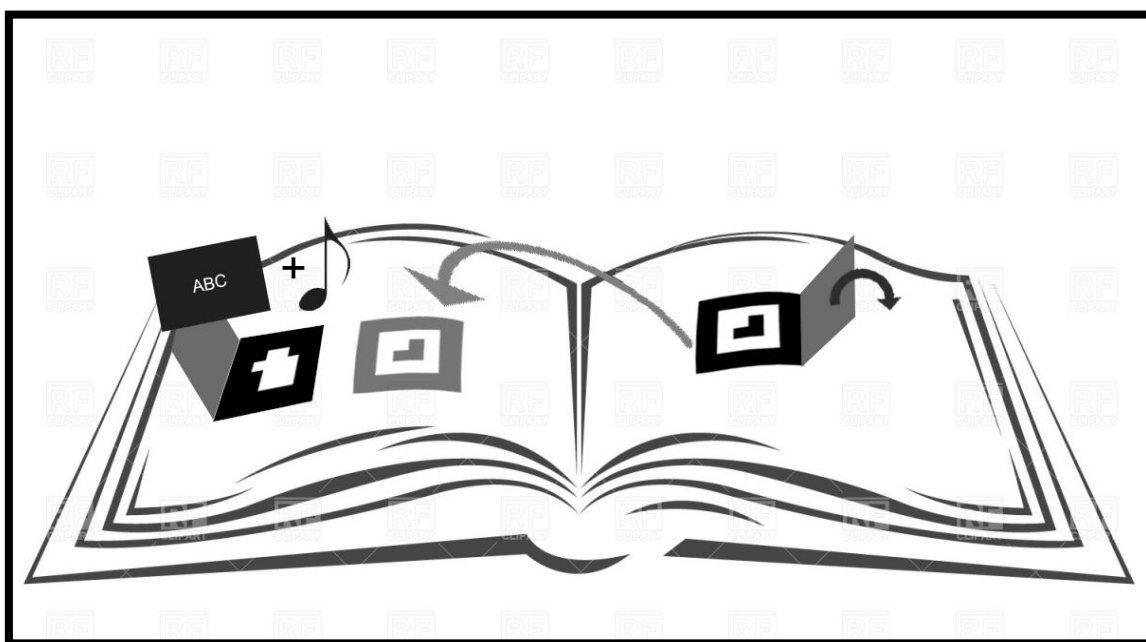


Figura 4.7. Segunda escena del Storyboard.

En las Figuras 4.8 y 4.9 se muestra el diseño gráfico de la tercera escena. La Figura 4.8 presenta las páginas con la solapa y el sobre cerrados, tal y como los encontraría el niño cuando abriera el libro. En la Figura 4.9 se ven las páginas con la solapa levantada y el sobre abierto. En este momento el niño sacaría el marcador guardado en el sobre y lo pondría al lado del otro para ver el modelo y reproducir el sonido.

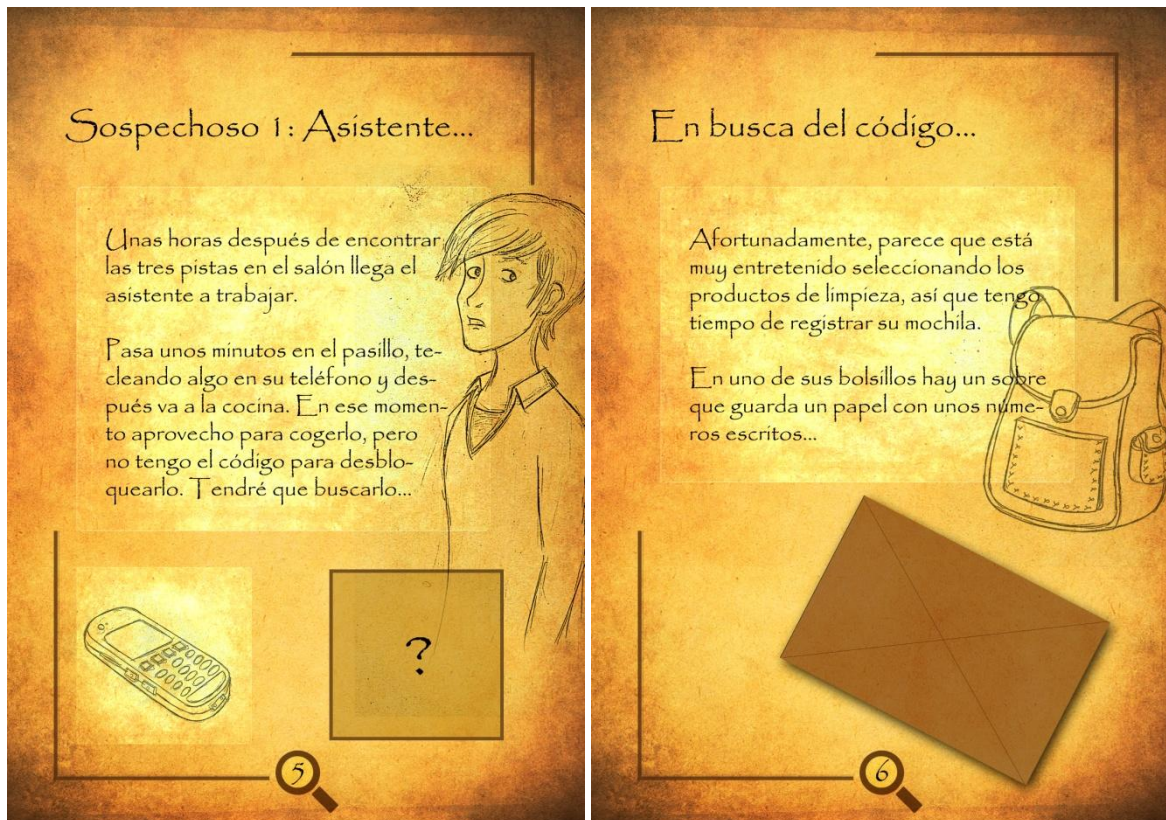


Figura 4.8. Diseño gráfico de la tercera escena. Solapas cerradas.



Figura 4.9. Diseño gráfico de la tercera escena. Solapas abiertas.

Sospechoso 2: Vecina. En esta escena hay dos solapas. Al levantar la primera aparece un modelo 3D de un estante con zapatos. Al levantar la segunda aparece un segundo marcador. Este marcador controla la rotación del modelo y permite ver lo que hay en su otra cara. Por lo tanto, los dos marcadores de esta escena interactúan entre sí (ver Figura 4.10).

Sara visita a la vecina en su casa e investiga en su habitación. Ve unas pulseras parecidas a la que encontró, lo que le hace sospechar, así que busca las zapatillas. La mujer tiene un armario que puede rotarse, con zapatos, pero cuando mira a ambos lados no ve nada, así que se queda con la duda.

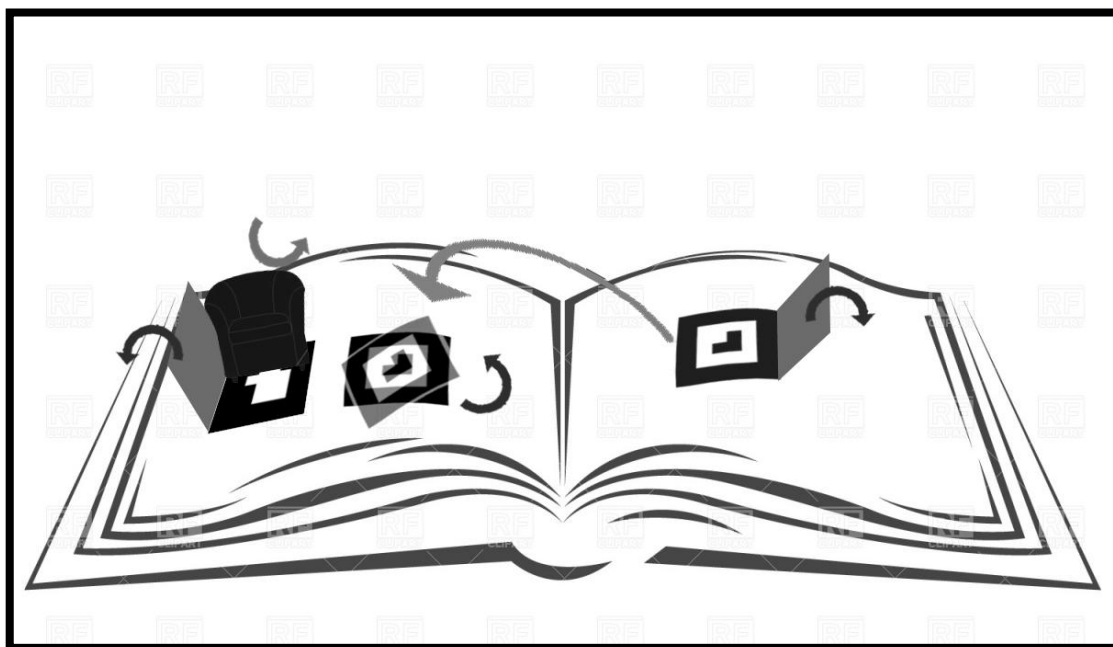


Figura 4.10. Cuarta escena del Storyboard.

En las Figuras 4.11 y 4.12 se muestra el diseño gráfico de la cuarta escena. La Figura 4.11 presenta las páginas con las dos solapas cerradas, tal y como los encontraría el niño cuando abriera el libro. En la Figura 4.12 se ven las páginas con las solapas levantadas. En este momento el niño sacaría el marcador guardado en la segunda solapa, lo pondría al lado del primero y lo rotaría para rotar el modelo que se mostraría en pantalla.



Figura 4.11. Diseño gráfico de la cuarta escena. Solapas cerradas.



Figura 4.12. Diseño gráfico de la cuarta escena. Solapas abiertas.

Sospechoso 3: Vecina adolescente. En esta escena hay dos solapas. Al abrir la primera aparece un modelo 3D de las zapatillas. La segunda solapa se abre dos veces: en la primera se muestra un marcador que contiene el la animación de un modelo 3D (letras que se ordenan) y en la segunda otro marcador que activa este modelo. Por lo tanto, en esta escena los dos marcadores bajo la segunda solapa interactúan entre sí, mientras que el primero es independiente (ver Figura 4.13).

Sara consigue entrar también en el dormitorio de la tercera sospechosa, y encuentra las zapatillas cubiertas de barro (modelo 3D). Mirando un poco más, encuentra un diario con una carta para una amiga, cuyo final está escrito en clave (marcador 2, animación 3D). Cuando encuentra el alfabeto para descifrarlo (marcador 3), puede terminar de leerlo, donde queda patente que ella ha sido la causante del robo.

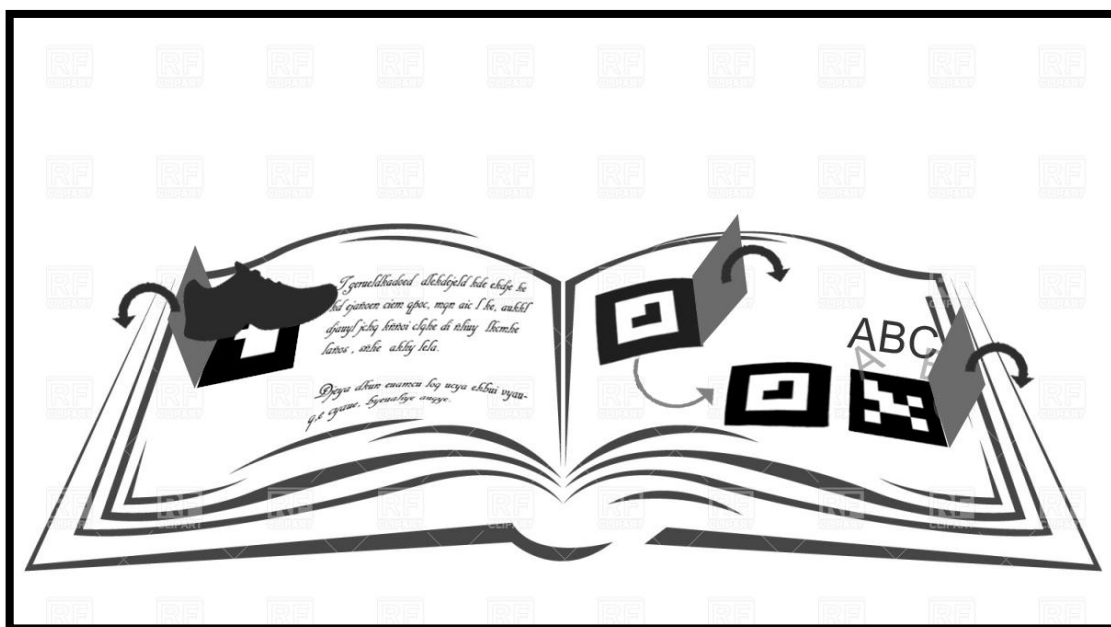


Figura 4.13. Quinta escena del Storyboard.

En las Figuras 4.14 y 4.15 se muestra el diseño gráfico de la quinta escena. La Figura 4.14 presenta las páginas con las dos solapas cerradas, tal y como los encontraría el niño cuando abriera el libro. En la Figura 4.15 se ven las páginas con las solapas levantadas. En este momento el niño vería ambos modelos en la pantalla del ordenador.



Figura 4.14 Diseño gráfico de la cuarta escena. Solapas cerradas.



Figura 4.15 Diseño gráfico de la cuarta escena. Solapas abiertas.

4.2 Esquema general del código realizado. [1] [14]

Durante el estudio y generación del código se ha trabajado con un total de 24 aplicaciones, siete de ellas obtenidas a partir de aplicaciones que ofrecía FLARManager inicialmente y que se han modificado gracias a información encontrada en la web y a partir de los conocimientos obtenidos en la fase de estudio.

La aplicación que se ha realizado para este Trabajo de Fin de grado permite lo siguiente:

- Mostrar tanto modelos 3D como animaciones asociados a marcadores.
- Mostrar varios modelos simultáneamente, asociados a distintos marcadores.
- Asociar sonido al marcador.
- Interacción entre marcadores: Un marcador contiene un modelo 3D que se hace visible cuando se muestra un segundo marcador.
- Interacción entre marcadores: Un marcador contiene un modelo 3D cuya rotación depende de un segundo marcador.
- Efecto de galería: El modelo rota mostrando distintos elementos del mismo cuando el ratón se mueve de lado a lado de la pantalla, obteniendo el efecto de una galería de imágenes.

Para obtener más información sobre la generación de las aplicaciones consultar el Apéndice 5.

A continuación se explica cómo funciona el código general de la aplicación. Para obtener más información sobre el código consultar el Apéndice 6.

- Se empieza importando elementos propios de FLARManager y de Flash necesarios para la aplicación, como marcadores, cámaras, motores de renderización, etc.
- A continuación, se crea la clase pública de la aplicación, donde se declaran las variables a utilizar (marcadores, contenedores, luces, cámaras, etc.) y se incluyen las funciones para la aplicación.
- Se llama a la página de configuración de FLARManager para el uso de cámara y del seguimiento de marcadores, y se añaden los eventos que se van a utilizar al controlador de eventos.
- Después se define la función para iniciar el programa, en la que se crean los elementos necesarios para iniciar la escena, como el motor de renderizado, la luz, cámara, tipo de escena, etc. Además, se cargan los modelos 3D, determinando su escala y posición, y los contenedores para los modelos.
- Dependiendo de la acción que se realice con los marcadores los modelos actúan de distintas formas, a través de distintas funciones:
 - Cuando se introduce un marcador a la escena, se activa el marcador y el modelo es visible (función onMarkerAdded).
 - Cuando se actualiza el marcador, se realizan las mismas acciones (función onMarkerUpdated).
 - Cuando el marcador se retira de la escena, el marcador se desactiva y el modelo ya no es visible (función onMarkerRemoved).

- Por último, mediante otra función (`onEnterFrame`), se controlan las transformaciones geométricas de los marcadores.

En cualquiera de estas acciones, el programa distingue el marcador por un número asociado a éste, de modo que se puede definir en cada una de estas funciones, qué marcador contiene y hace visible de cada modelo.

- Por último, se renderiza la escena.

En la aplicación en la que se ha introducido sonido, se declaran las variables asociadas al sonido al comienzo de la clase pública, junto al resto de variables (sonido, url del archivo, canal de sonido, etc) y se activa el sonido en las funciones `onMarkerAdded` y `onMarkerUpdated`, para que se reproduzca cuando aparezca el marcador que se haya elegido.

En las aplicaciones donde se controla el movimiento de un modelo (tanto la rotación a través de un marcador como a través del movimiento del ratón), se describe el modo y condiciones en las que se mueven en la función `onEnterFrame`.

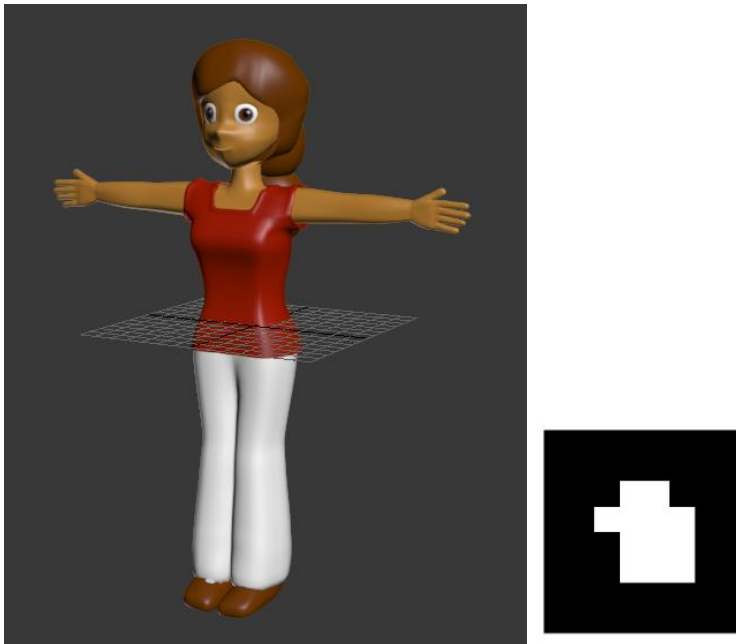
Por último, en las aplicaciones en las que son necesarios varios marcadores para ver un modelo, se determina qué marcador contiene el modelo y qué marcador lo hace visible en las funciones asociadas al comportamiento de los marcadores (`onMarkerAdded`, `onMarkerUpdated` y `onMarkerRemoved`).

.

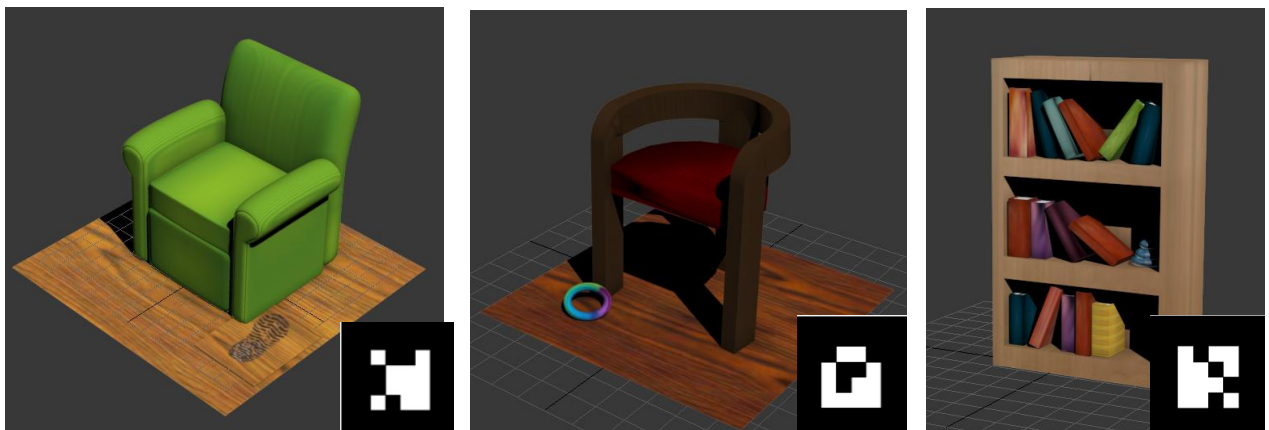
4.3 Modelos 3D realizados para la aplicación. [15]

Tras el aprendizaje de la herramienta 3ds Max y con la ayuda de distintos tutoriales, se han realizado los siguientes modelos y animaciones. Se muestra una imagen de cada modelo y su marcador asociado. Para obtener más información sobre los modelos consultar el Apéndice 6.

Modelo 3D protagonista.



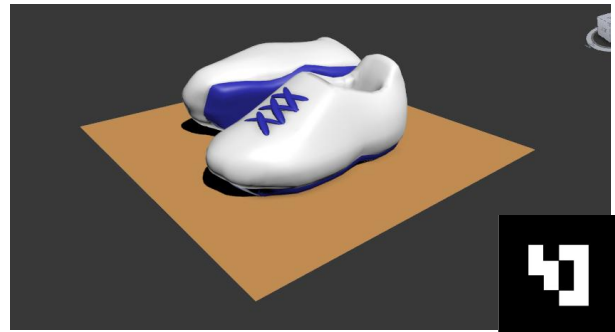
Modelos 3D muebles (pistas): Sofá con huella, silla y pulsera, estantería desordenada.



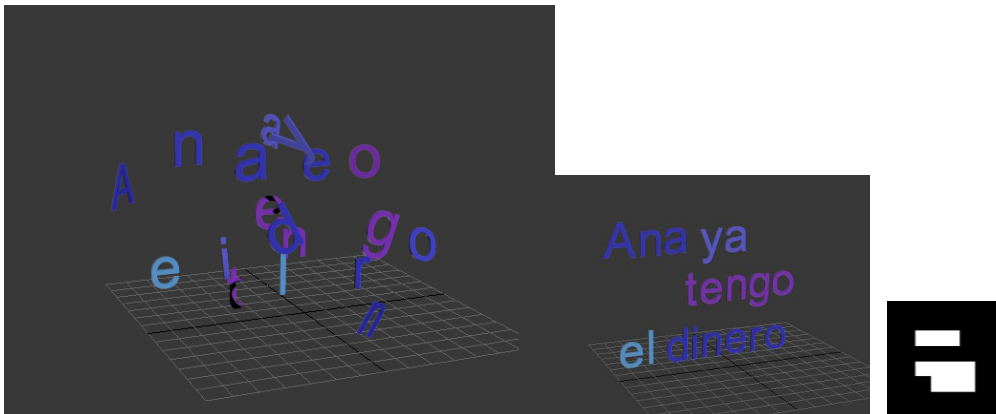
Armario con zapatos (para rotar).



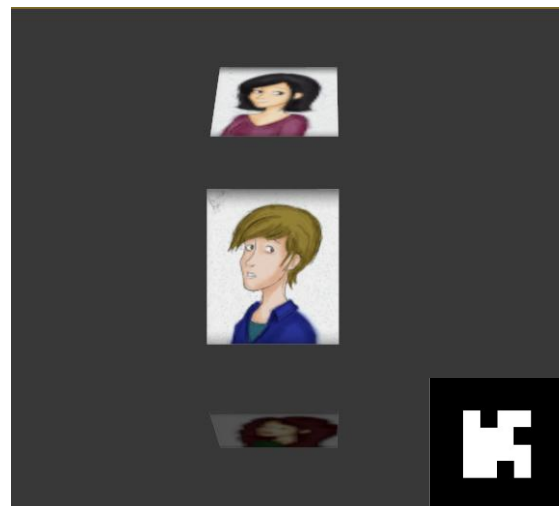
Zapatillas.



Animación letras que se ordenan.



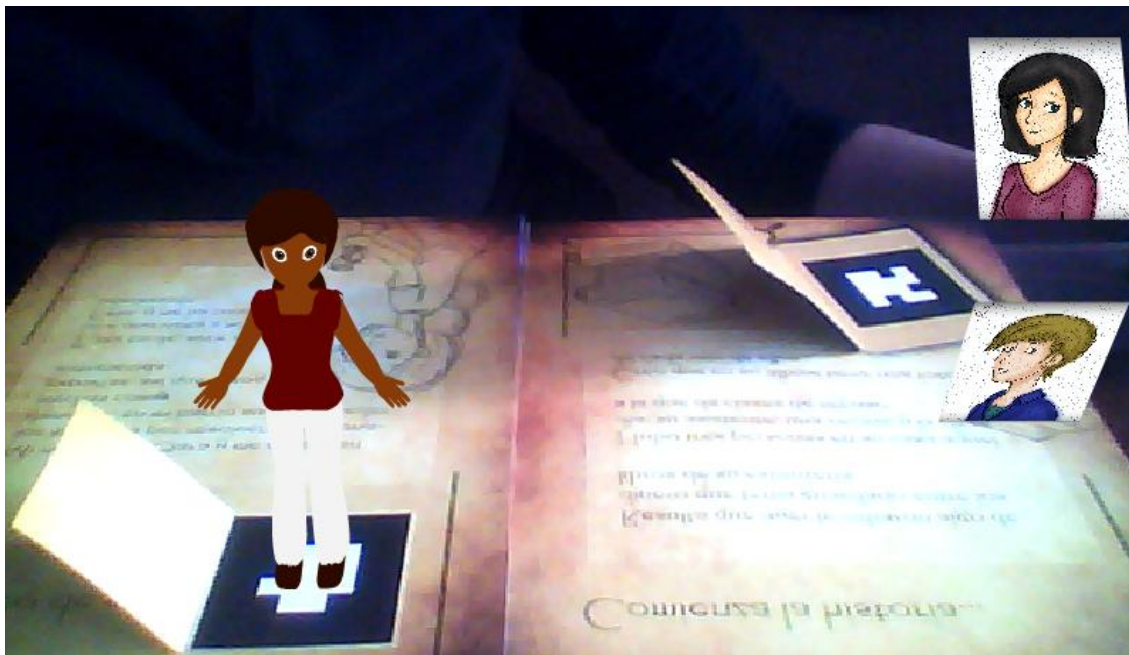
Modelos 2D: Pantalla de teléfono con mensaje. Planos con fotos de los sospechosos.



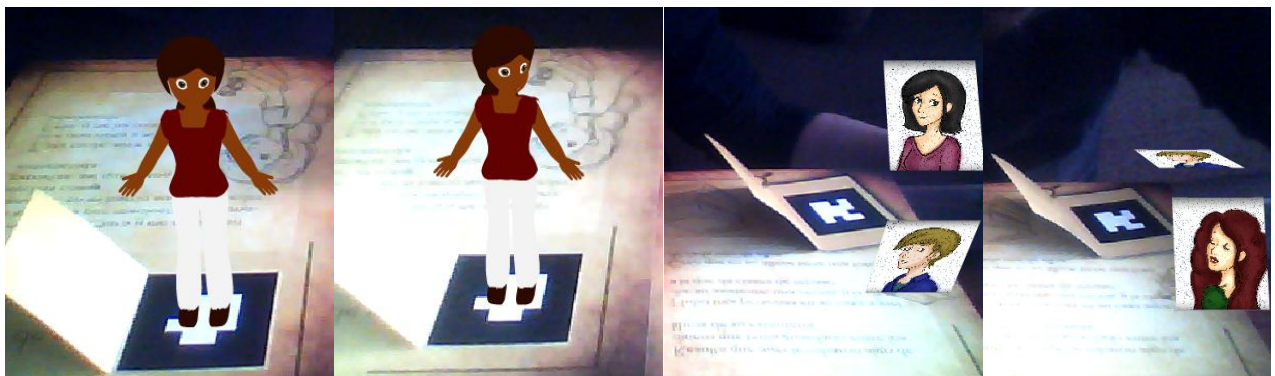
5. Funcionamiento de la aplicación.

En este capítulo se muestra el funcionamiento de la aplicación a través de imágenes tomadas durante su uso. Para profundizar más consultar el Apéndice 6.

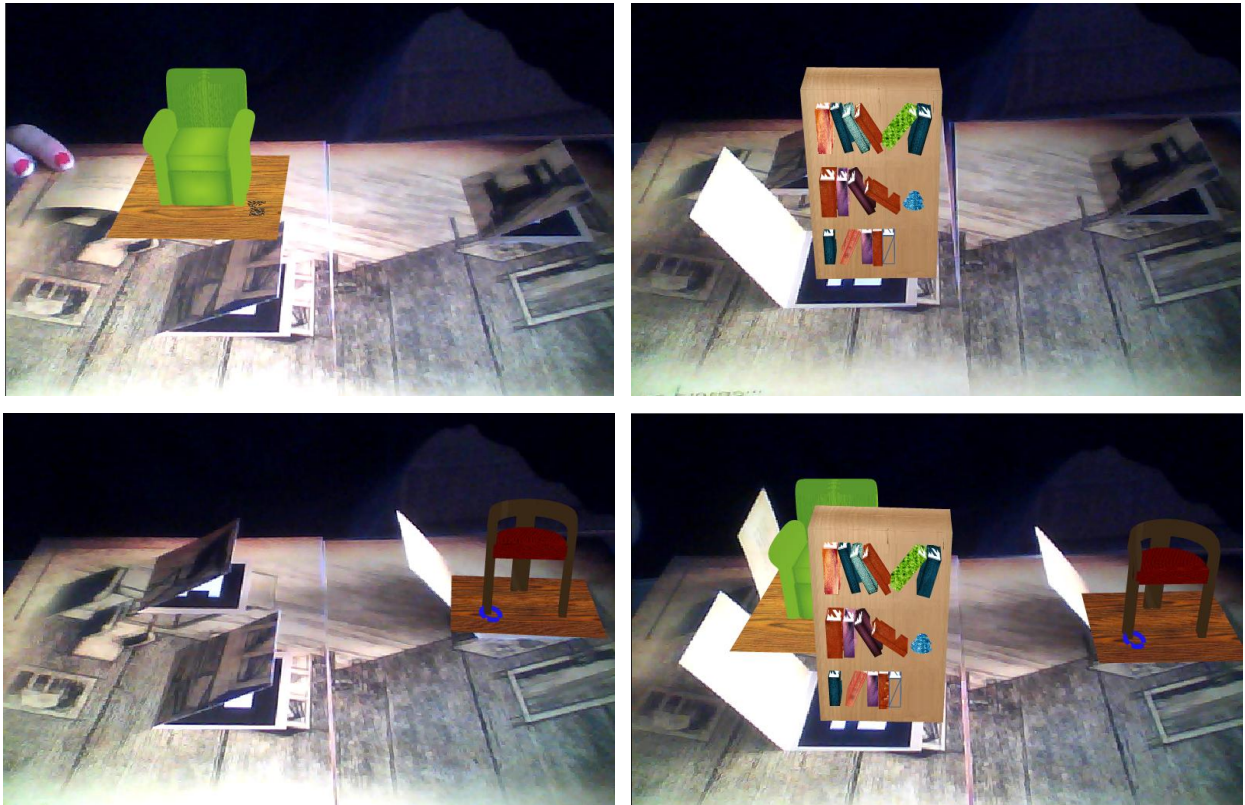
Escena 1: En esta escena hay dos marcadores. Uno de ellos contiene el modelo 3D animado del personaje principal de la historia y el otro contiene tres planos con textura, que rotan verticalmente según el movimiento horizontal del ratón, actuando a modo de galería.



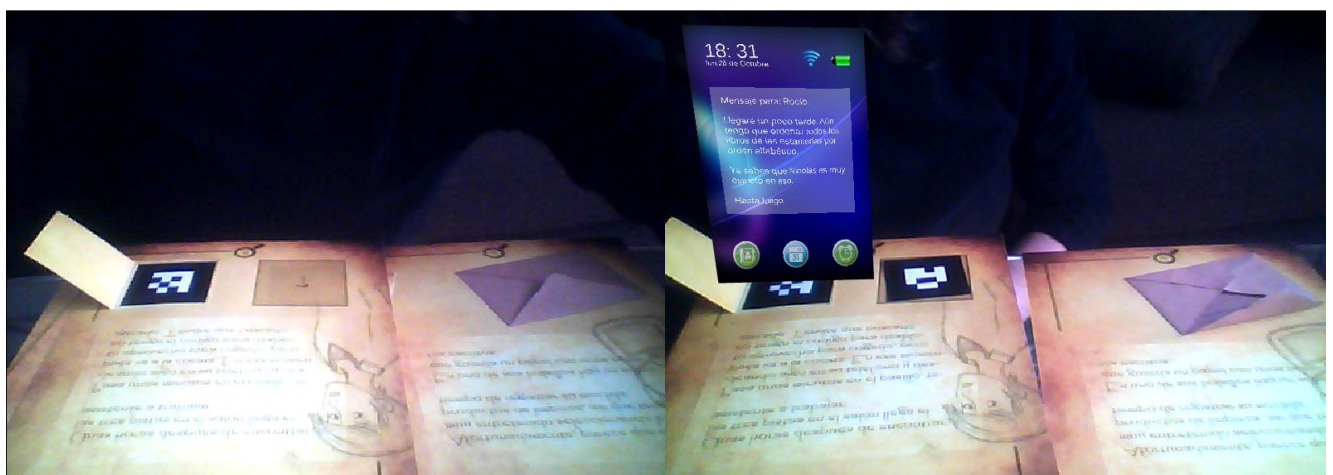
En las siguientes imágenes se ve el movimiento del personaje animado, así como el efecto de galería de las imágenes asociadas al segundo marcador.



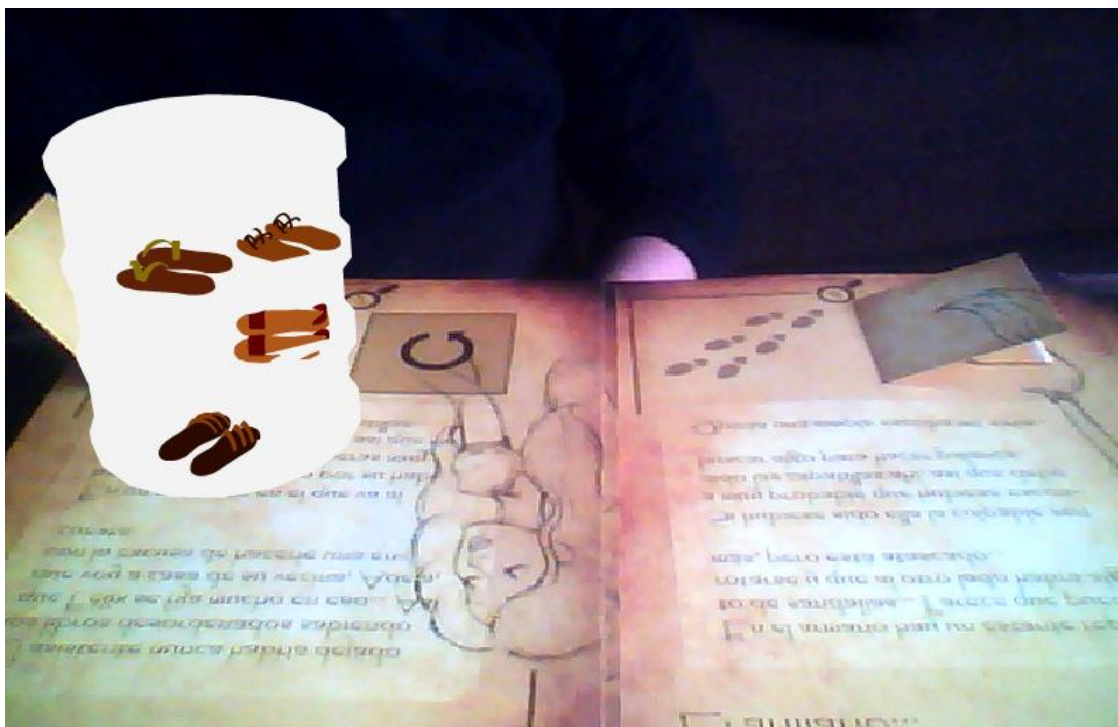
Escena 2: En esta escena hay tres marcadores independientes. Cada uno de ellos contiene un modelo 3D estático. Los tres modelos pueden mostrarse simultáneamente.



Escena 3: En esta escena dos marcadores que interactúan entre sí. El primero contiene un modelo, pero cuando se muestra solo el modelo no aparece. Al colocar el segundo marcador a su lado aparece el modelo (plano con textura) y se reproduce un clip con sonido.



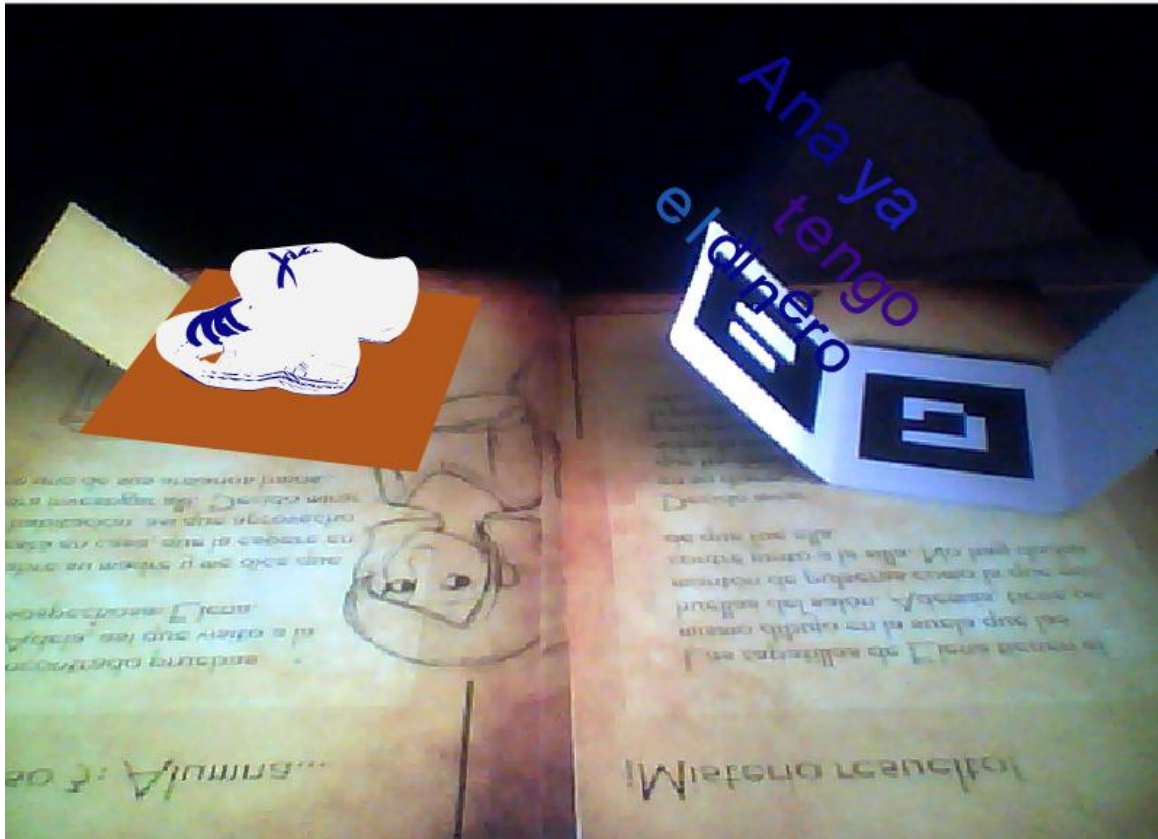
Escena 4: En esta escena hay dos marcadores que interactúan entre sí. El primero contiene un modelo 3D y el segundo controla la rotación de este modelo.



En la siguiente secuencia de imágenes se muestra cómo al rotar el segundo marcador, el modelo rota con él.



Escena 5: En la última escena hay tres marcadores: uno independiente y dos que interactúan entre sí. El primero muestra un modelo 3D. Los otros dos se combinan para mostrar una animación: uno de ellos contiene el modelo y el otro controla su visibilidad.

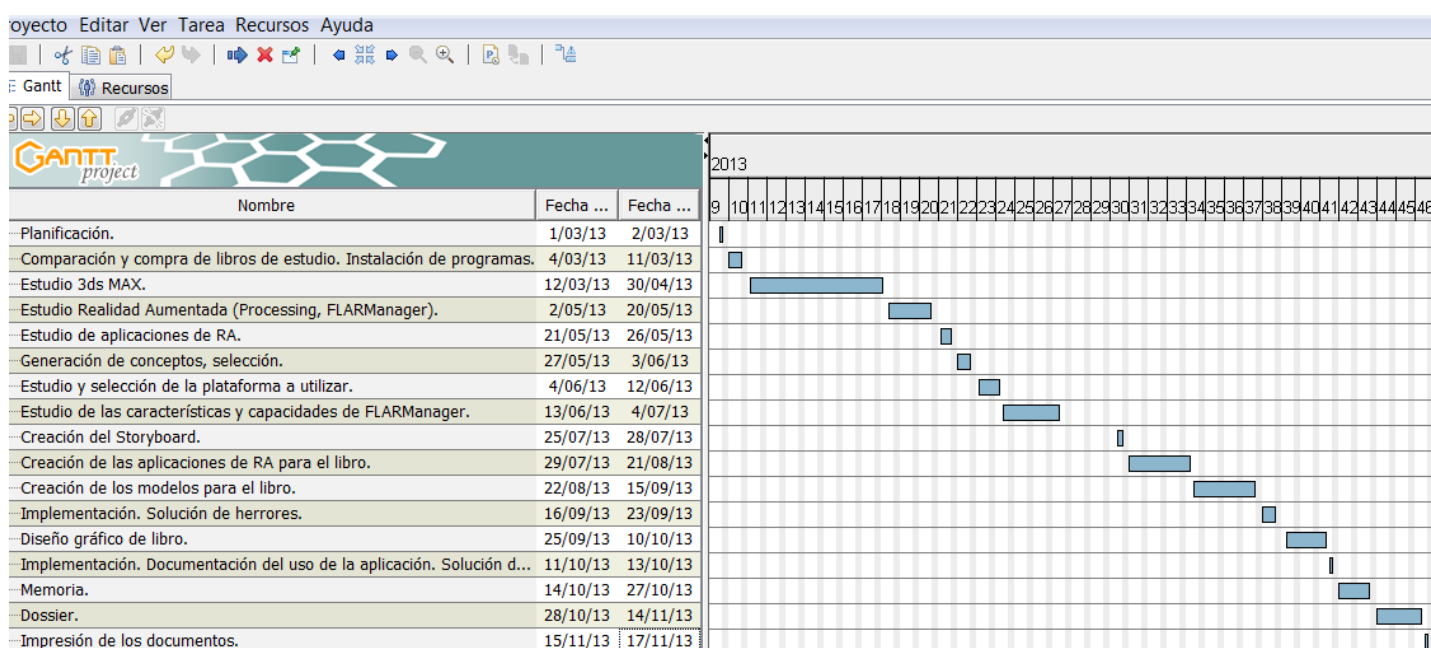


En la siguiente secuencia de imágenes se muestra la interacción entre marcadores y el progreso de la animación. Sólo cuando el segundo marcador es visible, se activa la animación.



6. Diagrama de Gantt.

En el siguiente diagrama se muestra el conjunto de tareas que se han realizado para lograr el objetivo de este Trabajo de Fin de Grado, junto a la duración de cada una de ellas y su el período de su realización. Las tareas han llevado a cabo entre los meses de Marzo y Noviembre de 2013. El dossier se ha ido realizando junto a cada una de las tareas, por lo que la tarea con este nombre se refiere a la unificación de contenidos, mejoras e introducción de nuevos contenidos, y maquetación de la misma.



La realización del Trabajo de Fin de Grado ha conllevado un total de 870 horas aproximadas de trabajo.

7. Conclusiones y trabajo futuro.

Recordemos que el objetivo del PFG consiste en especificar un proyecto de un libro basado en Realidad Aumentada para niños entre 7 y 9 años que, gracias a esta tecnología, se vuelve interactivo y utiliza la imagen de un modo más novedoso. Se quiere con ello demostrar el uso de las potencialidades de la RA, resolviendo los problemas tecnológicos que surgirían durante la implementación del libro.

Durante el desarrollo del proyecto se busca integrar en el libro diversas aplicaciones basadas en el uso de marcadores, y mostrar algunos ejemplos de modelos y animaciones que se podrían utilizar en un libro como el propuesto.

A través del aprendizaje de varios programas (FLARManager junto a Flash Builder, 3ds Max, Processing,) y del estudio de las distintas opciones que ofrece la Realidad Aumentada, tanto respecto a filosofías para trabajar con ella, como de plataformas con las que implementarla, se ha podido escoger el modo y el entorno de trabajo, así como realizar la aplicación planteada.

Durante la realización del proyecto se han integrado los conocimientos de muchas de las asignaturas de la carrera, como Entornos 3D, Informática, Comunicación Multimedia, Composición y Edición de imágenes, Diseño gráfico y comunicación, Taller de diseño y Oficina Técnica.

Se ha conseguido el objetivo deseado para el proyecto, ya que se ha logrado mezclar la tecnología de la Realidad Aumentada con un libro infantil, de modo que su contenido se enriquezca. Se han realizado distintas aplicaciones con RA en las que se ha conseguido interacción entre marcadores, muestra de varios modelos, inclusión de sonido, etc. Además, se han diseñado e introducido modelos y animaciones propios para la aplicación con éxito y se ha realizado el diseño gráfico que muestra cómo sería la aplicación real.

La parte más complicada durante el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado ha sido la generación del código para realizar las distintas aplicaciones de Realidad Aumentada ya que, debido a que no se tienen conocimientos muy amplios sobre programación, el proceso de introducción de nuevo código y depuración de errores ha sido muy costoso, y no se han podido realizar aplicaciones de un alto nivel de complejidad. La parte más

interesante ha sido la realización de modelos 3D y animaciones, ya que era un tipo de modelado con el que apenas se había trabajado antes y con el que se han conseguido buenos resultados.

Como trabajo futuro sería mejorable la puesta en marcha de la aplicación que, debido a la capacidad del ordenador de trabajo, tiene problemas (pocos modelos complejos a la vez, problemas al cargar varios elementos distintos, etc.). Esto obliga a que la aplicación se haya tenido que dividir en aplicaciones más pequeñas, y que no pueda funcionar todo el libro con una misma aplicación. Además, podrían incluirse otro tipo de aplicaciones que incluyesen botones, vídeo, etc.

8. Referencias.

[1] Tony Mullen. *Realidad Aumentada. Crea tus propias aplicaciones*.

Anaya. Año de edición: 2011. ISBN: 978-84-415-3127-7

http://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada

[2] <http://www.aumenta.me/?q=node/36>

[3] http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cfrodriguez_jl/pdfAmont/cfrodriguez_jl.pdf

[4] <http://www.zuinqstudio.com/es/blog-21-realidad-aumentada-smartphones>

[5] <http://santiagolopezdigital.blogspot.com.es/2011/05/avance-mayo-ptam.html>

<http://digilabs.com.ar/ar/ptam-parallel-tracking-and-mapping>

[6] <https://www.layar.com/>

[7] <http://processing.org>

[8] <http://spanish.unity3d.com/>

[9] <http://www.qualcomm.com/solutions/augmented-reality>

[10] <http://www.metaio.com/>

[11] <http://www.artoolworks.com/products/web/flaremanager/>

[12] <http://www.artoolworks.com/products/web/flaremanager/>

[13] MEDIAactive. *Manual de 3ds MAX 2013*. Marcombo. Año de edición: 2013. ISBN: 978-84-267-1889-1

[14] <http://www.looneydoodle.com/2010/04/flare-manager-multi-marker-multi-collada/>

http://www.youtube.com/watch?v=_x4SfItKyR0

<http://blog.aumentality.com/videotutoriales/videotutorial-animacion-3d-en-realidad-aumentada/>

<http://blog.aumentality.com/>

[15] <http://www.youtube.com/watch?v=LuXOow0CXLI>

http://www.youtube.com/watch?v=uQCCA_18Q7E

<http://www.youtube.com/watch?v=hSfP2rDNh-4>

8. Apéndices.

En el impreso que se entrega junto a la memoria se encuentran los siguientes Apéndices:

- Apéndice 1: Introducción a la Realidad Aumentada.
- Apéndice 2: 3ds Max. Aprendizaje del modelado 3D.
- Apéndice 3: Processing. Aprendizaje sobre la Realidad Aumentada.
- Apéndice 4: Aplicación a realizar y plataforma para su desarrollo.
- Apéndice 5: Estudio de las capacidades de FLARManager.
- Apéndice 6: Desarrollo de la aplicación.