

Prototipo de aplicación móvil utilizando Realidad Aumentada para el apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje en Ciencias Naturales: concepto de la célula.

**Danith Patricia Solórzano Escobar**

Máster en Ingeniería Informática

Desarrollo de aplicaciones sobre dispositivos móviles

**Jordi Ceballos Villach**

**Robert Clarisó Viladrosa**

10 de enero de 2018



Esta obra está sujeta a una licencia de  
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada [3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)  
[España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

*A Maxi, siempre.*

## *Agradecimientos*

*A mi madre Myriam Escobar, a mi padre Israel Solórzano y a mis hermanitos Myriam Cecilia Y Fernando Javier, por su cariño e interés por mis estudios.*

*Al ingeniero Jaime Duarte Daza, mi compañero de vida, por su valiosa ayuda técnica y su apoyo incondicional.*

*A los ingenieros Bryan Miranda Morales y Julián Rojas Sandoval, por la generosidad al compartir su idea y sus recursos.*

*A todos y cada uno de los que aportaron de una u otra manera para que este logro fuera posible, mil gracias.*

## FICHA DEL TRABAJO FINAL

<b>Título del trabajo:</b>	<i>Prototipo de aplicación móvil utilizando Realidad Aumentada para el apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje en Ciencias Naturales: concepto de la célula.</i>
<b>Nombre del autor:</b>	<i>Danith Patricia Solórzano Escobar</i>
<b>Nombre del consultor/a:</b>	<i>Jordi Ceballos Villach</i>
<b>Nombre del PRA:</b>	<i>Robert Clarisó Viladrosa</i>
<b>Fecha de entrega (mm/aaaa):</b>	01/2018
<b>Titulación:</b>	<i>Máster en Ingeniería Informática</i>
<b>Área del Trabajo Final:</b>	<i>Desarrollo de aplicaciones sobre dispositivos móviles</i>
<b>Idioma del trabajo:</b>	<i>Castellano</i>
<b>Palabras clave</b>	<i>Realidad Aumentada, Educación.</i>

### Resumen del Trabajo:

El objetivo del presente proyecto es la implementación de un prototipo que apoye el aprendizaje de los conceptos básicos sobre la célula. Este prototipo se desarrolló para dispositivos móviles que trabajen con el sistema operativo Android y que cuenten con cámara trasera ya que el prototipo hace uso de la Realidad Aumentada y ésta necesita de la cámara para visualizar los objetos presentados en 3D.

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) fue la metodología elegida para el diseño del prototipo ya que, como va dirigido al estudiantado entre 7 y 10 años, debe contar con características que lo hagan atractivo, con alta usabilidad y funcionalidad, elementos que son inherentes a cualquier desarrollo que utilice DCU.

La participación de los usuarios finales del prototipo de aplicación en la etapa de diseño permite obtener un producto que satisface no solo los requisitos funcionales y no funcionales identificados por el desarrollador, sino que además satisface las expectativas y necesidades planteadas por estos usuarios al hacerlos partícipes en test y entrevistas que hacen parte del proceso de DCU.

La implementación se ha realizado con el motor de juegos Unity y el SDK Vuforia, que permiten el manejo de Realidad Aumentada para la presentación de las partes de la célula.

Al prototipo se le han realizado pruebas unitarias y pruebas de integración para evaluar el producto obtenido y así realizar recomendaciones para una siguiente versión.

**Abstract:**

The objective of this project is the implementation of a prototype that supports the learning of basic concepts about the cell. This prototype was developed to be use in a mobile devices that work with the Android operating system and have a rear camera as the prototype makes use of Augmented Reality and it needs the camera to visualize the objects presented in 3D.

The User Centered Design (DCU) was the chosen methodology for the design of the prototype, since it is aimed at students between 7 and 10 years old, it must have characteristics that make it attractive, with high usability and functionality, such elements are inherent to any development that uses DCU.

The participation of the final users during the design stage, allows to obtain a product that satisfies not only the functional and non-functional requirements identified by the developer, but also by making them part of the project, we'll be to satisfy the expectations, needs and concerns raised by the users, during the tests and interviews that are part of the DCU process.

The implementation has been made with the engines "Unity" and "Vuforia SDK", which allows the use of Augmented Reality for the presentation of cell parts.

The prototype has undergone unit tests and integration tests to evaluate the product obtained and thus make recommendations for a next version.

## Tabla de contenido

Tabla de figuras .....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Contexto y justificación .....	11
1.2. Descripción.....	12
1.3. Realidad Aumentada en el prototipo.....	12
2. Objetivos del Trabajo.....	12
2.1. Objetivo general:.....	12
2.2. Objetivos específicos:.....	12
3. Metodología.....	13
4. Planificación del Trabajo.....	14
4.1. Elección Tecnológica .....	14
4.2. Recursos necesarios para el proyecto.....	14
4.3. Planificación temporal.....	15
5. Usuarios y contexto de uso.....	20
5.1. Indagación .....	20
5.2. Entrevista.....	20
5.3. Conclusiones de la entrevista a docente y estudiantes. ....	23
5.3.1. Conclusiones entrevista a estudiantes.....	23
5.3.2. Conclusiones entrevista a docente .....	24
5.4. Perfiles de usuario.....	24
6. Diseño conceptual .....	25
6.1. Escenarios de uso .....	25
6.2. Flujos de interacción .....	27
7. Prototipado .....	28
7.1. Sketch .....	28
7.2. Diseño gráfico de la aplicación.....	29
7.3. Prototipo de alta fidelidad .....	31
7.4. Logo de la aplicación .....	32
8. Evaluación del prototipo.....	33
8.1. Test para recolectar participantes .....	33
8.2. Escenarios y tareas de la prueba.....	34
8.3. Post-test .....	35

9.	Casos de uso .....	36
10.	Arquitectura.....	40
10.1.	Diagrama de clases.....	40
10.2.	Modelo Vista Controlador.....	40
11.	Implementación.....	42
11.1.	Unity .....	42
11.2.	SDK Vuforia.....	43
11.3.	Adobe Photoshop CS.....	44
11.4.	Sublime Text.....	45
11.5.	Microsoft Visual Studio .....	45
12.	Diseño gráfico del prototipo .....	45
13.	Pruebas .....	46
13.1.	Pruebas con usuarios - Aceptación .....	46
13.2.	Pruebas unitarias.....	46
13.3.	Pruebas de integración.....	50
	Tarea: Interactuar con realidad aumentad en la opción de célula animal. ....	53
	Tarea: Interactuar con realidad aumentad en la opción de célula Vegetal. ....	55
14.	Conclusiones .....	57
15.	Glosario .....	58
16.	Bibliografía .....	59
17.	Anexos.....	62
17.1.	Manual de usuario.....	62

## Tabla de figuras

Figura 1. Diagrama de Gantt de la PEC1 .....	16
Figura 2. Diagrama de Gantt de la PEC2.....	17
Figura 3. Diagrama de Gantt de la PEC3.....	18
Figura 4. Diagrama de Gantt de la PEC4.....	19
Figura 6. Flujos de interacción .....	27
Figura 7. Flujos de interacción del módulo “descubre” .....	27
Figura 8. Sketch app realidad aumentada.....	28
Figura 9. Prototipo de alta fidelidad de la aplicación .....	31
Figura 10. Logotipo de la aplicación.....	32
Figura 11. Casos de uso para la gestión de servicios .....	36
Figura 12. Casos de uso para la gestión de usuarios.....	36
Figura 13. Diagrama de clases .....	40
Figura 14. MVC.....	41
Figura 15. Arquitectura MVC de Unity.....	43
Figura 16. Arquitectura de Vuforia .....	44
Figura 17. Paleta de variaciones del azul.....	45
Figura 18. Descarga de Unity UI test .....	47
Figura 19. Prueba unitaria para una clase .....	48
Figura 20. Pruebas unitarias .....	48
Figura 21. Prueba unitaria a la clase object animation playing.....	49
Figura 22. Prueba unitaria a la clase Scene load .....	49
Figura 23. Prueba unitaria a la clase Mono Behavior .....	49



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Contexto y justificación

Una de las políticas bandera del Gobierno Colombiano referente a educación y tecnología<sup>i</sup> tiene que ver con la entrega de tabletas a los diferentes establecimientos educativos de carácter público que se encuentran a lo largo y ancho de la geografía colombiana.

El programa es conocido como “Tabletas para educar” y pretende entre otros objetivos mejorar la calidad de la educación mediante la utilización de dispositivos móviles como apoyo a las diferentes asignaturas que estudia el alumnado a lo largo de su permanencia en los ciclos de educación básica primaria y básica secundaria.

Los establecimientos educativos una vez reciben el dispositivo se encuentran con situaciones tales como que no existe conexión a internet disponible o que esta es de baja calidad o que no hay profesores capacitados en la construcción de aplicativos móviles para que estos puedan ser aprovechados como apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

A veces se aprecia el caso, una vez pasado el impacto de la entrega de las tabletas que estas están siendo subutilizadas o en el peor de los casos, guardadas bajo llave sin ningún uso, desperdiciándose así este recurso.

El prototipo de aplicación móvil propuesto aprovecharía este recurso con el que cuentan la mayoría de escuelas públicas de Colombia para apoyar el proceso de enseñanza y el de aprendizaje del concepto de la célula. Esta inquietud surge de la vivencia personal de la estudiante que va a realizar el proyecto, al observar como en escuelas de algunos municipios pequeños y con bastante población de escasos recursos, las tabletas no están siendo utilizadas y como máximo le son prestados a los estudiantes para que interactúen con las aplicaciones que ya vienen pre instaladas.

Las tabletas con las que el Gobierno de Colombia dota a los colegios traen el sistema operativo Android y las siguientes características: almacenamiento de 16 GB, pantalla de 9 pulgadas, dos cámaras, sensores, conectividad, interfaces externas (puerto USB y salida de vídeo), soporte a caídas desde 50 centímetros, duración mínima de 6 horas de batería y sistema de seguridad en caso de robo (bloqueo)<sup>ii</sup>.

Lo que se pretende es obtener una aplicación móvil que se pueda instalar sin necesidad de conectarse a internet, esto con el fin de distribuir la respectiva apk de manera gratuita entre los colegios para que, si así lo desean, puedan instalar la aplicación en las tabletas sin ningún problema.

La aplicación hará uso de la Realidad Aumentada para la visualización de la célula y sus partes. Con la posibilidad de visualizar en 3D los gráficos se busca llamar la atención de los niños y facilitar la comprensión de los conceptos.

Se busca que la aplicación permita la visualización en 3D utilizando la Realidad Aumentada de las partes de la célula y que muestre también texto complementario al gráfico. Asimismo,

se presentará una evaluación al final de cada capítulo de aprendizaje, con la respectiva retroalimentación en caso de que el estudiante falle al contestar las preguntas realizadas.

## **1.2. Descripción**

El prototipo de aplicación a desarrollar permitirá a los usuarios visualizar las partes de la célula tanto animal como vegetal utilizando Realidad Aumentada.

En el repositorio de Google, Google Play, se encuentran algunas aplicaciones que muestran las partes de la célula, pero para acceder a ellas se necesita una conexión a internet que permita su descarga, traen publicidad y exigen privilegios en el dispositivo que se instala.

La aplicación que se propone no necesita conexión a internet puesto que se distribuye directamente el archivo apk y tampoco tiene publicidad ni puertas traseras en el código que puedan poner en peligro de exposición a contenido no adecuado a los niños-usuarios.

## **1.3. Realidad Aumentada en el prototipo**

La aplicación hará uso de la Realidad Aumentada con el fin de capturar la atención de los niños y de hacer más ameno el proceso de aprendizaje de un concepto básico de las Ciencias Naturales como lo es el concepto de la célula y sus partes.

Existen 3 tipos de Realidad Aumentada y en el prototipo trabajará con Nivel 1 de Realidad Aumentada, que es la basada en marcadores. En este nivel los activadores son marcadores, figuras que cuando se escanean o se enfocan fijamente con la cámara, se obtiene un modelo 3D que se superpone en la imagen real.

## **2. Objetivos del Trabajo**

A continuación, se describen los objetivos general y específicos del proyecto de final de máster.

### **2.1. Objetivo general:**

Implementar un prototipo de aplicación móvil para el sistema operativo Android que apoye el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de la célula utilizando Realidad Aumentada.

### **2.2. Objetivos específicos:**

Levantar los requerimientos necesarios para la construcción del prototipo de aplicación móvil que apoye el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de la célula utilizando Realidad Aumentada.

Aplicar los conceptos del diseño centrado en el usuario (DCU) para que el prototipo de aplicación responda a las necesidades reales de los usuarios finales.

Diseñar la interfaz de la aplicación móvil siguiendo los lineamientos del Diseño Centrado en el Usuario para el desarrollo de aplicaciones móviles.

Desarrollar el prototipo de aplicación móvil utilizando las herramientas de software apropiadas para satisfacer los requerimientos.

### **3. Metodología**

La aplicación móvil por desarrollar estará dirigida a niños con edades comprendidas entre los 7 y 10 años, por lo que el diseño se orientará específicamente a este público. Esto implica utilizar colores e imágenes que llamen la atención de los niños y que cumplan con los criterios de usabilidad para el diseño de aplicaciones móviles.

Al consultar en la Play Store (tienda virtual desde donde se descargan aplicaciones para el sistema operativo Android), se encuentran varias aplicaciones, la mayoría en inglés para el aprendizaje del concepto de la célula y ninguna que haga uso de la Realidad Aumentada, a lo sumo, presentan los dibujos en 3D.

El valor agregado de la aplicación propuesta es que ésta mostrará los textos en castellano y que hará uso de la Realidad Aumentada para la presentación de los gráficos.

La metodología de desarrollo elegida para la construcción de la aplicación es el modelo de prototipado, dado que permite que los interesados en el proyecto puedan interactuar en todo el proceso de desarrollo del software.

Esta metodología de desarrollo requiere crear prototipos que posteriormente se someterán a pruebas por parte del cliente para poder determinar fallos en la funcionalidad y en la usabilidad del prototipo.

A continuación se enumeran las etapas del modelo:

*Etapa 1. Investigación preliminar:* Comprende la definición del problema, sus efectos organizacionales y el estudio de factibilidad.

*Etapa 2. Diseño Técnico:* Comprende el diseño, documentación para programación, mantenimiento y rediseño del prototipo.

*Etapa 3. Programación y pruebas:* Comprende la implementación y testeo de las especificaciones del diseño técnico.

*Etapa 4. Operación y Mantenimiento:* Comprende la instalación del sistema, modificaciones posteriores y mantenimiento del aplicativo.

Es de anotar que esta metodología de desarrollo de software escogida se complementará con el Diseño Centrado en el Usuario como técnica para obtener un producto que cumpla con los requisitos funcionales y no funcionales y que además satisfaga criterios de usabilidad y funcionalidad.

#### **4. Planificación del Trabajo**

##### **4.1. Elección Tecnológica**

Desde una perspectiva tecnológica se ha escogido la implementación de un prototipo de aplicación para el sistema operativo Android (versión 4.0 en adelante) que permita su instalación en tabletas genéricas y celulares de baja gama.

La aplicación será nativa para Android ya que se desea prescindir de la conexión a internet (que a veces no se encuentra disponible por lo remoto de la ubicación de la escuela o por falta de recursos económicos), ofrecer el máximo rendimiento permitido por el hardware con el que se cuenta y una experiencia de usuario satisfactoria.

##### **4.2. Recursos necesarios para el proyecto.**

A continuación, se nombran tanto los recursos de software y de hardware necesarios para llevar a cabo este proyecto.

Recursos de Software.

- Sistema operativo Microsoft Windows 10 versión 1607
- Plataforma Unity 5.5.2, lanzada el 24 febrero 2017
- SDK Vuforia 6.2
- Editor Sublime Text
- Microsoft Office Word 2016 para la documentación de los entregables.
- Gantt Project para los diagramas de la planeación del proyecto.
- Microsoft Office PowerPoint 2016 para el diseño de diapositivas.

Es de anotar que ya se cuenta con todos los recursos de software requeridos por el proyecto.

Recursos de Hardware.

Para la realización del presente proyecto es necesario contar con una computadora que tenga tarjeta de vídeo ya que la plataforma Unity es exigente en cuanto a este recurso, así como en memoria RAM y capacidad de procesamiento.

Los siguientes son los recursos que ya se encuentran a disposición para el desarrollo del prototipo de aplicación móvil:

- Equipo portátil ASUS con procesador Intel Core 7 de 6ta generación, con 8 GB en memoria RAM y tarjeta de vídeo Nvidia GEFORCE 940 MX.
- Teléfono móvil Huawei P8 con sistema operativo Android versión 6.0 (Marshmallow)
- Teléfono móvil Huawei P10 Lite con sistema operativo Android versión 7.0 (Nougat)
- Tableta Nexus 7 (2012) con Android versión 5.0 (Lollipop)

#### **4.3. Planificación temporal.**

A continuación, la planificación del tiempo necesario para la realización del presente proyecto.

Las PEC a entregar a lo largo de este período académico están orientadas a la elaboración de la aplicación móvil y por tanto se integran al proyecto ya que cada PEC constituye un entregable del mismo.

Cada PEC tiene una retroalimentación de parte del profesor consultor que apoya el refinamiento del producto final a entregar sí como la documentación de la memoria final del trabajo.

Las PEC a entregar son:

TAREA	Actividad principal por realizar
PEC 1	Planificación
PEC 2	Análisis y diseño del aplicativo móvil
PEC 3	Implementación y desarrollo del aplicativo
PEC 4	Entrega final

#### **PEC1: Planificación**

Esta etapa se define el marco general del proyecto, los recursos necesarios tienen definiendo los objetivos, el alcance y una planificación específica de las actividades del mismo.

Actividad	Descripción
Lecturas, consultas en internet y material de estudio UOC	Búsqueda de una necesidad a cubrir. <input type="checkbox"/> Comparación y selección de la tecnología a utilizar para resolver la necesidad planteada. Definir
Definir Objetivos	Descripción de los objetivos del TFM, tanto general como específicos.
Planificación	Construcción del diagrama de Gantt del Proyecto
Prueba de herramientas	Instalación de las herramientas software necesarias para el proyecto. Prueba de las herramientas Unity y Vuforia en el equipo.
Redacción PEC	Redacción del informe de la PEC 1

#### Diagrama de Gantt de la PEC1:

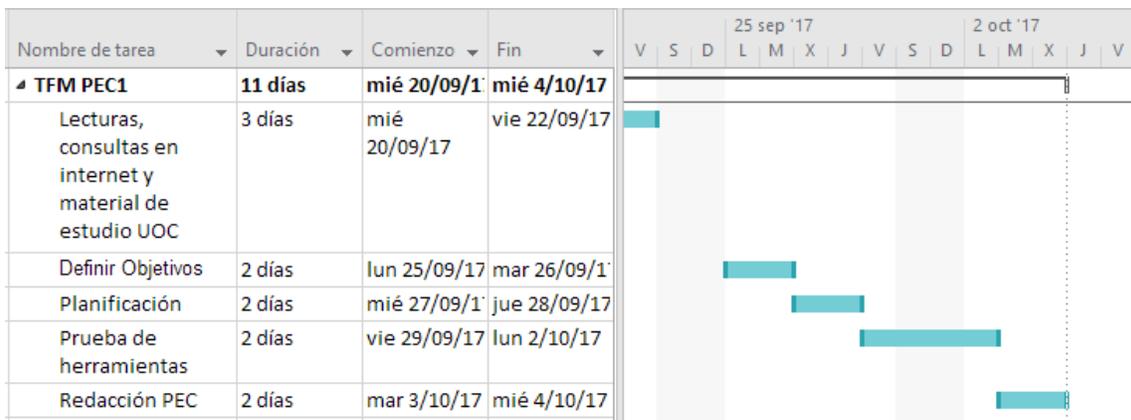


Figura 1. Diagrama de Gantt de la PEC1

PEC2: Análisis, diseño y prototipo de la aplicación.

En esta etapa se definen los requisitos funcionales y no funcionales que debe cubrir por el software de acuerdo con el DCU y a la población objetivo. Durante este período se definirá la arquitectura de la aplicación y se definirán las alternativas de navegación e interacción del usuario.

Actividad	Descripción
Análisis de requerimientos	de Especificación de requisitos funcionales. Especificación de requisitos no funcionales.
Diseño modelo de datos- Arquitectura	Descripción de la arquitectura Modelo de dominio Diagrama de casos de uso
Aplicación de DCU – método de prototipos	Estudio de usuarios, perfiles de usuario, escenarios de uso. Prototipo de la interfaz de usuario (Wireframe) para los principales casos de uso. Diseño de prototipo de alta fidelidad. Pruebas de Usabilidad del prototipo
Redacción PEC	Redacción del informe de la PEC 2

Diagrama de Gantt de la PEC 2:

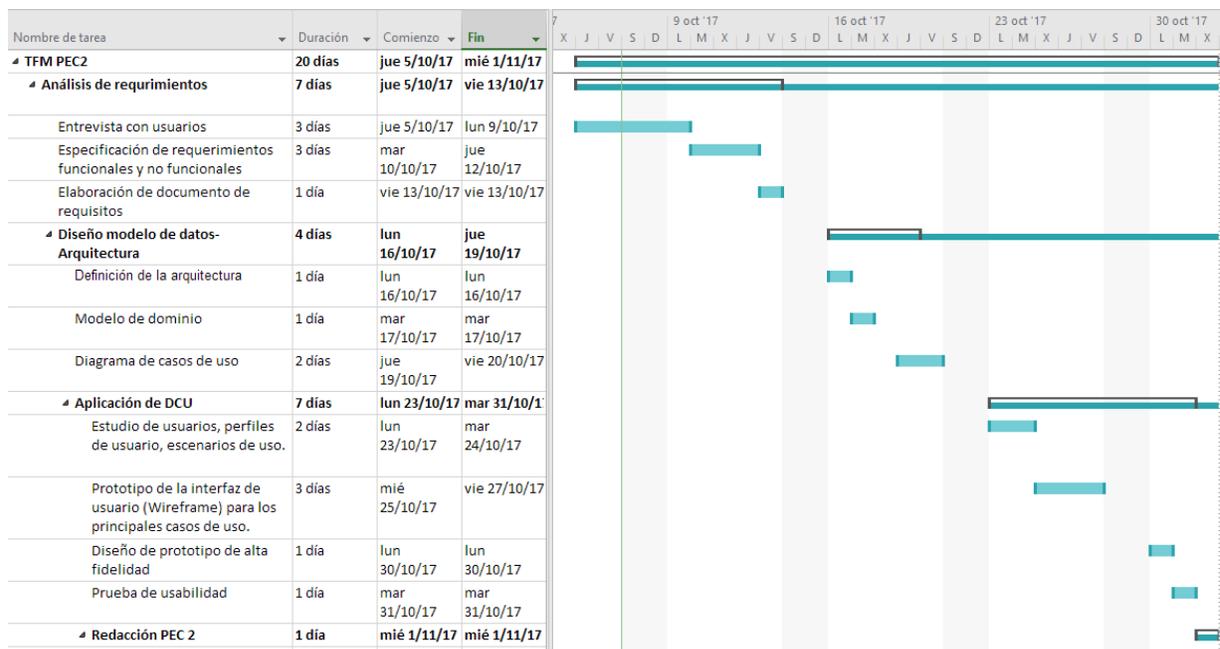


Figura 2. Diagrama de Gantt de la PEC2

### PEC 3: Implementación de las funcionalidades definidas.

Durante esta etapa se lleva a cabo la implementación del software a partir de los requisitos y el diseño definido en la etapa anterior. En esta etapa también se realizan las pruebas de aceptación de la aplicación para garantizar que cumple con todos los requisitos que se habían propuesto inicialmente.

Actividad	Descripción
Desarrollo de la aplicación	Implementación de la interfaz gráfica Implementación de las diferentes funcionalidades de la aplicación
Pruebas	Verificar que el desarrollo realizado cumple con todos los requerimientos del proyecto.
Refinamiento	Corrección de errores y funcionalidades poco claras para el usuario final.
Manuales	Elaboración de manual de instalación y manual de usuario.
Redacción PEC	Redacción del informe de la PEC 3

### Diagrama de Gantt de la PEC 3:

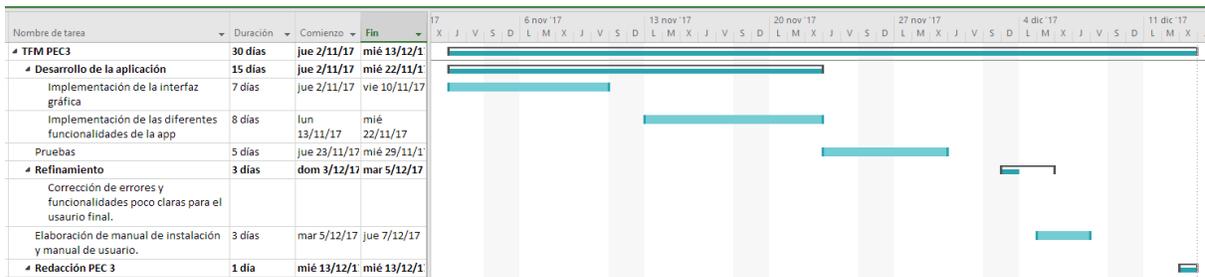


Figura 3. Diagrama de Gantt de la PEC3

PEC 4: Entrega de la memoria y presentación del trabajo.

Esta es la etapa final del proyecto y está destinada a recopilar y organizar la documentación del proyecto, así como a presentar al jurado calificador el prototipo realizado y realizar la respectiva defensa.

Actividad	Descripción
Recopilar y redactar documento	Elaboración de la memoria final del proyecto
Revisión y entrega	Revisión de la memoria del proyecto para su entrega.
Presentación del TFM	Elaborar la presentación del proyecto. Elaboración de un video del funcionamiento de la aplicación. Realizar la presentación al tribunal calificador del proyecto.
Defensa del TFM	Defensa virtual del TFM Respuesta a preguntas realizadas por el tribunal calificador del proyecto.
Redacción PEC	Redacción del informe de la PEC 4

Diagrama de Gantt de la PEC 4:

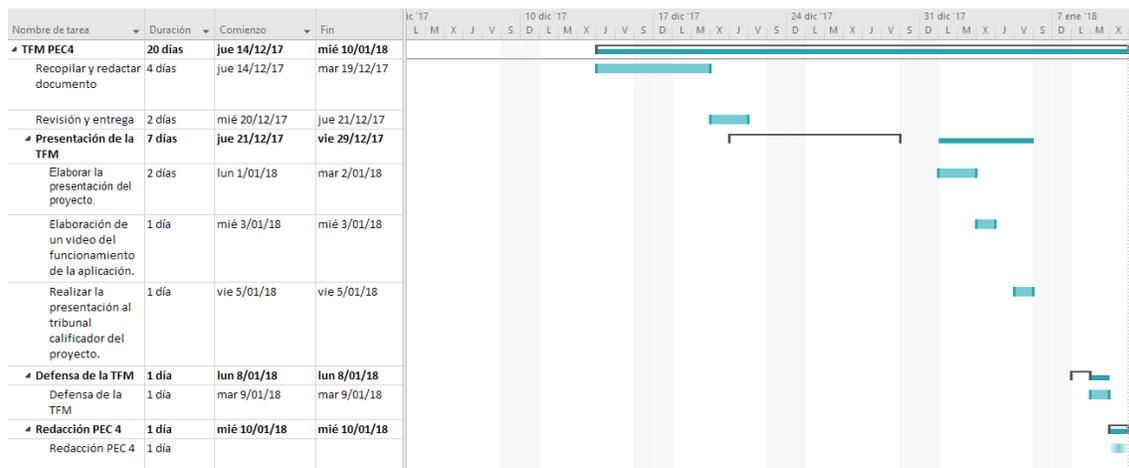


Figura 4. Diagrama de Gantt de la PEC4

## 5. Usuarios y contexto de uso

### 5.1. Indagación

En esta etapa se pretende averiguar sobre las preferencias de la población a la que dirige la aplicación “Prototipo de aplicación móvil utilizando Realidad Aumentada para el apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje en Ciencias Naturales: concepto de la célula”.

Mediante una entrevista estructurada dirigida a una muestra de 10 estudiantes de un colegio de Educación Básica primaria en el Municipio de Piedecuesta en el departamento de Santander en Colombia.

La entrevista se realizó el viernes 13 de octubre de 2017 entre las 9:00 y 10:00 horas en un salón de clases del colegio.

Se han recogido las respuestas de esta entrevista con una serie de preguntas para indagar sobre las preferencias, expectativas y experiencias de los usuarios.

Dado que son pocos estudiantes y una sola profesora, se escogió combinar el método de entrevista con dinámica de grupo para los estudiantes, en la que se escogió realizar una charla en grupo después de la entrevista.

Para la profesora, se combinó el método de encuesta y entrevista informal, ya que se necesitaba dejar constancia de los temas específicos a incluir en la aplicación.

### 5.2. Entrevista

Para la realización de la entrevista se ha preparado un guion en el que se incluyen preguntas abiertas. Se realiza una entrevista para los estudiantes y otra para la profesora.

Dado que la población es pequeña (15 estudiantes) y que son niños entre 7 y 10 años.

El colegio está ubicado en el área urbana del Municipio de Piedecuesta y es de carácter privado.

El estrato socioeconómico de los estudiantes que atiende este colegio es 3 (En Colombia, el DANE define los estratos socioeconómicos del 1 al 6, siendo uno el estrato más bajo)<sup>1</sup>

En el Colegio se cuenta con una sala de cómputo con 15 computadoras con acceso a internet a través de un canal de 5 Mb.

Existe una red Wifi que ofrece solo conectividad para 2 aulas de clase (grados 10° y 11°)

---

<sup>1</sup> [https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas\\_frecuentes\\_estratificacion.pdf](https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas_frecuentes_estratificacion.pdf) consultado el 24 de octubre de 2017

### Entrevista a estudiantes para aplicación móvil sobre la célula

(Se hace una breve presentación del entrevistador y el motivo de realización de la entrevista. La profesora de informática del curso está presente durante la entrevista ya que es la directora de grupo de los niños entrevistados.

Anteriormente se ha solicitado a la rectora de la institución el respectivo permiso para realizar la entrevista a los niños.

Previamente se estableció que en el colegio existen 24 tabletas con Android. Se deja claro que serán analizadas de forma anónima y que la información recopilada es con fines netamente académicos)

Buenos días, la entrevista que te voy a realizar a continuación es con el fin de recolectar información necesaria para la elaboración de una aplicación móvil que podrás utilizar para aprender sobre la célula en tu clase de Ciencias Naturales.

Tus respuestas serán de gran ayuda para mí que soy quien va a realizar la aplicación como parte de un estudio superior que estoy realizando con una importante universidad de España.

Agradezco tu tiempo y sinceridad al contestar las preguntas.

### Desarrollo de la entrevista

#### Datos personales (Identificación del perfil)

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

1. ¿Qué aplicaciones utilizas cuando interactúas con la Tablet/tableta?
2. ¿En qué asignaturas utilizan la Tablet/tableta?
3. ¿Te parecen agradables las aplicaciones con las que interactúas en esas clases?  
¿Por qué?
4. ¿Te gustaría una aplicación para aprender sobre la célula en la clase de Ciencias Naturales?
5. De las aplicaciones que tienen instaladas en las tabletas del colegio ¿Cuál es tu favorita? ¿Por qué?
6. Si en casa tienes acceso a una tableta o al celular (puede ser el de tus padres)  
¿Para qué lo usas?

### Cierre de la entrevista

7. Cuéntame cualquier observación que quieras hacer sobre el uso de las tabletas en clase.

Para este cierre se realizó una dinámica de grupo en la que los estudiantes compartían con la entrevistadora y sus compañeros las observaciones que tuvieron una vez realizada la prueba.

De esta charla salió la siguiente información relevante para el proyecto:

- ✓ A los estudiantes les gusta asociar las aplicaciones con un logo o avatar.
- ✓ Los estudiantes no sabían que es posible instalar una aplicación en el dispositivo móvil sin contar con internet, solo conocen los servicios de Google Play.
- ✓ Las aplicaciones que más les llaman la atención tienen colores vivos.

Encuesta a la profesora para aplicación móvil sobre la célula

(Se hace una breve presentación del encuestador y el motivo de realización de la entrevista.

Anteriormente se ha solicitado a la rectora de la institución el respectivo permiso para realizar la entrevista a la profesora.

Previamente se estableció que en el colegio existen 24 tabletas con Android. Se deja claro que serán analizadas de forma anónima y que la información recopilada es con fines netamente académicos.

Buenos días, la encuesta que te voy a realizar a continuación es con el fin de recolectar información necesaria para la elaboración de una aplicación móvil que podrás utilizar para aprender sobre la célula en tu clase de Ciencias Naturales.

Tus respuestas serán de gran ayuda para mí que soy quien va a realizar la aplicación como parte de un estudio superior que estoy realizando con una importante universidad de España.

Agradezco tu tiempo y sinceridad al contestar las preguntas.

En la entrevista informal después de responder las preguntas de la encuesta realizada a la docente, se recabó la siguiente información:

La profesora respondió que no utilizaba ningún tipo de aplicación ni en el PC ni en las tabletas para el apoyo en la enseñanza de la clase de Ciencias Naturales.

La profesora también manifestó que desconoce el concepto de “realidad aumentada” y su posible aplicación en la educación.

La profesora comentó que no hay servicio de internet por Wifi en el aula de clase, que solo hay un computador con internet y normalmente solo lo utiliza ella. Además, comentó que el servicio de internet no era muy eficiente.



Figura 5. Estudiantes y profesora el día de la entrevista

### **5.3. Conclusiones de la entrevista a docente y estudiantes.**

#### **5.3.1. Conclusiones entrevista a estudiantes**

##### **Usuarios identificados:**

- Niños interesados en utilizar las tabletas y los móviles como ayuda para el estudio en las asignaturas.
- Niños que solo conocen y utilizan la aplicación de Duolingo (en la clase de inglés).
- Profesora de la clase de Ciencias Naturales que no utiliza ningún recurso ni aplicación que pueda instalar en la tableta.

##### **Competencias identificadas:**

- Los niños conocen el funcionamiento básico del sistema operativo Android presente en las tabletas, saben descargar aplicaciones de la Play Store e interactúan en el hogar con dispositivos móviles para jugar, para acceder a redes sociales y para realizar búsquedas de información.

##### **Requisitos de los usuarios:**

- Los estudiantes manifestaron en su mayoría tener acceso también en el hogar a dispositivos móviles.
- Los estudiantes siempre muestran interés con la utilización de las tabletas en las clases.

- ✓ Los estudiantes manifestaron pedir permiso a sus padres o profesores antes de instalar alguna aplicación en el dispositivo móvil siempre y cuando este no fuera un juego. Si es un juego, lo descargan sin consultar.
- ✓ Los estudiantes solo están interesados en la descarga de contenido gratuito en la Play Store.
- ✓ Los estudiantes manifestaron que les llama la atención los colores y formas presentes en la aplicación de juegos.
- ✓ Los estudiantes manifestaron que les gustan los avatares y dibujos en las aplicaciones.

### 5.3.2. Conclusiones entrevista a docente

-Como requisito de usuario la profesora manifestó que la aplicación debía ser muy sencilla e intuitiva ya que tiene poca experiencia en el uso y manejo de aplicaciones diferentes a redes sociales.

-Otro requisito que se desprende de la entrevista con la profesora es que la aplicación debe trabajar sin conexión a internet.

-De la entrevista a la docente se desprende que la aplicación debe ser nativa para Android que es el sistema operativo de las tabletas que hay en el colegio.

### 5.4. Perfiles de usuario

Se identifica un perfil de usuario para la aplicación después de realizar las entrevistas.

<u>Perfil de usuario</u> Usuario estudiante de entre 10 y 12 años que tiene conocimientos básicos en el manejo de dispositivos móviles.	Estudiante interesado en incorporar a sus clases el uso de las tabletas disponibles en el colegio.
Contexto 1	El usuario debe conocer los conceptos básicos sobre la célula y sus partes, para ello accede a la aplicación móvil que no solo le presenta los contenidos, sino que también le muestra las partes de la célula con realidad aumentada.
Tarea 1.1	El usuario accede a la aplicación para conocer los conceptos básicos sobre la célula.
Tarea 1.2	El usuario visualiza las partes principales de la célula mediante realidad aumentada.
Tarea 1.3	El usuario responde un cuestionario sobre los conceptos estudiados.

## 6. Diseño conceptual

### 6.1. Escenarios de uso

Personaje 1: Juan, 10 años, estudiante de 5º grado de Educación Básica Primaria.

Personaje 2: María, 11 años, estudiante de 5º grado de educación

#### Escenario 1

Personaje: Juan

Son las 10:00 am, Juan llegó al colegio a las 6:30 am y ya a esta hora se encuentra algo cansado.

Juan tiene clase de Ciencias Naturales y la profesora comenta que hoy se va a estudiar el concepto de célula, sus partes y los tipos de célula que existen.

La profesora reparte una tableta por estudiante e indica como ingresar en la aplicación que muestra los conceptos y las partes de la célula utilizando realidad aumentada. Juan tiende a distraerse con facilidad en la clase.

#### Escenario 2

Personaje: María

Son las 10:00 am, Juan llegó al colegio a las 6:30 am y ya a esta hora se encuentra algo cansada.

María tiene clase de Ciencias Naturales y la profesora comenta que hoy se va a estudiar el concepto de célula, sus partes y los tipos de célula que existen.

La profesora reparte una tableta por estudiante e indica como ingresar en la aplicación que muestra los conceptos y las partes de la célula utilizando realidad aumentada. María es una estudiante muy aplicada y a pesar del cansancio pone todo su empeño y presta atención a clase.

**Escenario 3**

Personajes: Juan y María

Los estudiantes llevaron el dispositivo móvil al que tienen acceso en casa para que les instalaran la aplicación usada en la clase de Ciencias

Naturales.

Repasan los conceptos estudiados en clase y le muestran a padres y hermanos como se visualizan las partes de la célula con realidad aumentada.

## 6.2. Flujos de interacción

La aplicación que se va a implementar está dirigida a niños y debe permitir consultar la información precisa con el menor número de pasos posible.

La herramienta propuesta debe ser intuitiva, sencilla y productiva, que proporcione a los niños la información sobre las definiciones de la célula y sus partes y que permita la visualización de dichos elementos con técnicas de realidad aumentada.

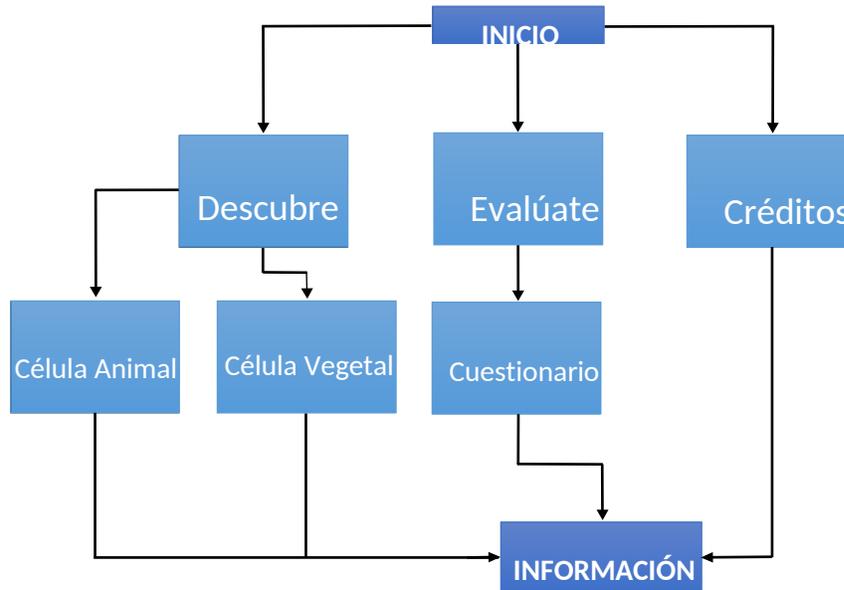


Figura 6. Flujos de interacción



Figura 7. Flujos de interacción del módulo "descubre"

## 7. Prototipado

Teniendo en cuenta la estructura general de la aplicación y los flujos de interacción mostrados en la sección anterior, se procede a presentar un boceto de la aplicación.

### 7.1. Sketch

A continuación, se muestran los primeros diseños de pantallas, hechos a mano alzada.

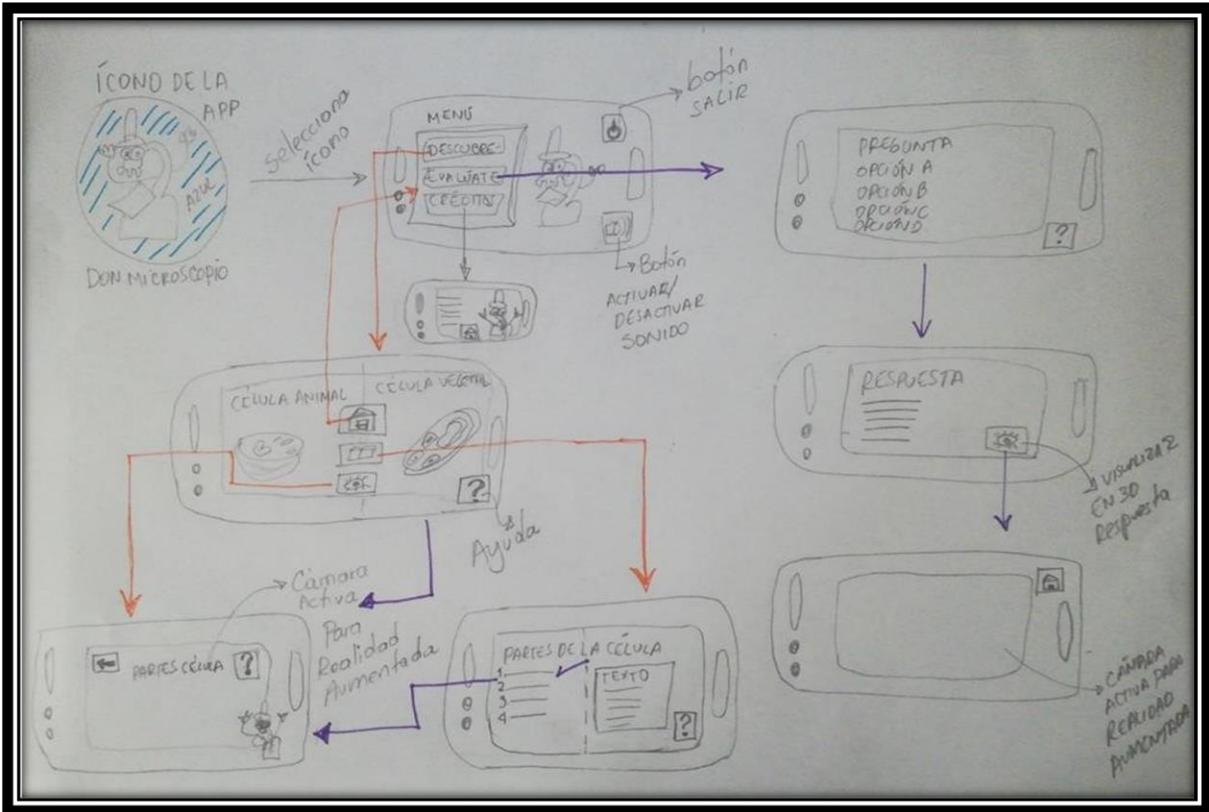


Figura 8. Sketch aplicación realidad aumentada.

A pesar de que la bibliografía propuesta por los consultores es clara en cuanto a la técnica de DCU y su aplicación, la falta de conocimiento en fundamentos de diseño gráfico, colorimetría y distribución de íconos representó una dificultad para la autora del presente trabajo. En un equipo de trabajo para la producción de contenido con realidad aumentada para la educación es indispensable la presencia de un diseñador gráfico y un experto en pedagogía,

## 7.2. Diseño gráfico de la aplicación

Se muestran a continuación algunas pantallas preliminares de la aplicación, realizadas para el prototipo de alta fidelidad.

Pantalla de inicio de la aplicación



Pantalla de inicio



Pantalla de la aplicación: escoger tipo de célula



Pantalla de la aplicación: visualizar con realidad aumentada



Pantalla de la aplicación: visualizando con realidad amentada



Estas pantallas se mostraron a los estudiantes cuyo perfil de usuario fue identificado como válido para que dieran su opinión sobre los colores, el tipo de letra y apariencia en general de la aplicación.

### 7.3. Prototipo de alta fidelidad

A continuación, se muestra el primer prototipo de alta fidelidad de la aplicación:

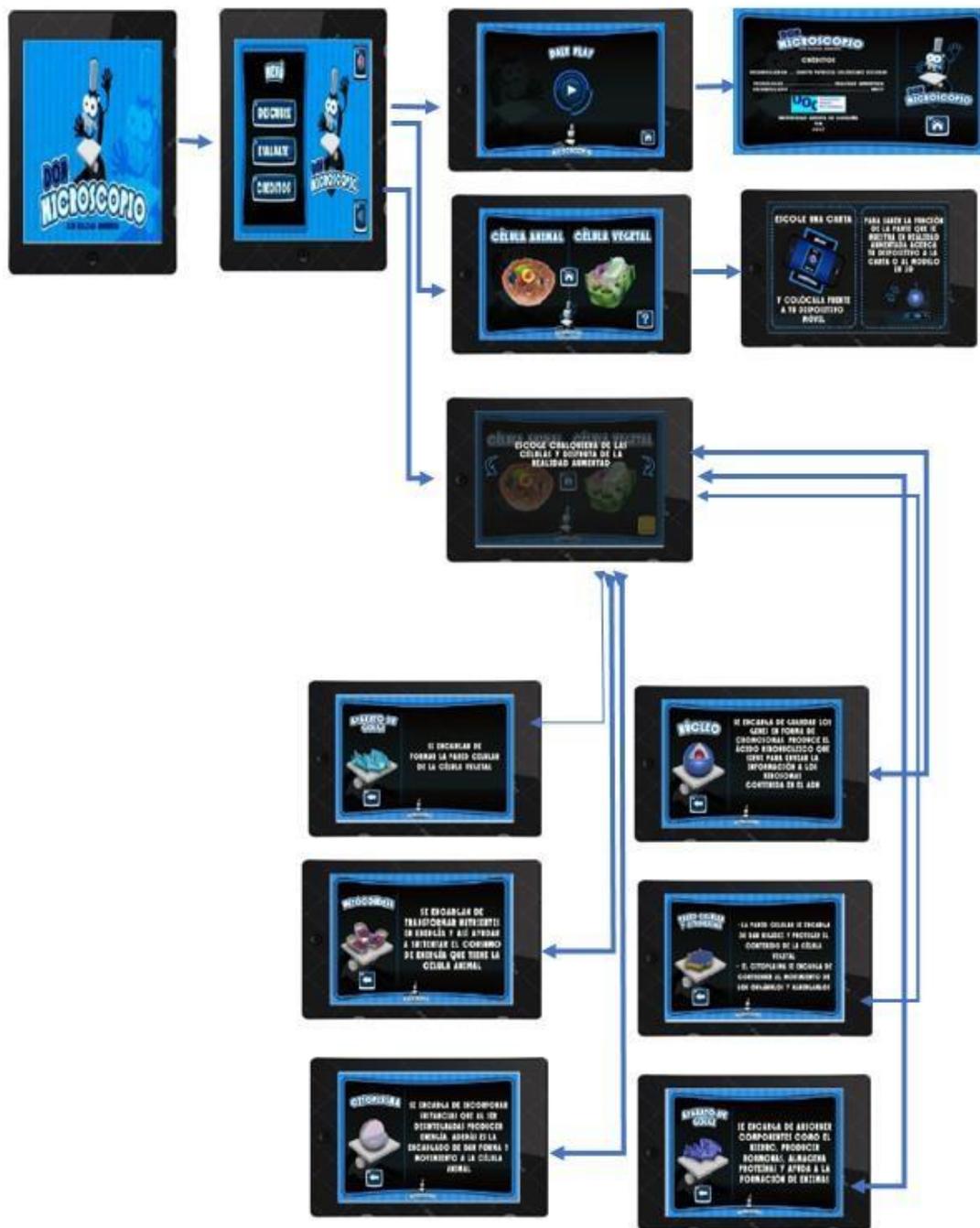


Figura 9. Prototipo de alta fidelidad de la aplicación

#### 7.4. Logo de la aplicación

La identidad de la aplicación estará a cargo de “Don Microscopio”, que será el logo de la aplicación.



*Figura 10. Logotipo de la aplicación*

La aplicación propuesta es para el apoyo de la clase de Ciencias Naturales y por ello el microscopio que es un elemento de esta clase se tomó como base para la realización del logo.

## 8. Evaluación del prototipo

El propósito de esta etapa es proporcionar información que permita el refinamiento de la aplicación móvil.

Para ello se propone la realización de 3 test durante la prueba, estos son:

1. **Test para recolectar los participantes:** test de filtrado
2. **Test con las tareas a realizar en la prueba:** Definición de las tareas a realizar en la prueba.
3. **Test realizado después de cada prueba para su evaluación:** Después de cada tarea y al finalizar la prueba mediante un formulario en papel, el usuario deberá valorar del 1 al 10, para analizar su satisfacción sobre la tarea realizada y el sentimiento generado.

### 8.1. Test para recolectar participantes

Screener: filtro de usuarios	
Pregunta	Respuesta
¿Qué edad tiene?	-Menos de 6 años [Termina] -Entre 7 y 10 años -Más de 12 años
¿Haces uso habitual de aplicaciones móviles?	- No [Termina] - Sí, utilizo habitualmente aplicaciones móviles.
¿Tienes acceso a un dispositivo móvil en la escuela o en tu hogar?	- No [Termina] - Sí, tengo acceso a un dispositivo móvil.
¿Conoces y has utilizado aplicaciones en tus clases del colegio?	- Conozco, pero no las uso. - Sí, conozco y las uso.
¿Estarías interesado en utilizar una aplicación para aprender sobre la célula en tu clase de Ciencias Naturales?	- No, estoy interesado. - Sí, si estaría interesado [Perfil válido]
¿Te gustaría visualizar las partes de la célula en 3D utilizando solo la tableta?	- No. No me gustaría. - Sí, me gustaría [Perfil válido]

Perfil válido: usuarios que están interesados en utilizar la aplicación.

## 8.2. Escenarios y tareas de la prueba

Escenarios de uso	
Escenario 1	Tareas
<b>Quieres aprender cuáles son los diferentes tipos de célula que existen.</b>	- ¿Puedes encontrar información sobre los tipos de células existentes en la aplicación?
Escenario 2	Tareas
<b>Quieres aprender sobre las partes de la célula animal.</b>	- ¿Puedes encontrar información sobre las partes de la célula animal en la aplicación?
Escenario 3	Tareas
<b>Quieres visualizar en 3D las partes de la célula vegetal.</b>	- ¿Puedes visualizar la imagen que está en la tarjeta impresa en 3D?
Escenario 4	Tareas
<b>Quieres visualizar en 3D las partes de la célula animal.</b>	- ¿Puedes visualizar la imagen que está en la tarjeta impresa en 3D?
Escenario 5	Tareas
<b>Quieres saber si los conceptos que estudiaste con la aplicación quedaron claros.</b>	- ¿Te presenta la aplicación la posibilidad de presentar una evaluación?

### 8.3. Post-test

Cabe anotar que este cuestionario y los anteriores se hace con acompañamiento permanente ya que los usuarios son niños y pueden tener dudas sobre la redacción de las preguntas.

Cuestionario post-test	
Preguntas	Valoración
<b>¿Has tenido una impresión positiva al entrar a la aplicación?</b>	Poco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mucho
	Observaciones:
<b>¿Te gustan los colores de la aplicación?</b>	Poco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mucho
	Observaciones:
<b>Los conceptos que estaban descritos en la aplicación ¿te parecieron apropiados y entendibles?</b>	Poco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mucho
	Observaciones:
<b>¿te has sentido en algún momento perdido/a dentro de la aplicación?</b>	Poco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mucho
	Observaciones:
<b>¿Tiene la sensación de haber dedicado demasiado tiempo en la realización de las tareas indicadas?</b>	Poco 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mucho
	Observaciones:

## 9. Casos de uso

Para gestión de servicios que ofrece la aplicación:

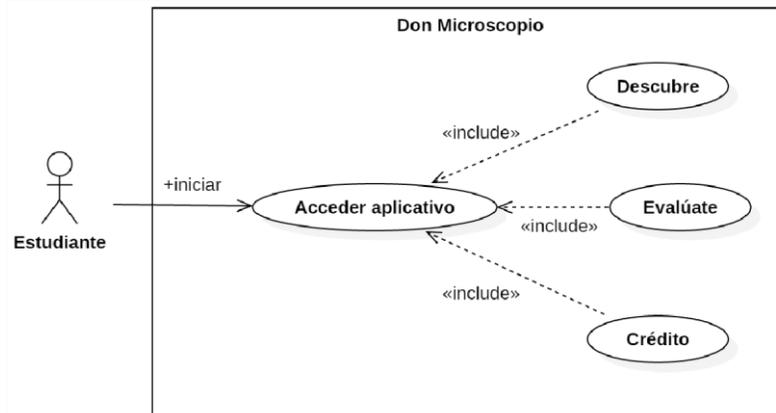


Figura 11. Casos de uso para la gestión de servicios

Para la gestión de usuarios:

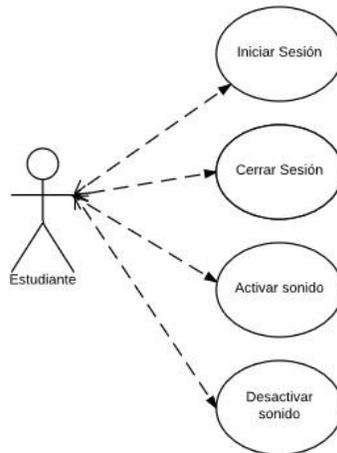


Figura 12. Casos de uso para la gestión de usuarios

A continuación, se presentan los contenidos de los casos de uso especificados.

Identificador	CU-001
Nombre	Descubre
Actores	Usuario, sistema
Precondiciones	El usuario ha instalado la aplicación y accede a la misma.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario accede a la aplicación</li> <li>2. El sistema muestra el menú con las opciones: Descubre, Evalúate y Créditos.</li> <li>3. El usuario escoge la opción "Descubre".</li> <li>4. El sistema muestra los conceptos de la célula animal y vegetal.</li> <li>5. El sistema permite al estudiante visualizar las células y sus partes En 3D gracias a la realidad aumentada.</li> </ol>
Postcondiciones	El usuario se encuentra en la pantalla principal de la aplicación.
Notas	Con el solo hecho de hacer clic sobre el ícono de la aplicación, el usuario accede a la misma.

Identificador	CU-002
Nombre	Cerrar sesión
Actores	Usuario, sistema
Precondiciones	El usuario ha iniciado sesión en la aplicación.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario accede a la pantalla principal de la aplicación</li> <li>2. El sistema ofrece la opción de Salir de la aplicación (botón)</li> <li>3. El usuario presiona el botón de salida</li> <li>4. El sistema pregunta si el usuario está seguro de salir de la aplicación.</li> <li>5. Si el usuario confirma su salida, se cierra la aplicación.</li> </ol>
Postcondiciones	El usuario ha salido de la aplicación.
Notas	El botón de salida se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla principal.

Identificador	CU-003
Nombre	Activar sonido
Actores	Usuario, sistema
Precondiciones	El usuario ha iniciado sesión en la aplicación.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario accede a la pantalla principal de la aplicación</li> <li>2. El sistema ofrece la opción de “activar/desactivar sonido” de la aplicación (botón)</li> <li>3. El usuario presiona el botón de “activar/desactivar sonido”</li> <li>4. El sistema pregunta si el usuario está seguro de desactivar el sonido de la aplicación.</li> <li>5. Si el usuario confirma, se desactiva el sonido de la aplicación.</li> </ol>
Postcondiciones	El usuario está en la pantalla inicial de la aplicación.
Notas	El botón de sonido se encuentra en la parte inferior derecha de la pantalla principal.

Identificador	CU-004
Nombre	Desactivar sonido
Actores	Usuario, sistema
Precondiciones	El usuario ha iniciado sesión en la aplicación.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario accede a la pantalla principal de la aplicación</li> <li>2. El sistema ofrece la opción de “activar/desactivar sonido” de la aplicación (botón)</li> <li>3. El usuario presiona el botón de “activar/desactivar sonido”</li> <li>4. El sistema pregunta si el usuario está seguro de desactivar el sonido de la aplicación.</li> <li>5. Si el usuario confirma, se desactiva el sonido de la aplicación.</li> </ol>
Postcondiciones	El usuario está en la pantalla inicial de la aplicación.
Notas	El botón de sonido se encuentra en la parte inferior derecha de la pantalla principal.

Identificador	CU-005
Nombre	Evalúate
Actores	Usuario, sistema
Precondiciones	El usuario ha iniciado sesión en la aplicación.
Flujo	<p>4. El usuario accede a la aplicación</p> <hr/> <p>5. El sistema muestra el menú con las opciones: Descubre, Evalúate y Créditos.</p> <hr/> <p>6. El usuario escoge la opción "Evalúate".</p> <hr/> <p>4. El sistema muestra una serie de preguntas que el usuario debe responder para continuar.</p> <hr/> <p>5. El sistema permite al estudiante verificar el puntaje que obtuvo.</p>
Postcondiciones	El usuario está en la pantalla de resultados de la evaluación.
Notas	En la pantalla de resultados de la evaluación se ofrece la opción de volver al inicio a través de un botón de "home".

Identificador	CU-006
Nombre	Crédito
Actores	Usuario, sistema
Precondiciones	El usuario ha iniciado sesión en la aplicación.
Flujo	<p>1. El usuario accede a la aplicación</p> <hr/> <p>2. El sistema muestra el menú con las opciones: Descubre, Evalúate y Créditos.</p> <hr/> <p>3. El usuario escoge la opción "Créditos".</p> <hr/> <p>4. El sistema muestra la pantalla con los créditos de la aplicación.</p>
Postcondiciones	El usuario está en la pantalla de créditos.
Notas	En la pantalla de créditos se ofrece la opción de volver al inicio a través de un botón de "home".

## 10. Arquitectura

### 10.1. Diagrama de clases

El siguiente diagrama representa las principales clases identificadas en el dominio de la aplicación:

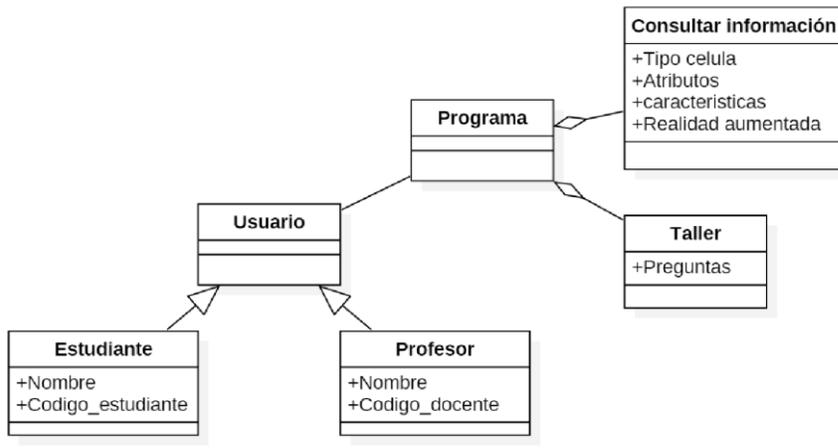


Figura 13. Diagrama de clases

La aplicación móvil que se propone desarrollar es una aplicación móvil nativa, sobre el sistema operativo Android.

Dado que se necesita acceso a la cámara del teléfono para poder visualizar las cartas de las partes de las células, este tipo de aplicación móvil es la ideal en este caso.

### 10.2. Modelo Vista Controlador

Teniendo que cuenta que en el desarrollo de una aplicación se debe tener en cuenta que exista la posibilidad de la reutilización y la facilidad de mantenimiento del mismo, se optó por seguir la arquitectura MVC. Este patrón para desarrollo de software se basa en separar los datos de la interfaz de usuarios y la lógica interna.

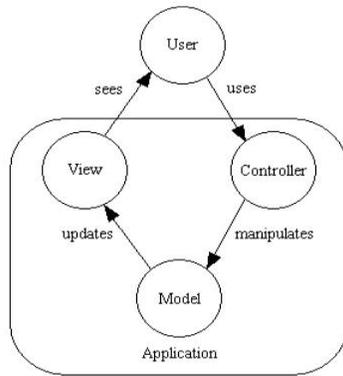


Figura 14. MVC – Tomado de <https://phpleague.wordpress.com/category/php-advance/> consultado el 29/10/2017

La vista, es la que presenta al modelo en un formato propicio para que el usuario pueda interactuar con él, por tanto, será donde se incluirán las clases que conformen la interfaz gráfica que responderán a las acciones del usuario y será la encargada de mostrar los elementos en pantalla.

La vista de este proyecto de aplicación está compuesta por las diferentes pantallas que se han ido diseñando a partir de los requisitos de usuario y que forman parte de la interfaz gráfica.

La capa del controlador recibe, trata y responde los eventos enviados por el usuario o por la propia aplicación e interactúa tanto con el modelo como con la vista. Esta capa establece un canal de comunicación a través del cual la vista puedan reconocer y responder a los cambios en el modelo.

En esta aplicación, el controlador forma parte del propio motor de Unity que se encarga, por ejemplo, de la elaboración de las partes de la célula de modo que puedan ser visualizados con realidad aumentada.

El modelo es la representación de la información del sistema, trabaja junto a la vista para mostrar la información al usuario y es accedido por el controlador para añadir, eliminar, consultar o actualizar datos.

## 11. Implementación

A continuación, se enuncian las herramientas de software utilizadas para la implementación de las funcionalidades propuestas para la aplicación.

### 11.1. Unity

UNITY es un motor de desarrollo para la creación de juegos y contenidos 3D interactivos que soporta múltiples plataformas tales como Android, PC, Mac, Xbox, PS2/3/4, PSVita y iPhone.

Se considera una de las aplicaciones más completas para la creación de juegos, aplicaciones interactivas y animaciones 3D, también hay que considerar que su manejo no es excesivamente complejo ni exige conocimientos previos avezados. Se destaca además la gran cantidad de documentación tanto oficial como no oficial que se encuentra en la web.

Unity está disponible para descarga en sus versiones personal, plus, pro y Enterprise en el sitio <https://store.unity.com/es/download?ref=personal>

En el presente proyecto se utilizó la versión personal que tiene las siguientes características: Además de las prestaciones básicas del motor, las actualizaciones continuas y el acceso a la versión beta, Unity Personal incluye:

- Core Analytics
- Ads
- Compras dentro de la aplicación
- Cloud Build
- Multiplayer: 20 usuarios simultáneos
- Soporte para todas las plataformas

Dadas las características del presente proyecto, la versión personal, recomendada para estudiantes y desarrolladores novatos, fue la elegida.

Asimismo, hay que tener en cuenta que no hay ningún problema con el licenciamiento mientras no se obtengan beneficios por encima de los 200 mil dólares con la aplicación desarrollada con el motor.

Unity posee un Editor Visual que permite ir refinando la escena que ese está desarrollando en tiempo real.

También posee una arquitectura basada en componentes, que le permite modularidad y extensibilidad a las aplicaciones desarrolladas con este motor.

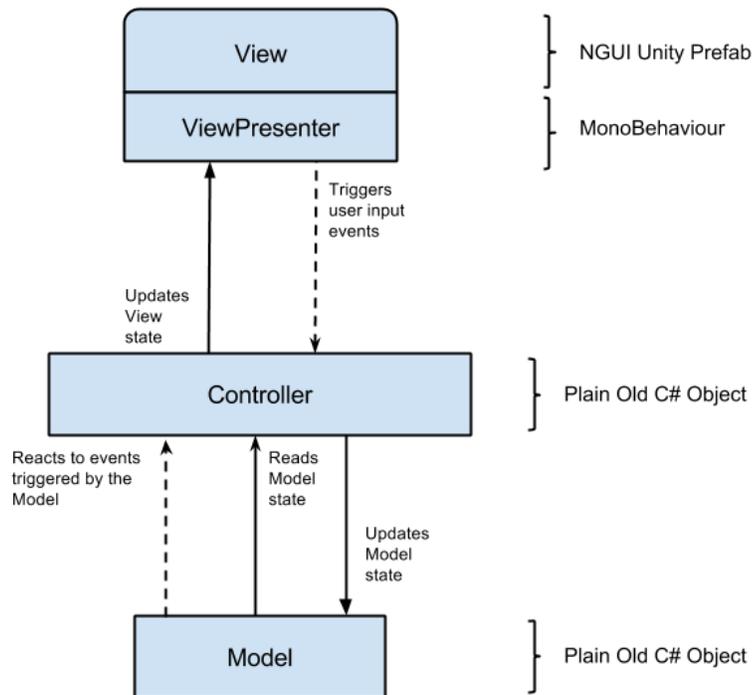


Figura 15. Arquitectura MVC de Unity tomado de <http://engineering.socialpoint.es/MVC-pattern-unity3d-ui.html>

## 11.2. SDK Vuforia

Vuforia es un SDK que permite construir aplicaciones basadas en Realidad Aumentada. Al desarrollar una aplicación con Vuforia, la pantalla del dispositivo móvil se convierte en un lente que permite visualizar objetos en 3D.

El proyecto para la visualización de las partes de la célula utilizando Realidad Aumentada requiere de capacidad para conocer el entorno a través de las imágenes que recibe el dispositivo, para poder añadir contenidos virtuales. Esta capacidad la proporciona Vuforia.

Para este proyecto se ha elegido Vuforia por su potencial para el reconocimiento de imágenes y la facilidad con que se integra con Unity, además de que permite un gran número de marcadores y la posibilidad de crearlos a partir de imágenes proporcionadas por el desarrollador, que en este caso serían las imágenes de las partes de la célula.

Vuforia se encuentra disponible en <https://developer.vuforia.com/>

Para el desarrollo de la aplicación, se descargó el SK Vuforia para Unity y se procedió a hacer el respectivo registro que permite obtener las licencias key e importar los marcadores a utilizar en el proyecto.

A continuación, se muestra la arquitectura de Vuforia:

## Vuforia SDK

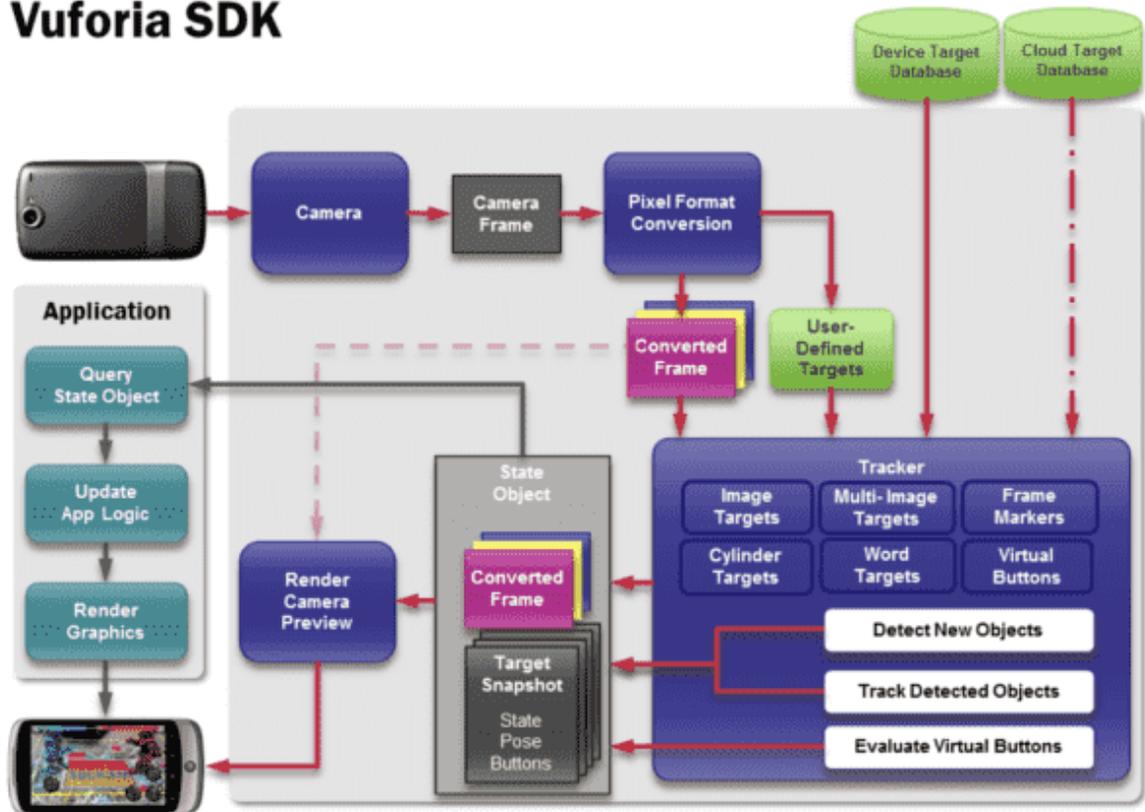


Figura 16. Arquitectura de Vuforia tomada de <http://www.desarrollolibre.net/blog/tema/73/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.WjH92De22Hs>

### 11.3. Adobe Photoshop CS

Editor gráfico con el que se realizó el tratamiento de los marcadores para el presente proyecto.

La versión con la que se cuenta es la 18.1, es software privativo y se debe adquirir bajo licenciamiento.

Se escogió dada la potencia de este editor que permite la realización de marcadores y el tratamiento de imágenes en 3D.

Sitio oficial:

[https://www.adobe.com/la/products/photoshop.html?sdid=KQPQW&mv=search&s\\_kwcid=AL!3085!3!227254724827!b!!g!!photoshop&ef\\_id=WqJ@OQAAAHs68Rlw:20171214045549:s](https://www.adobe.com/la/products/photoshop.html?sdid=KQPQW&mv=search&s_kwcid=AL!3085!3!227254724827!b!!g!!photoshop&ef_id=WqJ@OQAAAHs68Rlw:20171214045549:s)

#### 11.4. Sublime Text

Editor de texto y editor de código.

**Sitio oficial:**

<https://www.sublimetext.com/>

#### 11.5. Microsoft Visual Studio

Es un IDE que trabaja integrado con Unity y con las Microsoft Visual Studio Tools for Unity.

Visual Studio aporta un ambiente de desarrollo para C# que ya es conocido por la autora del proyecto, además, esta integración permite crear y mantener los archivos de proyecto de VS automáticamente.

Cuando se quiera visualizar el código de un script desde Unity, es solo hacer doble clic sobre el mismo y se abrirá Visual Studio con todas sus herramientas. También es ambiente útil para hacer el seguimiento de errores y realizar pruebas unitarias.

En el presente proyecto se tuvieron problemas con la version Express por lo que se procedió a utilizar una cuenta de Office 365 que tiene acceso a la versión Community, con esta versión no se presentaron problemas de instalación ni de librerías.

### 12. Diseño gráfico del prototipo

Se escogió la gama de los azules porque es un color apropiado para atrapar la atención del usuario<sup>2</sup> que en este caso son niños en edad escolar.

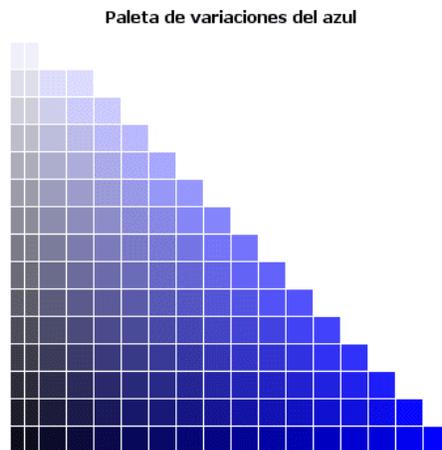


Figura 17. Paleta de variaciones del azul tomado de <https://desarrolloweb.com/articulos/1527.php>

---

<sup>2</sup> <https://desarrolloweb.com/articulos/1527.php> consultado el 05/12 /2017

## **13. Pruebas**

La fase de pruebas es fundamental dentro del desarrollo de una aplicación porque es ayuda a encontrar errores, no cumplimientos de requisitos funcionales tales como errores en la interfaz y la falla en el cumplimiento de requisitos no funcionales tales como alto consumo de batería o alto consumo de memoria.

Se evaluará lo referente al consumo de recursos de la aplicación en los dispositivos en los que se instale la apk ya que como se ha descrito anteriormente, la aplicación debe poderse instalar en dispositivos de gama media y baja.

Cabe recordar que esta aplicación no depende de la conexión a internet, pero sí hace uso de la cámara y de los parlantes, por ejemplo. También es importante verificar el consumo de memoria de la aplicación ya que los dispositivos que en promedio poseen los colegios no son de alta gama ni de características técnicas elevadas.

El plan de pruebas de la aplicación está contemplado con los siguientes tipos de prueba:

### **13.1. Pruebas con usuarios - Aceptación**

Estas pruebas se realizarán con el objetivo de evaluar la aceptación de la aplicación por parte de los usuarios a los que va dirigida.

Se evaluarán los aspectos de la usabilidad, interfaces y experiencia de usuario. Aunque a estas alturas resulta dispendioso por motivos de tiempo realizar correcciones de fondo a la aplicación, si se espera poder realizar correcciones que no sean complejas de realizar, por ejemplo, ubicación de botones, tamaño de la letra, fuente.

Para realizar estas pruebas se asignarán al usuario tareas tales como las realizadas durante el test del prototipo midiendo no solo la efectividad de la realización de la misma sino la velocidad con la que la realiza y la cantidad de errores que comente.

### **13.2. Pruebas unitarias**

Una prueba unitaria se utiliza para comprobar que una parte concreta del código de producción funciona correctamente.

En el presente proyecto, debido a que no se incluyó en la planeación inicial la configuración y automatización de las pruebas unitarias, estas se realizaron durante el desarrollo de la aplicación.

Para esto se configuró el sistema de testeo para Unity llamado UNITY UI test Disponible en <https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/72693>

A continuación, se muestra en la figura 4, la descarga del componente de pruebas en el Unity:

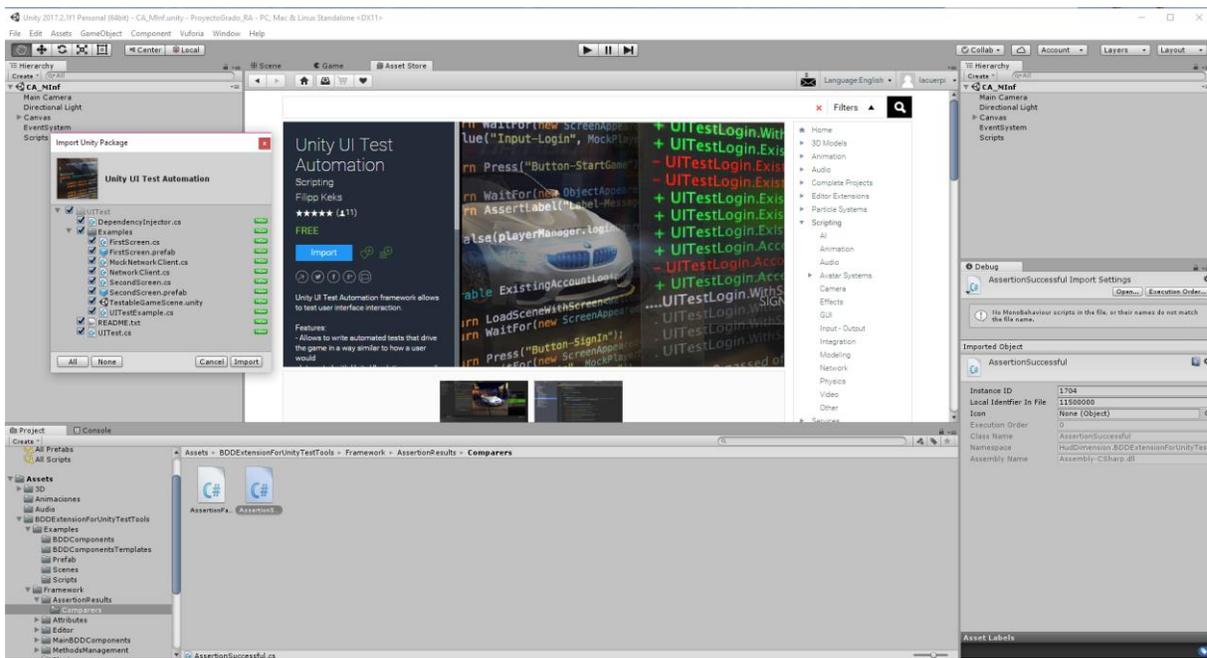


Figura 18. Descarga de Unity UI test

A continuación, se muestra la configuración de una prueba unitaria para la clase “Assertion Successful”:

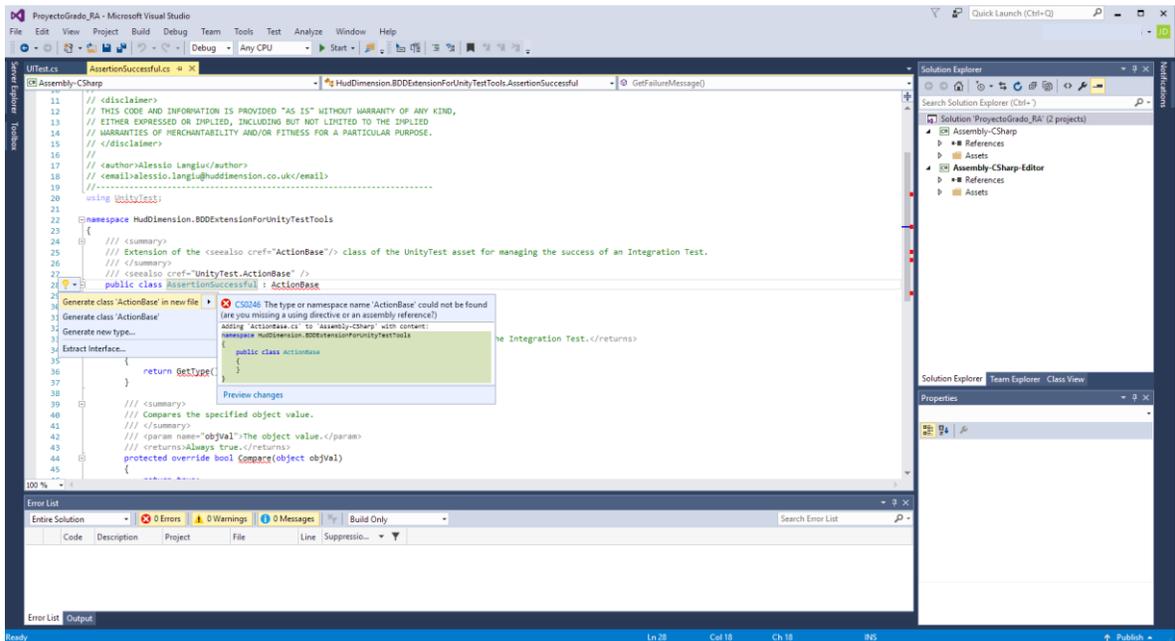


Figura 19. Prueba unitaria para una clase

A continuación, se muestran las diferentes clases a las que se les pueden aplicar pruebas a través del UI test:

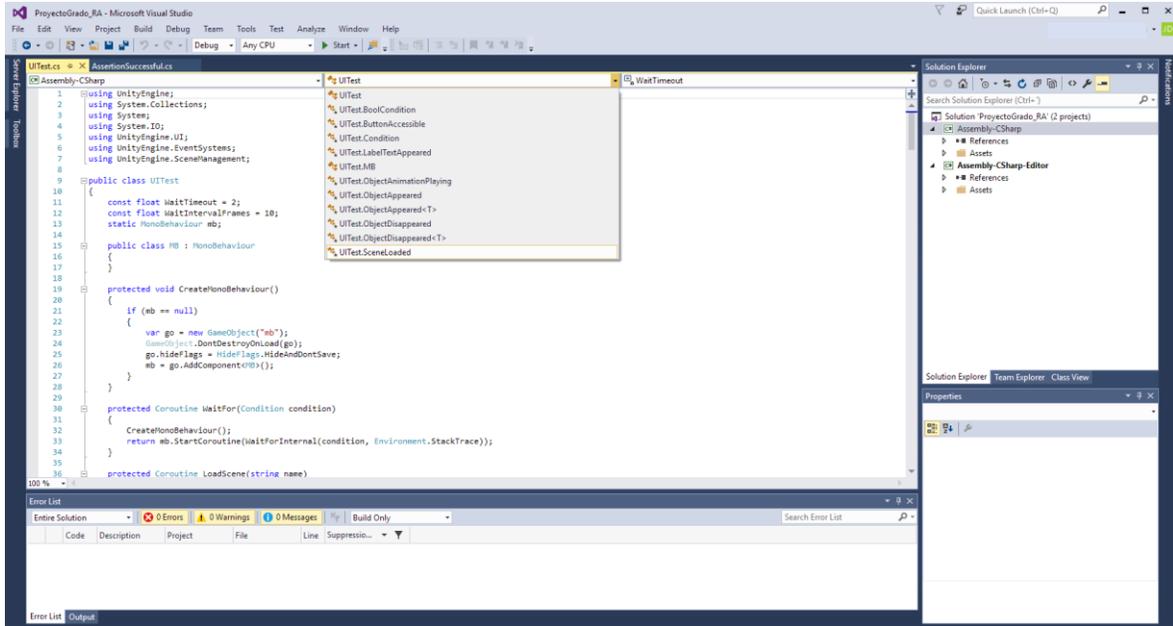


Figura 20. Pruebas unitarias

Diferentes pruebas unitarias aplicadas a secciones críticas de código:

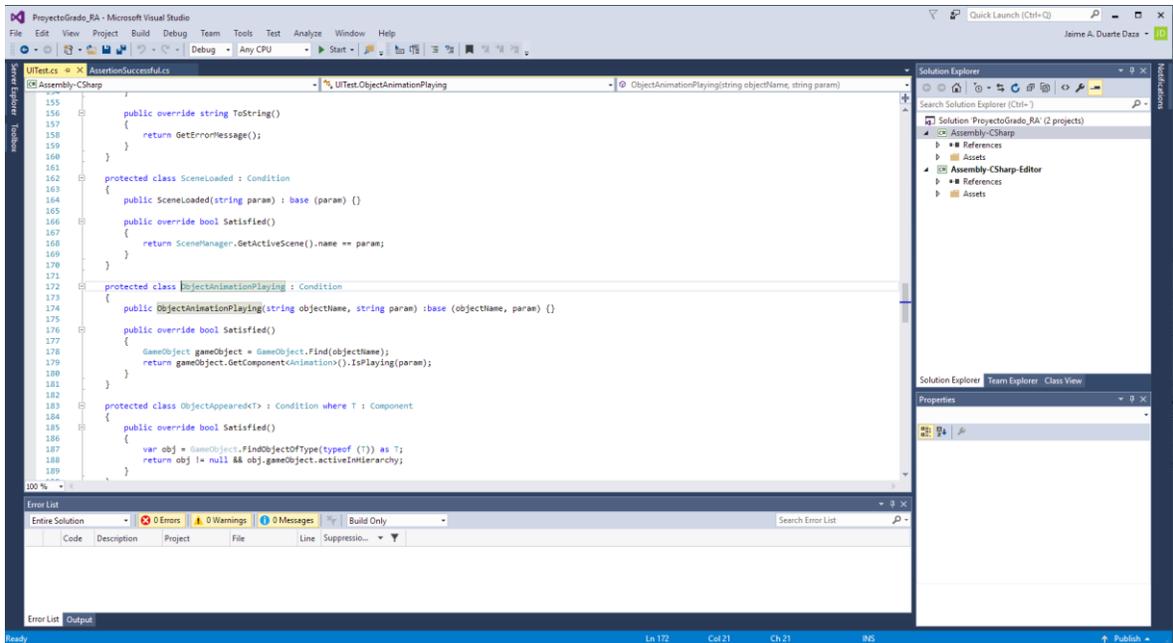


Figura 21. Prueba unitaria a la clase object animation playing

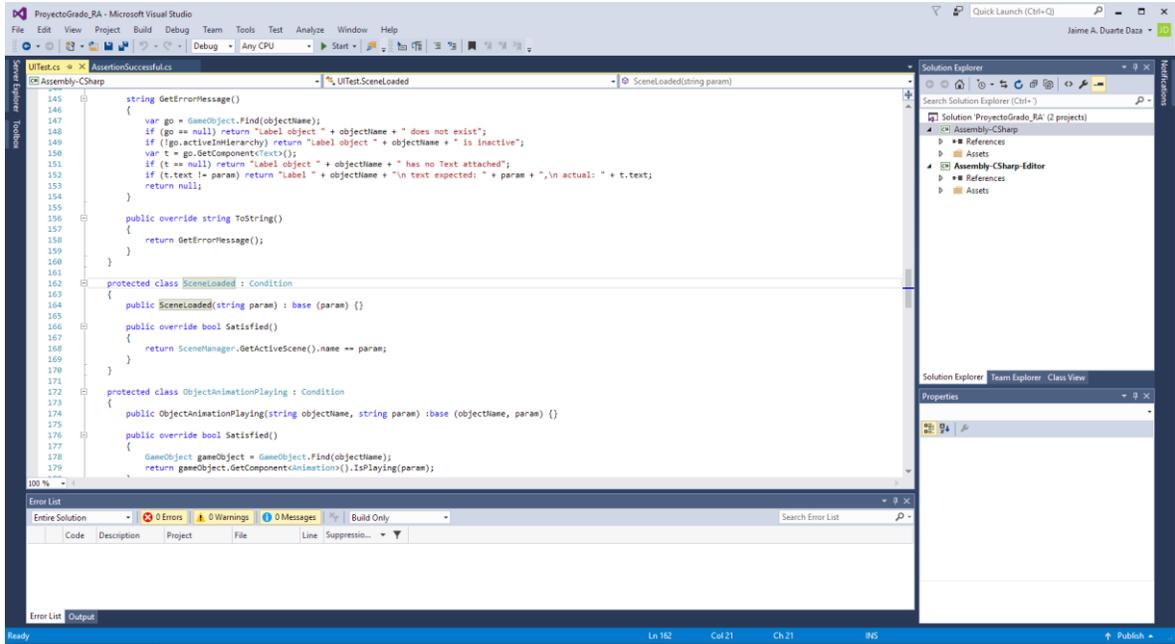


Figura 22. Prueba unitaria a la clase Scene load

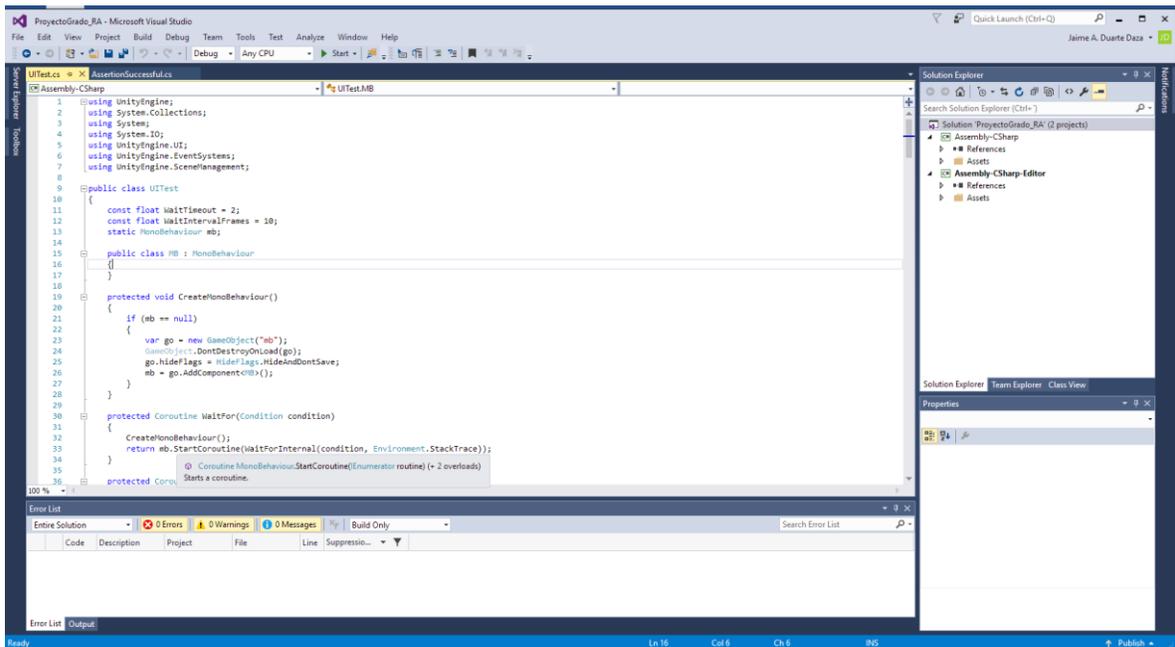


Figura 23. Prueba unitaria a la clase Mono Behavior

### 13.3. Pruebas de integración

Este tipo de pruebas verifican que los componentes de la aplicación funcionan correctamente actuando en conjunto.

Caso de Uso	Descripción de lo que se Probará	Prerrequisitos
<b>CU-001 Iniciar aplicación</b>	Se presenta un menú con 3 opciones: descubre, evalúate y créditos. Debe tener la opción de salir de la aplicación y de cancelar la música que suena por defecto.	Tener instalada la aplicación e ingresar a ella.
<b>CU-002</b> Descubre	Se presiona la opción de “descubre”. El usuario debe ingresar a otra pantalla que le muestre los tipos de célula (animal y vegetal).	Entrar en la aplicación.
Evalúate	Se presiona la opción de “Evalúate”. El usuario debe ingresar a una pantalla donde se le presentan una serie de preguntas. De acuerdo con si acierta o no, se le debe presentar otra pantalla con la retroalimentación de su respuesta.	Entrar en la aplicación.
<b>CU-004</b> Créditos	Se presiona la opción “créditos”. El usuario debe visualizar los créditos de la aplicación.	Entrar en la aplicación.
<b>CU-005</b> Cerrar Sesión	El usuario presiona el ícono de salir de la aplicación, debe aparecerle una ventana con la confirmación de la salida.	Entrar en la aplicación.

Para el primer caso de uso presentado para la evaluación de las pruebas de integración, esta sería la prueba propuesta:

CU-01 Iniciar aplicación					
Paso	Descripción de pasos a seguir	Datos Entrada	Salida Esperada	¿Se realizó la acción correctamente?	Observaciones
1	Se accede a la aplicación	Presionar icono aplicación	Se muestra la pantalla de inicio sesión		
2	Se presiona la opción de salir	Presionar el botón de salir	Se muestra pantalla confirmación de salida.		
3	Se presiona la opción de cancelar sonido	Presionar el botón que tiene el icono del parlante.	Se cancela el sonido de la aplicación que suena por defecto una vez esta se inicia		

CU-02 Iniciar Sesión					
Paso	Descripción de pasos a seguir	Datos Entrada	Salida Esperada	¿OK?	Observaciones
1	Se accede a la aplicación	Presionar icono aplicación	Se muestra la pantalla de inicio sesión	SI	
2	Rellenar datos inicio sesión	email, contraseña	Se muestra la pantalla principal de la aplicación	SI	

CU-03 Cerrar Sesión					
Paso	Descripción de pasos a seguir	Datos Entrada	Salida Esperada	¿OK?	Observaciones
1	Desconexión aplicación	Presionar "Salir"	La aplicación se cierra	SI	

El estudiantado sometido a las pruebas de integridad se mostró en general satisfecho con el funcionamiento de la aplicación, ya que la aplicación respondió bien a la evaluación a la que fue sometida.

Como inconveniente se notó que cuando el dispositivo en el que está instalada la aplicación tiene cámara de muy baja resolución, se demora en cargar la imagen en Realidad Aumentada de la célula o de la parte que se quiera visualizar. Incluso en algunos casos, visualizaba otra parte diferente a la mostrada en el marcador.



Figura 24. Pruebas con usuarios de prototipo funcional

Al realizar las pruebas finales de usabilidad, en las que se asignaron tareas a los usuarios, se obtuvo bastante aceptación del prototipo funcional. Los niños y niñas se mostraron interesados y motivados a interactuar con el aplicativo.

No hubo ningún problema con la instalación del aplicativo en las tabletas suministradas, la apk funcionó correctamente en todos los dispositivos suministrados para su instalación.

A continuación, se muestran las tareas planteadas a los usuarios y la respuesta del software.

**Tarea: Interactuar con realidad aumentada en la opción de célula animal.**

Desde la opción de Descubre se accedió a la interacción de realidad aumentada y se seleccionó la carta del núcleo de la célula animal.

Realidad Aumentada (Núcleo - Célula Animal)



Luego se seleccionó la carta de la Mitocondria de la célula animal.

Realidad Aumentada (Mitocondria - Célula Animal)



Luego se seleccionó la carta del Citoplasma de la célula animal.

Realidad Aumentada (Citoplasma - Célula Animal)



Luego se seleccionó la carta del Aparato de Golgi de la célula animal.

Realidad Aumentada (Aparato de Golgi - Célula Animal)



**Tarea: Interactuar con realidad aumentada en la opción de célula Vegetal.**

Desde la opción de Descubre se accedió a la interacción de realidad aumentada y se seleccionó la carta del núcleo de la célula vegetal.

Realidad Aumentada (Núcleo - Célula Vegetal)



Se seleccionó la carta del Vacuola de la célula vegetal.

Realidad Aumentada (Vacuola - Célula Vegetal)



Se seleccionó la carta de la Pared celular y Citoplasma de la célula vegetal.

Realidad Aumentada (Pared celular y Citoplasma - Célula Vegetal)



Se seleccionó la carta del aparato de Golgi de la célula vegetal.

Realidad Aumentada (Aparato de Golgi - Célula Vegetal)



## 14. Conclusiones

Los objetivos planteados para el presente proyecto se cumplieron en su totalidad ya que se levantaron los requerimientos necesarios para la construcción de la aplicación, se aplicaron los conceptos de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) con el fin de que el prototipo final correspondiera a las necesidades reales de los usuarios finales, se diseñó la interfaz de acuerdo a las funcionalidades exigidas por los usuarios y se desarrolló el prototipo utilizando herramientas apropiadas tanto por sus características técnicas como por su fácil curva de aprendizaje para la estudiante que elaboró la Tesis de Final de Máster (TFM).

Dentro de las dificultades encontradas durante la ejecución del proyecto, la que la autora del TFM considera más relevante es el diseño gráfico de la interfaz, ya que la combinación de colores y la distribución de elementos en la pantalla del dispositivo ofrece especial dificultad para quien no esté entrenado en diseño de interfaces.

Para conseguir el producto final en tan reducido tiempo ha sido indispensable planificar las actividades a realizar y ceñirse rigurosamente al calendario fijado.

Aplicar el Diseño Centrado en el Usuario ha sido clave para obtener un producto con funcionalidades y apariencia del agrado de los usuarios finales. Al involucrar DCU en todas las fases de desarrollo del prototipo, se pudo contar con la opinión y apreciaciones del estudiantado con edades entre 7 y 10 años que son, en este caso, el público objetivo de la aplicación. Estas opiniones fueron relevantes a la hora de tomar decisiones en cuanto al diseño del prototipo de aplicación.

Ha resultado de gran utilidad planificar, analizar y diseñar previamente la estructura de la aplicación, tanto el diseño técnico de la aplicación como las áreas de trabajo centradas en el diseño centrado en el usuario (DCU), procurando conocer y comprender las necesidades, limitaciones, comportamiento y características del usuario para que el producto responda a las necesidades reales de los usuarios finales.

Para las líneas de trabajo futuro se recomienda realizar pruebas de aceptación con una muestra más significativa de usuarios con el objetivo de mejorar la interfaz gráfica y la usabilidad del producto. Asimismo, seguir un proceso estadístico más riguroso para la selección y tratamiento de la muestra y los resultados obtenidos.

Se puede planear compartir gratuitamente el instalador del aplicativo en el Google Play para que pueda ser accesible a más niños y profesores no solo a nivel nacional (en Colombia) sino a nivel internacional (teniendo la posibilidad de poner los textos en inglés).

El presente trabajo permitió a la estudiante autora de la TFM poner en práctica conocimientos adquiridos en varios cursos que ofrece el máster tales como ingeniería del software, desarrollo de dispositivos móviles, ingeniería de la usabilidad, dirección de proyectos informáticos entre otros.

## 15. Glosario

**DCU:** El Diseño Centrado en el Usuario (DCU), o User Centered Design (UCD), es definido por la Usability Professionals Association (UPA) como un enfoque de diseño cuyo proceso está dirigido por información sobre las personas que van a hacer uso del producto.

**Marcador:** Un marcador es aquella pieza gráfica que el smartphone o Tablet detectará para incorporar la Realidad Aumentada. El marcador ayuda al dispositivo a colocar correctamente un objeto en Realidad Aumentada en el espacio real. En el caso del aplicativo “Don Microscopio” son cartas con dibujos de partes de la célula.

**Nivel 1:** realidad aumentada basada en marcadores. En este nivel los activadores son marcadores, figuras que cuando se escanean se obtiene un modelo 3D que se superpone en la imagen real.

**Realidad aumentada:** La realidad aumentada es una tecnología que combina elementos del mundo real con la información disponible en el mundo digital, generalmente representada en forma de imágenes, animaciones, etc. Estos datos virtuales interactúan con la imagen de un objeto real capturado por la cámara de un dispositivo electrónico: smartphone, tableta o gafas. (<http://es.ccm.net/faq/30104-que-es-y-como-funciona-la-realidad-aumentada> )

**SDK:** Corresponde a las siglas Software Development Kit o kit de desarrollo de software. Es un conjunto de herramientas de desarrollo de software que le permite al programador o desarrollador de software crear una aplicación informática.

**Unity:** Es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X, Linux.

## 16. Bibliografía

PC&Android

<https://www.youtube.com/watch?v=Z58XTzv0ALQ> (vídeo) consultado el 09/12/2017

Módulo 3 - Debugging y testing Wiki UOC

<http://cv.uoc.edu/webapps/xwiki/wiki/matb1916es/view/Main/M%C3%B3dulo+3>

Consultado el 03/12/2017

Pruebas Unitarias en Unity

<http://swfactoryupc.wixsite.com/blog/single-post/2014/09/08/GM-Pruebas-Unitarias-en-Unity>

Consultado el 03/12/2017

Pruebas unitarias

<https://si.ua.es/es/documentacion/c-sharp/documentos/pruebas/07pruebasunitarias.pdf>

Consultado el 03/12/2017

Sistema de gestión del conocimiento para la definición de estrategias que eviten la deserción escolar en los colegios de mocoa putumayo en el nivel de educación básica secundaria.

<http://pegasus.javeriana.edu.co/~PA121-01->

[GCEduMocoa/PRUEBAS%20DE%20SISTEMA%20E%20INTEGRACION.pdf](http://pegasus.javeriana.edu.co/~PA121-01-GCEduMocoa/PRUEBAS%20DE%20SISTEMA%20E%20INTEGRACION.pdf)

Consultado el 05/12/2017

Telechea Díaz, Javier. Videojuego de tipo Arcade para dispositivos móviles sobre motor Unity3D. Páginas 32-35. 2014. Consultado el 20/10/2017 en línea.

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5928/Javier%20Telechea%20Diaz.pdf;sequence=3>

Digital project studio. Consultado el 20/10/2017 en línea.

<https://digitalprojectstudio.wordpress.com/2016/02/24/migrating-from-php-to-django/>

Mobile Best Practices: Single Page Architecture (SPA) Consultado el 22/10/2017 en línea.

<https://hollyschinsky.github.io/phonegap-workshop/develop/single-page-architecture.html>

Herramientas para diseño web: los personajes (persona) y escenarios. Consultado el 25/10/2017 en línea.

[https://www.alzado.org/articulo.php?id\\_art=110](https://www.alzado.org/articulo.php?id_art=110)<http://blog.usabilla.com/how-userscenarios-help-to-improve-your-ux/>

Métodos para el desarrollo en dispositivos móviles -UOC . Consultado el 20/10/2017 en línea.

[https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia\\_y\\_desarrollo\\_en\\_dispositivos\\_moviles/Tecnologia\\_y\\_desarrollo\\_en\\_dispositivos\\_moviles\\_\(Modulo\\_4\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_4).pdf)

Diseño centrado en el usuario en entornos virtuales de aprendizaje, de la usabilidad a la experiencia del estudiante. Consultado el 20/10/2017 en línea.

<https://pdfs.semanticscholar.org/66cd/e191a5505adb94879afe90bfecf8f4968699.pdf>

Desarrollo de una aplicación móvil cliente-servidor basada en Android para la configuración y control de parámetros de un vehículo particular. Páginas 36-45 Consultado el 18/10/2017 en línea.

[https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/R000001713.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/R000001713.pdf)

Técnicas para Identificar Requisitos Funcionales y No Funcionales

<https://sites.google.com/site/metodologiareq/capitulo-ii/tecnicas-para-identificar-requisitos-funcionales-y-no-funcionales> consultado el 2/10/2017

El mercado móvil tras 2021, dominio aplastante de Android y el lento adiós a las pantallas pequeñas, eso dice IDC

<https://www.xatakamovil.com/mercado/el-mercado-movil-tras-2021-dominio-aplastante-de-android-y-el-lento-adios-a-las-pantallas-pequenas-eso-dice-idc> consultado el 2/10/2017

Fases de eXtreme Programming

<https://iie.fing.edu.uy/~josej/docs/XP%20-%20Jose%20Joskowicz.pdf> consultado el 2/10/2017

Basic AR solar system with Vuforia

Vídeo disponible en <https://vimeo.com/207052519> consultado el 4/03/2017  
consultado el 2/10/2017

How To Augmented Reality App Tutorial Virtual Buttons with Unity and Vuforia

Vídeo disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=Fqd21lbhikU>  
consultado el 2/10/2017



## 17. Anexos

### 17.1. Manual de usuario

#### DON MICROSCOPIO



#### Manual de Usuario

DON MICROSCOPIO, es un prototipo de aplicación para Android que cuenta con realidad aumentada.

#### INSTALACIÓN Y EJECUCIÓN

Los requerimientos para la instalación son un dispositivo con sistema operativo Android 4.0 o superior y el archivo apk (Android Application Package).

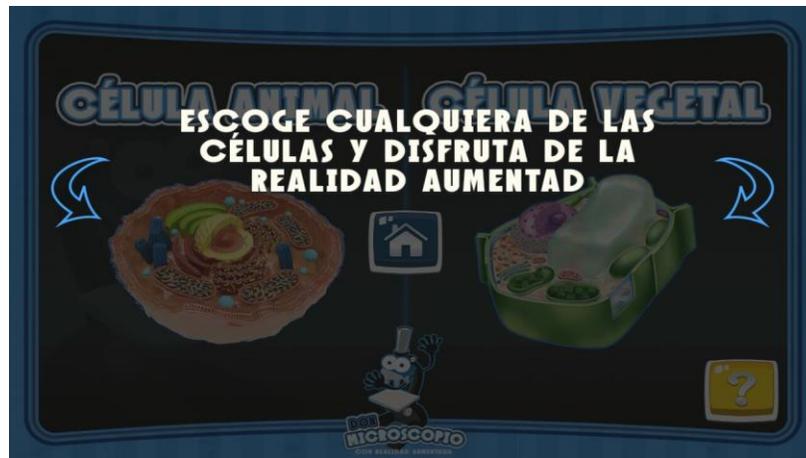
Al instalarlo en el dispositivo, se creará un botón con el nombre “DON MICROSCOPIO” desde allí se accede a la aplicación que ocupa un espacio total 40 MB.

#### USO DE LA APLICACIÓN

Esta será la primera interfaz que verás al ejecutar “DON MICROSCOPIO”, podrás escoger entre dos opciones (descubre y evalúate) para interactuar con el aplicativo, además cuentas con la opción “créditos” para saber más sobre la aplicación.



Al pulsar sobre la opción DESCUBRE se ingresa a la interfaz donde puedes elegir con qué célula deseas experimentar la realidad aumentada, en ella encontrarás información que te guiará para interactuar con la interfaz.



Después de haber pulsado para retirar la pantalla de información te encontrarás con el menú donde podrás elegir con qué célula deseas iniciar la experiencia con realidad aumentada.

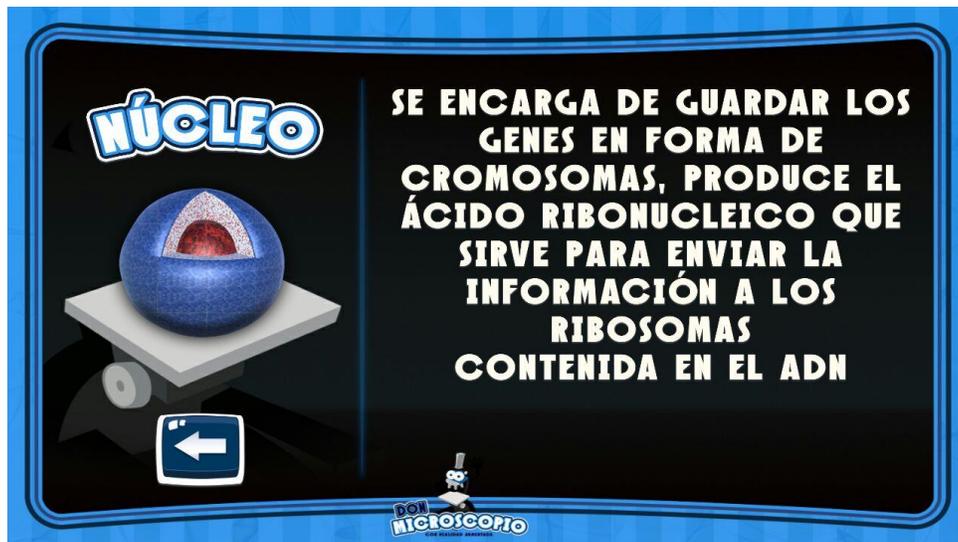


Al elegir la opción de la Célula animal se mostrará una pantalla de información donde están las instrucciones para la ubicación de la carta (marcador) con la parte de célula animal, también te ilustra cómo obtener información del parte de la célula.



Habiendo escogido la carta podrás experimentar la realidad aumentada de las cuatro diferentes partes de la célula animal que se encuentran en las cartas.

Información de Núcleo de la célula Animal.



Información de Aparato de Golgi de la Célula Animal.

**APARATO DE GOLGI**



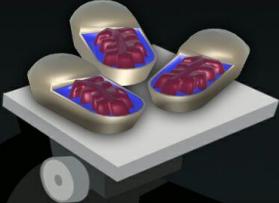
SE ENCARGA DE ABSORBER COMPONENTES COMO EL HIERRO, PRODUCIR HORMONAS, ALMACENA PROTEÍNAS Y AYUDA A LA FORMACIÓN DE ENZIMAS



DOI MICROSCOPIO

Información de Mitocondria de la Célula Animal.

**MITOCONDRIA**

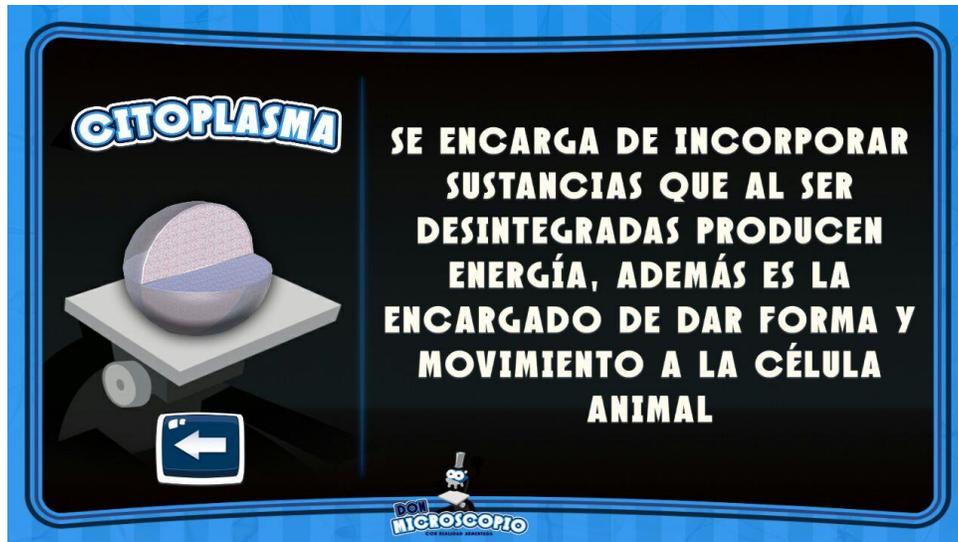


SE ENCARGAN DE TRANSFORMAR NUTRIENTES EN ENERGÍA Y ASÍ AYUDAR A SUSTENTAR EL CONSUMO DE ENERGÍA QUE TIENE LA CÉLULA ANIMAL



DOI MICROSCOPIO

Información del Citoplasma de la Célula Animal.



Si elegiste la Célula Vegetal:

Se mostrará una pantalla de información donde están las instrucciones para la ubicación de la carta con la parte de célula Vegetal, también te ilustra cómo obtener información de la parte de la célula.

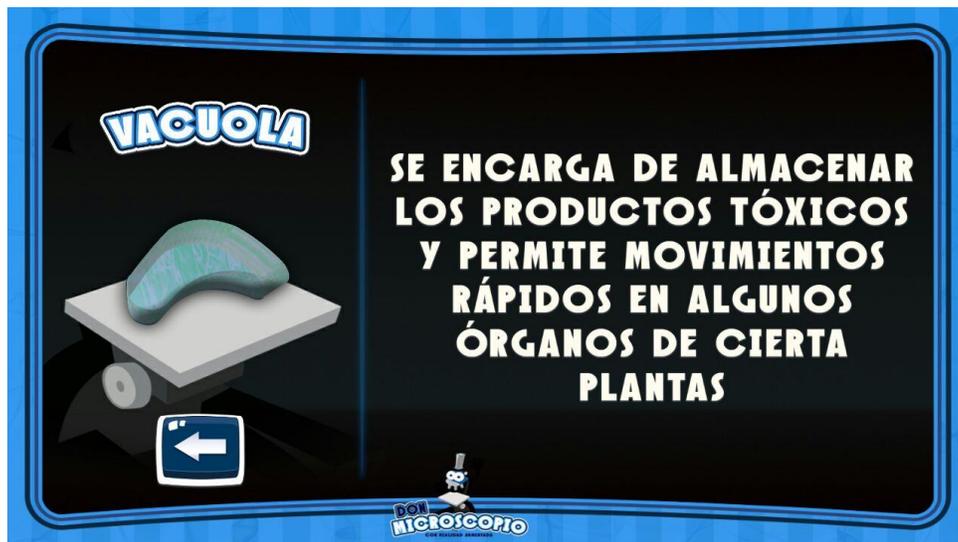


Habiendo escogido la carta podrás experimentar la realidad aumentada de las cuatro diferentes partes de la célula Vegetal que se encuentran en las cartas.

Información de Núcleo de la Célula Vegetal.

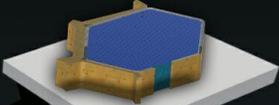


Información Vacuola de la Célula Vegetal.



Información de Pared Celular y Citoplasma de la Célula Vegetal.

**PARED CELULAR Y CITOPLASMA**



- LA PARED CELULAR SE ENCARGA DE DAR RIGIDEZ Y PROTEGER EL CONTENIDO DE LA CÉLULA VEGETAL

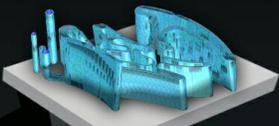
- EL CITOPLASMA SE ENCARGA DE CONTRIBUIR AL MOVIMIENTO DE LOS ORGÁNULOS Y ALBERGARLOS



DOI MICROSCOPIO

Información de Aparato de Golgi de la Célula Vegetal.

**APARATO DE GOLGI**



SE ENCARGAN DE FORMAR LA PARED CELULAR DE LA CÉLULA VEGETAL



DOI MICROSCOPIO

Al pulsar sobre la opción de EVALÚATE encontrarás una interfaz donde hay una pantalla que muestra un botón que redirección a unas preguntas.



Al pulsar sobre la opción de CRÉDITOS puedes ingresar a la interfaz donde encontraras toda la información acerca del aplicativo DON MICROSCOPIO.



Para salir del aplicativo móvil puedes pulsar el botón poder que se encuentra en la parte de arriba a la derecha en la pantalla principal, luego te saldrá una pantalla donde dará la opción de confirmar la salida o cancelar la acción.



Estas son las instrucciones con las cuales podrás guiarte dentro del aplicativo móvil para así sacarle gran partido a la realidad aumentada.

NOTA: Las cartas con los dibujos de las partes serán proporcionadas por tu profesor.

Sino puedes descargarlas desde <https://drive.google.com/open?id=1DI0Dljim-TAMJ5KGUZnEo7OXrOGaZ2oB>

---

<sup>i</sup> <https://colombiadigital.net/opinion/columnistas/cuestion-de-voltaje/item/7604-llegan-las-tabletas-a-los-colegios-de-colombia.html> consultado el 3/10/2017

<sup>ii</sup> <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13501418> consultado el 3/10/2017